GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI



У30
627(075)
Г 452

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

**M. Bakiyev, I. Majidov, B. Nosirov,
R. Xo'jaqulov, M. Rahmatov**

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI

(2-JILD)

O'zbekiston Respublikasi Oliy va O'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan 5580700 – "Gidrotexnika qurilishi", 5650200 – "Suv xo'jaligi va melioratsiya", 5650700 – "Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish", 5650400 – "Qishloq va yaylovlar suv ta'minoti", 5650100 – "Irrigatsiya tizimlari suv energiyasidan foydalanish", 5650300 – "Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash", 5650500 – "Suv xo'jaligida meliorativ, transport mashinalari va qurilmalaridan foydalanish, ularga servis xizmati ko'rsatish", 5650600 – "Sug'oriladigan yerlarda meliorativ tizim", 5650800 – "Suv resurslari va suvdan foydalanish", bakalavriat yo'nalishlari, tegishli kasbiy ta'lim yo'nalishlari hamda 5A580701 – "Gidrotexnika inshootlari", 5A580705 – "Selga qarshi va o'zan rostlash inshootlari", 5A620205 – "Gidrotexnika va melioratsiya qurilishi", 5A650701 – "Gidrotexnika inshootlaridan foydalanish" va boshqa magistratura mutaxassisliklari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan.



Toshkent – 2009

38.77

Taqrizchilar: **Muhammadiyev M.** - Toshkent davlat texnika universiteti "Gidroenergetika va gidravlika" kafedrasi professori, texnika fanlari doktori;
Muratov A.R. - Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti "Gidromeliorativ ishlarni tashkil etish va ularning texnologiyasi" kafedrasi dotsenti, texnika fanlari nomzodi

Bakiyev M.

G45 **Gidrotexnika inshootlari.** 2-jild Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik. O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi. – T.: «Ta'lim nashriyoti», «Iqtisod-moliya». 2009. - 696 b.

Majidov I., Nosirov B., Xo'jaqulov R., Rahmatov M.

Mazkur darslik (2-jild) da "Daryodan suv olish inshootlari", "Tindirgichlar", "Gruntli va boshqa materiallardan quriladigan to'g'onlar", "Ustidan suv o'tkazmaydigan gruntli to'g'onli gidrouzellarning suv o'tkazuvchi inshootlari", "Suv o'tkazuvchi inshootlar loyihalashning umumiy masalalari", "Beton va temir beton to'g'onlar", "Maxsus gidrotexnika inshootlari", "Daryodagi gidrouzellar va suv omborlari", "Gidrotexnikada ilmiy tadqiqot", "Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligi" haqida batafsil ma'lumotlar keltirilgan. Darslik amaldagi dastur asosida yozilgan bo'lib, oliy ta'lim muassasalarining "Gidrotexnika qurilishi", «Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish", "Kasb ta'limi: Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish", "Suv xo'jaligi va melioratsiya", "Qishloq va yaylovlar suv ta'minoti", "Suv resurslari va suvdan foydalanish", "Suv xo'jaligi va melioratsiya ishlarini mexanizatsiyalash", "Kasb ta'limi: Suv xo'jaligi va melioratsiya" bakalavriat yo'nalishlari hamda tegishli magistratura mutaxassisliklari uchun mo'ljallangan. Undan soha loyihachilari, muhandis-texniklari, o'rta maxsus kasb-hunar ta'limi muassasalari o'qituvchilari va talabalari, qishloq va suv xo'jaligi mutaxassislari, aspirantlar ham foydalanishlari mumkin.

BBK 38.77я73 + 31.57я73

ISBN 978-9943-13-119-4

© «Ta'lim nashriyoti», 2009
© «Iqtisod-moliya», 2009
© Bakiyev M., Majidov I., Nosirov B., Xo'jaqulov R., Rahmatov M., 2009

SO‘ZBOSHI

Mamlakatimizning iqtisodiy yuksalishi suv xo‘jaligi va melioratsiyaning bundan keyingi rivojlanishi bilan chambarchas bog‘liqdir. Shu boisdan Respublikamizda yer-suv resurslaridan oqilona foydalanish, gidrotexnika inshootlarini ishlatishni to‘g‘ri yo‘lga qo‘yish hamda yirik gidromeliorativ inshootlar xavfsizligini ta’minlash, sug‘oriladigan yerlar unumdorligini oshirish, ularning sho‘rlanish va botqoqlanishiga, sug‘orish suvini suv manbayidan dalalargacha yetkazib beruvchi sug‘orish tarmoqlarida hamda sug‘orish jarayonida suvning behuda isrof bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik kabi muammolarga jiddiy e’tibor qaratilmoqda.

Keyingi yillarda qabul qilingan bir qator “Suv va suvdan foydalanish to‘g‘risida”, “Yer kodeksi”, “Qishloq xo‘jaligi kooperativi (shirkat xo‘jaligi) to‘g‘risida”, “Dehqon xo‘jaligi to‘g‘risida”, “Fermer xo‘jaligi to‘g‘risida”, “Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to‘g‘risida” kabi qator qonun hujjatlari fikrimizning yorqin dalilidir.

Gidrotexnika — texnika fanlarining bir sohasi bo‘lib, suv resurslari (daryo, ko‘l, dengiz, okean, yer osti va atmosfera suvlari) dan xalq xo‘jaligi ehtiyojlari uchun foydalanish va suv keltiradigan zararlarga qarshi kurashish hamda shu maqsadlar uchun ishlatiladigan gidrotexnika inshootlarini loyihalash va qurish masalalari bilan shug‘ullanadigan fan.

Gidrotexnika qurilishi bilan qamrab olingan xalq xo‘jaligining tarmoqlari ko‘p sonli va kengdir. Shu jumladan, zax qochirish, sug‘orish, suv ta’minoti, suv transporti, suv energiyasidan foydalanish (gidroenergetika), baliqchilik, suv toshqini va qirg‘oqlarni himoya qilish, mudofaa inshootlari va boshqalar kiradi. Suv resurslarining umumiy hajmi yer yuzida 1,3 mlrd. km^3 ni tashkil qiladi, shundan 97,2 % ichishga yaroqsiz sho‘r suvdir, 2,15 % muzliklardagi suvlar va faqat 0,65 % nigina chuchuk suv tashkil qiladi.

Markaziy Osiyo va Shimoliy Qozog‘iston daryolaridan yil davomida oqib o‘tgan suvning o‘rtacha miqdori 127 km^3 ga teng bo‘lib, shu jumladan Amudaryoda 79,5 km^3, Sirdaryoda 37,2 km^3 ni tashkil

etadi. Bulardan ko'rinib turibdiki, suv resurslarining hududlar va vaqt bo'yicha taqsimlanishi bir tekis emas va ulardan foydalanish ma'lum gidrotexnik tadbirlarni taqozo etadi.

Misrda sug'orish kanallari miloddan 4400 yil oldin, Gollandiyada miloddan 2 ming yil oldin toshqinga qarshi dambalar, Xorazmda miloddan oldin VI—III asrlarda sug'orish tarmoqlari, to'g'onlar qurilgani ma'lum. Zarafshon vodiysida VIII asrda sug'orish kanallari, hozirgi Birinchi may suv olish inshooti o'rnida esa to'g'on qurilganligi arab tarixchisi Ibn-Xaukal asarlarida keltirilgan. Farg'ona kanali Samarqandni, Shoxrud kanali Buxoroni suv bilan ta'minlagan. Shosh yurti (Toshkent atrofi) da 50 dan ortiq aholi yashaydigan joylar, katta kanallar mavjudligi grek tarixchilari tomonidan yozib qoldirilgan. Farg'ona vodiysida XVI—XVII asrlarda katta sug'orish kanallari qurilgan. XIX asr boshlarida faqat Amudaryoning pastki qismida suvni balandlikka ko'tarib beruvchi 60000 dan ortiq chig'irlar mavjud bo'lgan.

Bizgacha saqlanib kelgan Zax, Iskandar, Bo'zsuv, Salar, Polvon, Shovot, G'azavot, Darg'om, Norpay va Shumanay kanallari, Xon va Abdullaxon to'g'onlari, O'zbekiston hududida 1,6—1,8 mln. gektar sug'oriladigan ekin maydonlari mavjudligi o'tgan tariximizda gidrotexnika qurilishining keng ko'lamiga yorqin misoldir.

Markaziy Osiyoda suv xo'jaligi va melioratsiya bo'yicha ilmiy tadqiqot ishlariga XIX asrning oxiri XX asrning boshlarida kirishilgan, bu soha o'tgan asrning 60-yillariga kelib o'zining yuqori pog'onasiga ko'tarilgan. Hozirgi kunda respublikamizda sug'orish uchun yaroqli yerlar 15,9 mln. gektarga teng bo'lib, sug'oriladigan maydon 4,3 mln. gektarni yoki umumiy maydonning 9,3 % ini tashkil etadi. Qishloq xo'jaligida olinadigan mahsulotlarning 95 % sug'oriladigan yerlar hissasiga to'g'ri keladi.

Ayni paytda respublikamiz qudratli suv xo'jaligi majmuasiga ega: 53 ta suv ombori, 41 ta GES, 1456 ta nasos stansiyalari, 30 ming km xo'jaliklararo kanallar, 156 ming km ichki tarmoq kanallari, 134 ming km zovurlar, 117 mingdan ortiq gidrotexnika inshootlari qurilgan bo'lib, ulardan foydalanishni tashkil etish uchun ko'plab mutaxassis kadrlar talab qilinadi.

Gidrotexnika qurilishi uchun zarur bo'lgan loyiha-qidiruv ishlari Toshsuvloyiha, Suvloyiha, O'zmeliosuvloyiha institutlarida, gidrotexnika fani bo'yicha ilmiy izlanishlar O'zbeksiton Respublikasi

Fanlar akademiyasining Suv muammolari institutida, SANIIRI ishlab chiqarish birlashmasida, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya instituti,Qarshi muhandislik-iqtisodiyoti institutida va yana bir qancha oliy ta'lim muassasalarida olib borilmoqda.

Ana shulardan kelib chiqib, suv xo'jaligi va melioratsiya sohasida yuqori malakali kadrlar tayyorlash shu kunning dolzarb vazifalaridan biriga aylangan va uni bajarish maqsadida sezilarli ijobiy ishlar amalga oshirilmoqda. E'tiboringizga havola etilayotgan ushbu "Gidrotexnika inshootlari" darsligi mualliflarning bu boradagi ezgu maqsadlari yo'lidagi urinishlaridan biridir, deyilsa xato bo'lmaydi.

Darslikni tayyorlashda mualliflar tomonidan avval kasb-hunar kollejlari uchun nashr etilgan o'quv qo'llanmalari (M. Bakiyev, B. Nosirov, R. Xo'jaqulov "Gidrotexnika inshootlari". T., "Bilim", 2004; M. Bakiyev, B. Nosirov, R. Xo'jaqulov "Gidrotexnika inshootlari". T., "Talqin", 2007) dan foydalanildi. Shuningdek, N.P. Rozanov tahriri ostida nashr etilgan "Гидротехнические сооружения" (M., Agropromizdat, 1985) o'quv qo'llanmasining ayrim qismlari erkin holda tarjima qilindi.

Darslikda tabiiyki, kamchiliklar va ayrim xatolarga yo'l qo'yilgan bo'lishi mumkin. Darslik haqida o'zlarining qimmatli fikr va mulohazalarini yo'llaganlarga mualliflar oldindan o'z minnatdorchiliklarini bildiradilar.

VIII BO'LIM. DARYODAN SUV OLISH INSHOOTLARI

8.1. Suv olish inshootlari haqida umumiy ma'lumotlar

8.1.1.Suv olish shartlari va tasnifi

Suv olish haqida tushuncha. Xo'jalik va ichimlik maqsadlarida foydalaniladigan suv manbalari xilma-xildir, bularga daryolar, daryolardagi va soylardagi suv omborlari, ko'llar, hovuzlar va boshqalar kiradi. Har bir manbadan suv olinganda suv oluvchi inshoot qurilma yoki moslama bilan jihozlanadi va u suvni suv o'tkazuvchi inshootga yoki bevosita iste'molchiga uzatadi.

Suv olish inshootlari o'zi oqar va suvni mexanikaviy (nasoslar yordamida) ko'tarib beradigan turlarga bo'linadi. Bundan keyin suv manbalardan yoki havzalardan (suv omborlari) suvni bosh va derivatsiya kanallariga, ayrim hollarda novlar va tunnellarga faqat o'zi oqar suv olishga mo'ljallangan gidrotexnika inshootlari ko'rib chiqiladi. Ularni *kanallar* deb ataymiz. Bunday suv olish inshootlari suvni irrigatsiyaga, yaylovlarni suv bilan ta'minlashga, derivatsiya GES lariga hamda o'zi oqar suv olishda va boshqa iste'molchilarga, masalan, issiqlik va atom gidroelektrostansiyalariga va ba'zi bir hollarda xo'jalik va ichimlik suv ta'minotiga qo'llaniladi.

Suv olish gidrouzellarining tasnifi. Past bosimli suv olish gidrouzellarni bir nechta asosiy belgilarga ko'ra tasniflash mumkin: *suv olish manbayining turiga ko'ra* — daryo, ko'l, dengiz, sizot suvlari; *suv olish inshootidan suvni transportlash sharoitiga ko'ra* — o'zi oqar va suvning mexanikaviy ko'tarish (nasoslar yordamida); *daryo o'zaniga nisbatan joylashuvi bo'yicha* — o'zanda va qirg'oqda; *cho'kindilarga qarshi kurashishda qo'llaniladigan vositalar turi bo'yicha* — yuvuvchi yo'lak bilan, yuvuvchi galereyalar bilan, shag'al ushlovchi bilan, ikki qavatli, oraliq va yon devorlardagi tirqishlar, novlar va shu kabilar bilan.

Suv olishning vazifalari. Har qanday turdagi suv olishga quyidagi talablar qo'yiladi: 1) suv iste'moli grafigi asosida manbadan (daryodan) kafolatli uzluksiz suv olishni ta'minlash; 2) tub cho'kindilar, muzlar va suzgichlarni kanalga kirib qolishdan saqlash; 3) suv olish inshootidan suvni o'tkazishda katta bosim yo'qolishiga yo'l qo'ymaslik; 4) suv olish inshooti va uning alohida qismlarini tozalash, yuvish, ta'mirlash vaqtida va avariya holatida ishlashini va to'xtatib qo'yishni ta'minlash; 5) baliq himoyalovchi va baliq yo'naltiruvchi qurilmalar yordamida baliqlarni qo'riqlashni ta'minlash.

Ba'zi bir hollarda suv oluvchi inshootlarga maxsus talablar qo'yiladi, masalan, suv manbasining minimal harorat va yuqori zichlikka ega bo'lgan qatlamidan suv olinadi. Bundan tashqari suv olish gidrouzeli tarkibiga kiruvchi inshootlar va ularning qismlari gidrotexnika inshootlariga qo'yiladigan mustahkamlik, ustuvorlik, uzoq muddat ishlashi va foydalanishga qulay va hamma talablarga javob berishi kerak.

Irrigatsiyaga suv olishning o'ziga xos xususiyatlari. Daryodan irrigatsiya maqsadlarida suv olishda, ko'p hollarda muallaq va tub cho'kindilar kanalga o'tadi. Suv olish tugunlarining vazifasi shundan iborat bo'ladiki, tub cho'kindilarni kanalga o'tmasligini ta'minlash va ularni gidrouzel pastki befiga tashlab yuborishdir. Kanalga o'tgan muallaq zarralar esa uning bosh qismida o'rnatilgan tindirgichlarda cho'ktiriladi.

Suvni maydonga o'zi oqar tarzda o'tkazishda suv sathlari orasidagi bosim yo'qolishi minimal bo'lishini va o'z navbatida suv olish inshootidan suv sarflarini o'tkazishda ham bosim yo'qolishini minimumgacha yetkazishni ta'minlashdir.

Irrigatsiya maqsadlari uchun foydalaniladigan daryolar, masalan, O'rta Osiyoda muzliklar erishidan to'yinadi. Bu holda suv iste'moli grafigini daryoning gidrografigi joylashtirilganda unga mos tushadi va oqimni mavsumiy boshqarish uchun suv ombori qurish zarurati tug'ilmaydi. Shu sababli irrigatsiya gidrouzellarining vazifasi kanalga suvni o'tkazish uchun zarur bo'ladigan dimlangan sathni ta'minlashdir.

Bir va ikki tomonga suv olish. Suv iste'molchilari qirg'oqning u yoki bu qirg'og'ida joylashgan bo'lishi mumkin. Shuning uchun to'g'onli gidrouzellardan bir tomonga va ikki tomonga suv olish mo'ljallanadi. Ikki tomonga suv o'tkazishni mustaqil ikki tomonga

joylashgan suv olish inshooti yordamida amalga oshirish mumkin, ulardan har biri suvni faqat bir qirg'oqqa uzatadi. O'z navbatida suvni ikki tomonga o'tkazishni bir tomonga suv olish orqali amalga oshirish ham mumkin. Bu holda suv sarfining bir qismi suv tashlash to'g'onida qurilgan dyuker yordamida amalga oshirish mumkin.

Suv olish koeffitsiyenti. Suv olish inshootining suv olishi suv olish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi. U kanalga olinadigan suv sarfining daryodagi suv sarfi nisbati ko'rinishida bo'ladi. Suv olish koeffitsiyenti tub cho'kindilarning kanalga o'tishiga jiddiy ta'sir qiladi. Suv olish koeffitsiyentining raqamli qiymatlari katta oraliqda o'zgaradi, ba'zi bir hollarda u birgacha yetadi — suv manbayidagi hamma suv sarfini suv olish inshooti oladi. O'rta Osiyo va Kavkaz daryolari uchun maksimal suv sarfining minimalga nisbati 100 va undan katta bo'ladi.

Suv olish gidrouzellari inshootlari tarkibi. Ularning turlari (to'g'onsiz va to'g'onli) tizimning suv berish usuli, daryoning gidrogeologik va o'zan rejimlari va boshqa ko'pgina mahalliy sharoitlarga bog'liq bo'ladi.

Umuman irrigatsiya gidrouzellari asosiy inshootlari tarkibiga suv oluvchi bosh inshoot, suv o'tkazuvchi to'g'onlar, mahalliy materialdan barpo etiladigan ustidan suv o'tkazmaydigan to'g'onlar, yuqori va pastki beflardan o'zanni rostlovchi dambalar, muz tashlagichlar, tindirgichlar hamda ko'priklar kiradi.

Agar daryodan kompleks holda foydalaniladigan bo'lsa, gidrouzel tarkibiga gidroelektrostansiya binosi, kema o'tkazuvchi shlyuzlar, baliqlarni o'tkazib yuboradigan hamda yog'och oqizish inshootlari ham kiradi.

Suv olish gidrouzellarini joylashtirish. Gidrouzellarni joylashtirishda ularning asosiy va ikkinchi darajali inshootlarini o'zaro joylashuvi xalq xo'jaligi va texnik talablarni qondiradigan ushbu inshootlarning birgalikda ishlash sharoitini ta'minlashi lozim.

Gidrouzellarni ratsional joylashuvini tanlash pirovard natijada turli xil variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida amalga oshiriladi. Bunda ko'proq atrof-muhit himoyasi talablariga rioya etilgan va boshqa bir xil sharoitlarda va eng yuqori texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarda asosiy inshootlar ekspluatatsiyasi ishonchliligi, montaj va ta'mirlash uchun qulay sharoit yaratilgan, material resurslarni iqtisod qilinishi, kelajakda sug'orishni rivojlantirish ta'minlangan variant tanlab olinadi.

I va II sinf gidrouzellar inshootlarini joylashtirish tajribaviy tadqiqotlar natijasida asoslanishi lozim. III va IV sinf gidrouzellar uchun bunday tadqiqotlar faqat ishlab chiqarishda sinab ko'rilmagan sxemalar uchun o'tkaziladi.

Gidrouzellarni joylashtirishni ishlab chiqish vaqtida inshootlarning bir vaqtning o'zida ekspluatatsion funksiyalarini bajarilishini imkoniyatlar va texnik maqsadga muvofiqligi; inshootlarni barpo etish va ularni navbati bilan ekspluatatsiyaga topshirish; sug'orish tizimlariga suv uzatish; energiya ishlab chiqarish; qurilish davrida kema va baliqlarni o'tkazib yuborish e'tiborga olinishi lozim.

Gidrouzel stvori joylashtiriladigan uchastkadagi topografiya va geologik sharoitlar bosimli inshootlar minimal uzunligini; hududni suv bosmasligi, turar joylar va asosiy yordamchi korxonalarni joylashtirish imkoniyatini yaratishni hamda yo'l tarmoqlarini barpo etishni; gidrouzel qurilgan hududda landshaft va o'simliklar dunyosi uchun tabiiy sharoitlarni saqlanishini ta'minlashi lozim.

Gidrouzellarni qurish davrida: beton xo'jaligini jamlashni, betonli inshootlarning gruntli inshootlar bilan minimal darajada kesishuvini, barpo etishda materiallari bir xil bo'lgan inshootlarni ixcham joylashtirishni; zaminni mustahkamlash bo'yicha bajariladigan ishlari uchun sharoitlar yaratishni; qurilish suv sarfini to'xtovsiz o'tkazib yuborishni; gidrouzelni eng qisqa muddatlarda barpo etishni; qazilma va ko'tarma maksimal balansini va karyer, rezerv, otval va sh.k. lar hajmini qisqartirishni ko'zda tutilishi lozim.

Uzluksiz ekspluatatsiya qilishni ta'minlash uchun gidrouzellarni joylashtirishda barcha inshootlarning eng qulay tartibda ishlashiga; ularni navbati bilan ekspluatatsiyaga topshirish imkoniyatini yaratishga; suv toshqinlari va muzlarni o'tkazish davrida ikkala befda ham qulay gidravlik tartibni yaratishga; meliorativ tizimlarga tub cho'kindilarni minimal darajada o'tkazishga harakat qilish lozim.

8.1.2. Suv olish inshooti turini tanlash

Suv olish inshooti turi mahalliy sharoitlarning belgilariga ko'ra tanlanadi, ularga quyidagilar kiradi:

1) daryodan foydalanish planining qabul qilingan bosh sxemasi;

2) daryodan keladigan suvning umumiy miqdori, olinadigan suvning sarfi va suvning sifatiga qo'yiladigan talablar;

3) daryoning gidrogeologik va o'zanning o'zgarish tartibi hamda ular bilan bog'liq bo'lgan cho'kindi, muz-shovush va hokazolarga qarshi ko'riladigan chora-tadbirlar;

4) suv olinadigan joydagi daryo uchastkasining xarakteri (baland tog'li, tog'li, tog'oldi, vodiy va delta uchastkalar);

5) inshoot qurish mo'ljallangan joyning gidrologik va gidrogeologik sharoitlari;

6) inshootlarni ishlatish va boshqa mahalliy omillarni nazarga olib belgilanadi.

Suv manbalarining tabiiy rejimini suvdan foydalanish rejimi bilan bog'lash katta ahamiyatga ega, chunki daryoning suv rejimi bilan suvdan foydalanish rejimida ko'rsatilgan suv sarfi vaqt bo'yicha turlicha o'zgarib turadi. Agar yilning biror mavsumida daryodagi suv sarfi va uning suv sathi, inshootga olinadigan suv sarfi va suv sathidan ortiq bo'lsa, daryodan suvni to'g'onsiz olish mumkin.

Agar daryodagi suv sathi bosh kanalga suv olishni ta'minlasa hamda topografik, gidrogeologik va geologik shart-sharoitlari qulay bo'lib, daryodan olinadigan suv sarfi undagi mavjud suv sarfidan ortiq bo'lsa, to'g'onsiz yon tomonga suv olishga yo'l qo'yiladi. To'g'onsiz frontal suv olish (shporali) suv olish koeffitsiyenti kanalga olinadigan suv muqdorining daryodagi suv miqdoriga nisbati, $k = \frac{Q_{kan}}{Q_{daryo}}$ katta (0,2 va undan yuqori) bo'lgan hollarda hamda daryodagi suv sathi bilan bosh kanalning bosh qismidagi suv sathi ayirmasi farqi yetarli bo'lmagan hollarda qo'llaniladi. To'g'onsiz suv olinganda, albatta, bosh inshoot qurilishi shart. Daryodagi suv iste'molchi uchun yetarli bo'lib, uning suv sathi bosh kanaldagi suv sathidan past bo'lsa to'g'onli suv olish inshootlari qo'llaniladi.

Suvni to'g'onsiz olishga nisbatan to'g'on yordamida suv olish ishonchliroq bo'ladi hamda u quyidagi imkoniyatlarni yaratadi:

1) suvdan foydalanuvchilarni turli sharoitlarda suv bilan uzluksiz ta'minlab turishga imkon beradi hamda daryodan suv olish koeffitsiyentini oshiradi;

2) atrofdagi sug'oriladigan yerlarga nisbatan suv sathini ancha yuqoriga ko'taradi va shu bilan birga bosh kanalning salt qismini qisqartiradi;

3) bosh kanalga tub cho'kindi, shovush va muzlarning kirishiga qarshi ko'riladigan tadbirlarni ishonchli ravishda amalga oshirish uchun zamin yaratib beradi;

4) daryoning bir joyidan ikki tomonga suv olishga imkon beradi.

Cho'kindilarga boy daryolardan to'g'on yordamida suv olinganida tub cho'kindilarga qarshi kurashish tadbirlariga e'tibor beriladi. To'g'on oldida suvning tezligi kichik bo'lgani uchun u yerda yirik cho'kindilar cho'kadi va ular maxsus inshootlar orqali davriy yoki to'xtovsiz ravishda pastki befga o'tkazib yuboriladi. Shu munosabat bilan suv olish inshootlarining turli sxemalari hamda bosh inshootning turli xil konstruksiyalari vujudga keladi. Bu sxema va konstruksiyalar bir-biridan cho'kindilarga qarshi kurashish usullari va cho'kindilarni tutib qoladigan inshootlarning konstruksiyalari bilan farq qiladi.

Turli xildagi past bosimli to'g'onli suv olish inshootlarini ishlatish tajribalari hamda suv olish inshootlarning qo'llanishi bo'yicha tavsiyalar 8.1-jadvalda keltirilgan.

Suv olish inshootini yakuniy tanlash, berilgan tabiiy sharoitdagi qurilishga mos ravishda inshootlarni ishlatish sharoitini, ishlab chiqarish usullari va xalq xo'jaligi tarmoqlarini rivojlantirishni e'tiborga olgan holda, variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash yo'li bilan bajariladi.

Nazorat savollari

1. Daryodan suv olish inshootlari haqida umumiy ma'lumot bering.
2. Suv olishning qanday shartlari bor?
3. Suv olish inshootlari qanday turlarga bo'linadi?
4. Suv olishning qanday vazifalari bor?
5. Daryodan irrigatsiya maqsadida suv olishni mohiyatini aytib bering.
6. Daryodan bir va ikki tomonga suv olish qanday bajariladi?
7. Suv olish gidrouzellari qanday tarkibga ega?
8. Suv olish inshooti turi qanday tanlanadi?
9. To'g'on yordamida suv olish qanday afzalliklarga ega?
10. Daryoning asosiy uchastkalari uchun tavsiya qilinadigan suv olish gidrouzellari turlarini aytib bering.

Daryoning asosiy uchastkalari uchun tavsiya qilinadigan suv olish gidrouzellarining turlari

Suv olish tuguni turlari	Qo'llanish oblasti	Keluvchi o'zan	Suv olish koeffitsiyenti, sarf	Alohida shartlar
Yon tomonga: Cho'kindilarni frontal yuvuvchi	Daryoning tog' oldi va tekislikdagi, bazi tog'li uchastkalar. Suvni bir va ikki tomonga uzatish	Bir tomonga suv olishda egri chiziqli, ikki tomonga suv olishda to'g'ri chiziqli	$K_s \leq 0,5$; sarflar cheklanmagan; bitta suv qabul qilgich sarfi 5 m^3/s gacha	$K_s \leq 0,5$; tub cho'kindilar cho'ktirish va vaqti-vaqti bilan yuvish. Daryoning sel kam bo'lgan uchastkalari, suzgichlarning yo'qligi
Tokchali cho'kindi tutgich galereyali yuvuvchi tirqishlar uzoqlashtirilgan oraliq devori				
Frontal: Yo'lakli ikki yarusli tindirgichli cho'kindi tutgich galereyasi	Ko'proq daryoning tekislikdagi, tog' oldi uchastkalarida yo'l qo'yiladi. Ikki tomonga suv uzatiladi	To'g'ri chiziqli	$K_s \leq 0,7$; sarflar chegaralanmagan	Ko'p miqdorda suvga botgan daraxt, to'nka va suzgichlari bi'lgan daryolarda tavsiya qilinmaydi.
Farg'onacha:	To'g' oldi uchastkalarida bir tomonga suvni uzatish	Egri chiziqli	$K_s \leq 0,8$; sarflar chegaralanmagan	Suv sarfining bir qismini (30% gacha) boshqa qirg'oqqa uzatishga yo'l qo'yiladi.
Tubli-panjarali: tirolskiy	Daryo uchastkalari: tog'li	To'g'ri chiziqli	$K_s \leq 0,4$ sarf 20m^3/s gacha	Daryoning maksimal hisobiy sarfi 300 m^3s gacha
Qiya panjarali qiyshiq yo'naltirilgan yoki cho'kindi tutgich transheyali qatlamlarga bo'lib, panjarali	Tog'li sel ko'p bo'lgan Tog'li sel kam bo'lgan Tog'li sel kam bo'lgan	Egri chiziqli Egri chiziqli To'g'ri chiziqli	$K_s \leq 0,7$ sarf 20m^3/s gacha $K_s \leq 0,4$ sarf 20m^3/s gacha	Xuddi shunday va suzgichlar ko'p bo'lganda

8.2. To‘g‘onsiz suv olish

8.2.1. To‘g‘onsiz suv olish inshootlarining umumiy ishlash sharoitlari

Umumiy ma’lumotlar. To‘g‘onsiz suv olish inshooti deb shunday suv olish gidrouzeliga aytiladiki, bunda daryodan suvni texnologik olish jarayoni tabiiy sathlarda amalga oshiriladi. Bunday suv olish suvni kanalga o‘zi oqar va nasoslar yordamida ko‘tarish orqali amalga oshirilishi mumkin.

To‘g‘onsiz suv olish inshootlarini loyihalashdan asosiy maqsad ularda konstruktiv va ekspluatatsiya usullari yordamida tub cho‘kindilar, muz, muz parchalari, suzgichlarni tarmoqqa o‘tmasligiga yo‘l qo‘ymaydigan va keskin kamaytiradigan gidravlik va ekspluatatsiya sharoitlarini yaratishdan iborat.

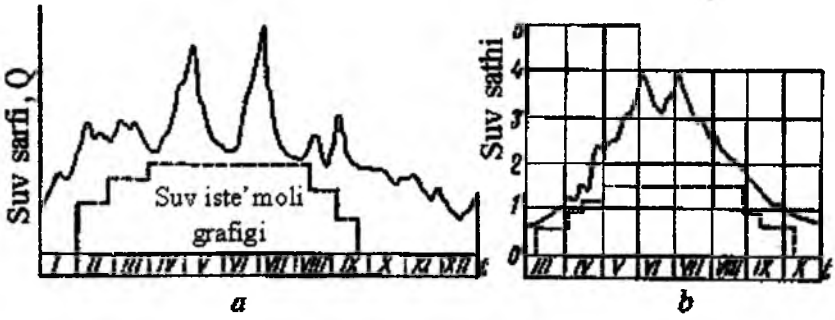
Umuman olganda to‘g‘onsiz suv olish gidrouzellari past bosimli inshootlar, qurilmalar va moslamalar majmuasini tashkil etib, ular suv olishga qo‘yiladigan talablarni hisobga olgan holda suv olish jarayonini bajarilishini ta’minlaydi.

Bosh kanalga o‘tadigan suv oqimini boshqarish shakli bo‘yicha to‘g‘onsiz suv olish inshootlari boshqarilmaydigan va boshqariladigan turlarga bo‘linadi. Boshqarilmaydigan suv olishda bosh kanaldagi suv sathi daryodagi suv sathi o‘zgarishiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi. Daryoning minimal suv sathlarida ham kanalga hisobiy sarf o‘tishi lozim.

Boshqariladigan suv olishda shlyuz-rostlagichlar qo‘llaniladi, ular yordamida daryodagi suv sathi o‘zgarishidan qat’i nazar suv bosh kanalga suv iste’moli grafigi asosida uzatiladi.

Tabiiy sharoitlarda daryolarning suv sathlari va sarflari vaqt davomida o‘zgarib turadi. Qulay topografik va gidrogeologik sharoitlarda o‘zi oqar to‘g‘onsiz suv olishda daryodagi suv sathi bosh kanaldagi suv sathidan yuqori bo‘lishini ta’minlash lozim (8.1-rasm, b). Shu bilan bir qatorda to‘g‘onsiz suv olishda kanal va daryoning bir-biriga bog‘liq bo‘lgan suv sathlarida suv iste’moli grafigi daryoning gidrografigiga joylashishi kerak (8.1-rasm, a). Daryo suv sarfining bir qismini kanalga olinadigan suv sarfi tashkil etishi to‘g‘onsiz suv olishni qo‘llashning qulay sharoitlaridan hisoblanadi. Ko‘pgina daryolar talablarga javob bermaydi. Sug‘orishga muzliklar erishidan

to‘yinadigan daryolardan to‘g‘onsiz suv olish mumkin. Chunki ulardan maksimal suv o‘tish davri eng yuqori suv iste’moli davriga to‘g‘ri keladi.



8.1-rasm. **To‘g‘onsiz suv olishda qo‘llaniladigan shartlar:**
a – daryoning gidrografi va suv iste’moli grafigi;
b – daryo va kanalning suv sathi o‘zgarish grafiklari.

To‘g‘onsiz suv olish daryodagi suv olinadigan joylardagi uchastkalar yuvilishga chidamli, sirpanib tushib ketmaydigan, qirg‘oq suv ostida ko‘milib ketmaydigan, daryo o‘zani turg‘un, inshoot oldidagi daryo o‘zanida suv girdoblanib oqmaydigan, bosh kanaldan ortiqcha suvlarni tushirib yuboradigan tashlovchi inshootlar bo‘lgan joylarda qo‘llaniladi.To‘g‘onsiz suv olish inshootlarining konstruksiyalari oddiy, ularni daryoning to‘g‘ri va egri chiziqli uchastkalarida qurish mumkin. Ularning qurilishi arzon bo‘lsa-da ishlatish ancha murakkab va qimmat bo‘ladi. Shu sababli ularni hamma daryolarda ham qo‘llab bo‘lmaydi. To‘g‘onsiz suv olishda kanalga suv bilan birga tub va muallaq cho‘kindilar o‘tadi. Tub cho‘kindilarga qarshi kurashishda har xil usullar qo‘llaniladi: 1) suv olishni tabiiy ko‘ndalang sirkulatsiya hosil bo‘ladigan botiq uchastkada joylashtirish; 2) suv olish koeffitsiyentini 0,2 gacha chegaralash; 3) M.V. Patapovning sun’iy ko‘ndalang sirkulatsiya hosil qiluvchi oqimni yo‘naltiruvchi tizimlarini qo‘llash; 4) suv olish ostonasi sathini ko‘tarish; 5) daryo o‘zanini rostlash; 6) suvni cho‘kindilarga uncha boy bo‘lmagan yuqori qatlamidan olish; 7) suv olish frontini suv oqimi o‘qiga perpendikular yoki perpendikularga yaqin joylashtirish.

Boshqarilmaydigan suv olish bir qator kamchiliklarga ega: 1) kanalga o'tadigan sarfning iste'molchiga beriladigan sarf bilan mos kelmasligi, ya'ni minimal suv iste'moliga kanalga maksimal sarflar o'tishi mumkin; 2) iste'molga nisbatan ortiqcha suvlarni kanallar tizimidan o'tkazish va uni kanalning etak qismidan tashlab yuborish; 3) kanalning o'lchamlarini iste'mol sarfiga emas, balki suv olish inshootidan keladigan maksimal suv sarfiga hisob qilishga to'g'ri keladi; 4) kanal bosh qismining tez loyqa bilan to'lishi uning suv o'tkazish qobilatini kamaytiradi va o'z navbatida iste'molga beriladigan sarflarni ta'minlay olmaydi; 5) kanal bosh qismining loyqaga to'lish sababli, cho'kkan cho'kindilarni to'xtovsiz tez olib tashlash talab qilinadi; 6) daryo shaklining muvofiq o'zgarishi sababli suv olish kallagi joylashgan o'rni o'zgaradi, shu sababli qo'shimcha kanallar qurish zarur bo'ladi. Oxirgi paytlarda boshqarilmaydigan suv olish ko'p qo'llanilmayapti, mavjud bo'lganlari esa mukammallashgan qilib qayta qurilmoqda.

Boshqariladigan suv olish bosh qismida yoki undan ma'lum uzoqlikda joylashgan shlyuz-rostlagichlarga ega, ular yordamida daryodagi suv sathining o'zgarishiga bog'liq bo'lmagan holda suv iste'moli grafigi asosida istalgan vaqtda suvni kanalga o'tishi ta'minlanadi.

8.2.2. To'g'onsiz suv olishning asosiy turlari

To'g'onsiz suv olish turlari qurilish va ekspluatatsiya tajribalari asosida ishlab chiqilgan sxemalar bo'yicha qabul qilinadi. To'g'onsiz suv olishning asosiy turlariga quyidagilar kiradi: *bir kallakli boshqarilmaydigan; ko'p kallakli boshqarilmaydigan; bir kallakli boshqariladigan va ko'p kallakli markazlashgan boshqaruvli.*

Bir kallakli boshqarilmaydigan suv olish. Daryodan ochiq kanal qazib suv olish to'g'onsiz suv olishning eng oddiy turlaridan hisoblanadi, lekin suv olishning bunday oddiy bo'lishi, undan foydalanish ishlarini murakkablashtirib yuboradi (8.2-rasm, a).

Daryodan suvni istalgan miqdorda olib bo'lmasligi, bosh kanal boshlanish qismining cho'kindilar bilan tez to'lib qolishi, daryo o'zanining deformatsiyalanish va bosh kanal boshlanish qismining daryoning pastki tomoniga qarab siljishi bu tartibda suv olishning asosiy kamchiliklaridan biridir.

Ko'p kallakli boshqarilmaydigan suv olish. Toshqin paytida kanalga juda ko'p suv kirishi bilan birga suv bilan qo'shilib ko'p miqdorda cho'kindilar ham kiradi. Toshqin pasaygan sari bosh kanalda cho'kindilar haddan tashqari ko'p cho'kib kanalning bosh qismini to'ldirib qo'yadi natijada, daryoda suv sathi pasaygan vaqtlarda kanalga suv olish mumkin bo'lmay qoladi. Shuning uchun bosh kanalni suv bilan to'xtovsiz ta'minlash maqsadida daryo bo'ylab har xil sathlarda va bir-biridan har xil uzoqlikda joylashgan bir nechta ochiq kanallar qazishga to'g'ri keladi (8.2-rasm, b). Kallaklar orasidagi masofa daryo nishabligiga ko'ra 1...3 km oraliqda joylashtiriladi. Suv harakati yo'nalishi yuqorisida joylashgan suv olish kallaklari daryoda suv sathi juda past bo'lganda ham bosh kanalga suv o'tishni ta'minlaydi. Kallakning suv o'tkazish qobiliyati bosh kanal maksimal suv sarfidan kam bo'lganligi sababli, bir vaqtning o'zida ikki yoki undan ko'p kallakdan suv olishga to'g'ri keladi. Suv olish kanallaridan tindirgich sifatida ham foydalanish mumkin, unda bosh kanalga tindirilgan suv o'tadi.



8.2-rasm. **To'g'onsiz suv olish turlari:**
a – bir kallakli boshqarilmaydigan; b – ko'p kallakli boshqarilmaydigan; d – kanalning bosh qismida joylashgan bir kallakli boshqarilmaydigan; e – kanal bosh qismidan biroz uzoqlikda joylashgan bir kallakli boshqariladigan; f – kanal bosh qismidan biroz uzoqlikda joylashgan ko'p kallakli boshqariladigan; g – ko'p kallakli markazlashgan boshqaruvli; h – shporali; 1 – daryo; 2 – bosh kanal; 3 – irrigatsiya tindirgichlari sifatida foydalaniladigan kanallar; 4 – shlyuz-rostlagichlar; 5 – yuvuvchi kanal; 6 – shpora; 7 – cho'kindilarni yuvuvchi tirqish.

Ko‘p kallakli boshqarilmaydigan suv olishni qo‘llash quyidagi sharoitlarni yaratadi:

1) ishlaydigan kanallar loyqa bilan to‘lganda zaxiradagi kallakni qo‘shish yo‘li bilan bosh kanalga kerakli miqdorda uzluksiz suv berishni ta’minlaydi;

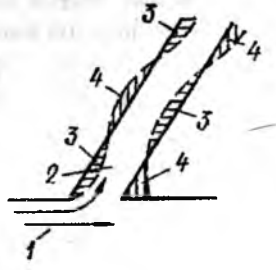
2) daryo oqimi bo‘yicha yuqorida joylashgan kallaklardan foydalanish yo‘li bilan o‘zi oqar suv sathini ko‘taradi;

3) kanallarni loyqalardan tozalash davrida suv uzatish to‘xtamaydi;

4) daryo o‘zanlari joyi o‘zgarganda zaxiradagi kallakni qo‘shish bilan bosh kanalga suvni uzatadi;

5) bir necha kallaklar ishlatib daryodan har qanday suv sarfini olish mumkin.

Ko‘p kallakli suv olish oltitagacha joydan amalga oshirilishi mumkin. Ulardan ketuvchi kanallar bosh kanalning bir va bir nechta joyiga birlashtiriladi. Ko‘p kallakli suv olish inshootlaridan normal foydalanishda bosh kanalga suv bir yoki ikkita kanal orqali tushiriladi, boshqalari esa shu paytda loyqadan tozalanadi yoki zaxirada turadi. Kallakni ishdan to‘xtatish uchun gruntli to‘siqlardan foydalaniladi, ular loyqa so‘ruvchi mexanizmlar yoki yer qazuvchi mashinalar yordamida hosil qiladi. Kallaklarni ishga tushirishda esa to‘siq olinadi yoki yo‘naltirilgan portlatish yordamida buzib tashlanadi. Bu kanallarni ularda suvning kichik tezligiga va oqimning loyqaligi kamayishiga erishib tindirgich sifatida foydalanishi maqsadga muvofiq. Bunday tindirgichlar gidromexanizatsiya vositalari yoki yer qazuvchi mashinalar bilan tozalanib turiladi.



8.3-rasm. **Suv olish kallaklarini daryo oqimi yo‘nalishi bo‘yicha siljishi:**

1 – daryo, 2 – kanal, 3 – loyqa to‘planish zonasi; 4 – yuvilish zonasi.

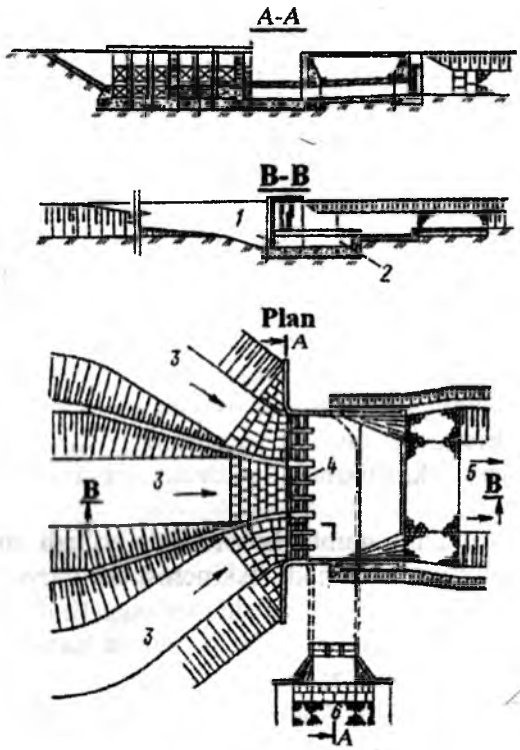
Daryoning mustahkam bo'lmagan yuviladigan qirg'oqlarida joylashgan boshqarilmaydigan suv olish kallaklarining yuvilishi va kanal o'zanlarini loyqa bosishi va oqim tezligi strukturasining o'zgarishi natijasida deformatsiyalanishi hosil bo'lib, kallaklarni siljishiga sabab bo'ladi. Kanaldagi suv oqimi tezligi daryonikidan kichik, shuning uchun kanalning boshlanish uchastkasida juda tez loyqa to'planadi. Suv olish kanalining yuqori qirrasidan so'ng kanalda tub cho'kindilarni olib keluvchi girdoblar hosil bo'ladi va bu yerda muallaq cho'kindilarni cho'kishi natijasida sayoz joylar hosil bo'ladi (8.3-rasm). Suv oluvchi kanalning pastki qirrasi jadal yuviladi. Buning natijasida kanalning boshlang'ich to'g'ri chiziqli uchastkasi suv olish nuqtasidan keyin egrilanadi, bu egrilanish kanalning oqimi harakati bo'yicha pastga siljiydi. Suv olish nuqtalarining daryo oqimi bo'yicha pastga siljish jarayoni tez sodir bo'ladi. Tajribalar shuni ko'rsatdiki irrigatsiya kanallarining suv olish nuqtalari mavsumda 100 m va undan ortiq siljiydi. To'g'onsiz suv olishda kallaklarning siljishiga yo'l qo'ymaslik uchun unga tutashgan daryo qirg'og'i va tubi mustahkamlanadi.

Bir kallakli boshqariladigan suv olish. Bunday turdagi suv olishda bosh kanalga olinadigan suv sarfi shlyuz-rostlagichlar bilan boshqariladi. Shlyuz-rostlagich joylashuvining ikkita sxemasi qo'llaniladi – daryoning suv sathi bilan kesishgan qirg'og'ida va qirg'oqdan birmuncha uzoqdagi masofada (8.2-rasm, d,e). Birinchi sxema daryoning mustahkam va ustuvor bo'lgan qirg'oqlarida va yuvilmaydigan o'zanlarida qo'llaniladi. Ikkinchi sxema daryo o'zani siljiydigan va qirg'oqlari tez yuviladigan joylarda foydalaniladi.

Ikkinchi sxema bo'yicha suv shlyuz-rostlagichga bir kallakli boshqarilmaydigan suv olishdagi hamma kamchiliklarga ega bo'lgan suv oluvchi kanaldan uzatiladi. Demak, bosh kanalga suvni uzatishda sarfni boshqarish imkoniyati bo'lsa-da, u suv oluvchi kanal va uning kallagi ishlashiga bog'liq bo'ladi. Suv oluvchi kanaldan tindirgich sifatida foydalanilganda bosh kanalga suv uzatish sifati yaxshilanadi. Ko'p kallakli boshqariladigan suv olishni qo'llanilishi (8.2-rasm, f) yuqorida keltirilgan kamchiliklarni qisman bo'lsa-da bartaraf etadi.

Ko'p kallakli markazlashgan boshqaruvli suv olish. Bunday suv olish (8.2-rasm, g) daryoning mustahkam bo'lmagan va o'zan joyini o'zgartiradigan uchastkalarida qo'llash mumkin.

Ko‘p kallakli markazlashgan boshqaruvli suv olish bir necha alohida ishlaydigan suv oluvchi kanallardan tashkil topib, ularda daryodan olinadigan suv bitta shlyuz-rostlagichga keltiriladi (8.4-rasm). Suv oluvchi kanallar uzunligi ikki va undan ortiq kilometrni tashkil etadi. Shlyuz-rostlagich ikki qavatli bo‘lib, uning ustki qavati orqali suv bosh kanalga va pastki qavati orqali yuvish kanaliga beriladi. Toshqin vaqtlarida bosh kanalga bitta kanal orqali cuv beriladi va qolganlarining bosh qismida dambalar o‘rnatilib, berkitib qo‘yiladi. Daryoda suv kam bo‘lib, suv sathi pasaygan vaqtlarda bir nechta kanallar ishlaydi.



8.4-rasm. **Ko‘p kallakli markazlashgan boshqaruvli to‘g‘onsiz suv olish:**
1 – yuvuvchi oraliqlarning zatvorlari; 2 – tubdagi yuvgich; 3 – keluvchi kanallar; 4 – yuqori oraliqlarning zatvorlari; 5 – bosh kanal; 6 – yuvuvchi kanal.

Suv oluvchi kanallarda cho'kib qolgan cho'kindilar inshoot tubidagi yuvuvchi tirqishlar orqali yuvuvchi kanalga, so'ngra daryoga tashlab yuboriladi. Yuvish vaqtida Bosh kanalga suv o'tadigan oraliqlar berkitiladi, suv esa tizimga boshqa suv olish kanali orqali beriladi. Suv oluvchi kanallarning har biri bir vaqtning o'zida tindirgich sifatida ham ishlaydi. Buning uchun berilgan tezlik bo'yicha ortiqcha loyqani cho'ktirishni ta'minlovchi uning uzunligi aniqlanadi. Kanal – tindirgichlarni tozalash navbat bilan gidravlik usul va mexanizmlar yordamida amalga oshiriladi.

Kanalga uzluksiz suv berishni ta'minlash uchun kanallardan bitta-ikkitasi ishga tushirildi. Bu vaqtda qolgan kanallarning kallaklari gruntli to'siq bilan to'siladi. Ishlaydigan kanalni loyqa bosgandan keyin uni tozalash uchun berkitiladi, boshqa kanalni esa ishga qo'shiladi. Suv iste'moli grafigi asosida suvni uzluksiz ta'minlash uchun bu kanalni ishlash davrida loyqa bosgan kanal tozalangan va ishga qo'shishga tayyor bo'lishi kerak.

Shporali suv olish. Daryoning past suv sathlarida undagi sarflari kam bo'lganda to'g'onsiz suv olish ishlashi ancha murakkablashadi. Ba'zi bir paytlarda hisobiy sarflarni kanalga uzatish imkoni umuman bo'lmaydi. Bunday hollarda shporali turdagi suv olish qo'llaniladi (8.2-rasm, h). Asosiy ish mohiyatiga ko'ra bu usul to'g'onsiz va to'g'on yordamida suv olish inshootlari o'rtasida turadi.

Aniq qilib aytilganda, shpora to'g'on elementlaridan biri deb hisoblanishi mumkin, chunki to'g'onning vazifasi suv sathini ko'tarish bo'lganidek, shpora ham suv sathini ko'tarish uchun xizmat qiladi.

Shpora egri chiziqli damba ko'rinishida bo'ladi, uning bir uchi suv olish kallagi bilan tutashadi, ikkinchisi esa daryo oqimi yuqorisi bo'ylab joylashgan qarama-qarshi qirg'oqqa tiraladi. Shporaning boshqa sxemasi ham qo'llaniladi, ba'zan u qarama-qarshi qirg'oqqacha yetmay daryo o'zanida tugaydi.

Damba yuqorisi daryo minimal suv sathidan baland qilib joylashtiriladi. Daryo o'zani shpora bilan to'silganda hamma suv sarfi kallakka yo'naltiriladi va bir vaqtning o'zida suv sathi ko'tariladi, buning natijasida suv olish kallagi daryo oqimiga teskari yo'nalish bo'ylab yuqoriga siljiydi. Bosh kanalga olinmay qolgan ortiqcha suvlarni chiqarib yuborish va suv olish oldidagi tub cho'kindilarni daryo o'zanidan qisman yuvish uchun shporaning kallak bilan tu-

tashgan qismida yuvish tirqishlari o'rnatiladi. Daryodan katta suv sarflari o'tganda suv shpora ustidan quyiladi va buning natijasida u buzilishi mumkin.

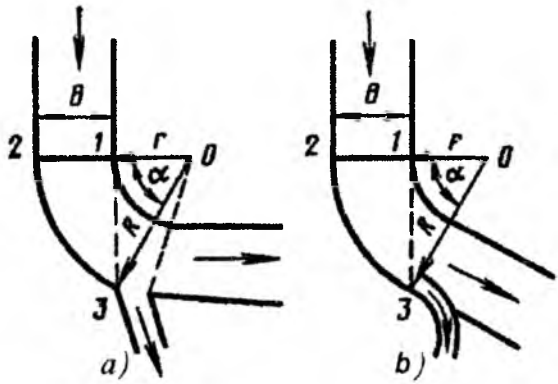
8.2.3. Daryodan suv olish inshootlari quriladigan joyni tanlash

Suv olish inshootlari quriladigan joyni tanlash muhim ahamiyatga ega. Inshootning umumiy joylashuvi uning ish sharoitiga va o'zanda qanday joylashishiga bog'liq. Suv olish inshootini loyihalash, uni qurish va ekspluatatsiya qilish bilan bog'liq bo'lgan qurilish o'rnini tanlash va qator texnik iqtisodiy masalalarni hal qilish uchun tekshiruv va qidiruv ishlariga oid materiallar mavjud bo'lishi kerak. Daryoning suv turg'un holda oqadigan, qirg'oq va tublari mustahkam, yuvilmaydigan, cho'kindilar cho'kmaydigan uchastkalari qurilish uchun eng qulay joy hisoblanadi. Agar qurilish uchun tanlangan uchastka bo'sh gruntlardan tashkil topgan bo'lsa va bu suv oqimi shu yerdan turg'un holda emas, balki o'zgarib oqadigan bo'lsa, bu holda suv oqimini yo'naltiruvchi dambalar qurilib, uning yuviladigan tomonini chidamli materiallar bilan mustahkamlab qo'yiladi.

Suv olish inshootlarini qurish uchun noqulay joylar: 1) inshoot quriladigan joydan yuqorida tub cho'kindilarni qo'zg'atib yuboradigan ostonalar va cho'kindilarga boy daryo irmoqlari quyiladigan yer yaqin bo'lgan joylar; 2) inshoot quriladigan joydan pastda o'zan nishabligi kichik bo'ladigan joylar, bu holda uning cho'kindilarini oqizish qobiliyati kichik bo'ladi va inshootdan pastdagi uchastkani cho'kindilar bosadi; 3) o'zanning inshootdan yuqori qismida suv osti muzlari hosil qiladigan suv tez va yoyilib oqadigan joylar.

To'g'onsiz suv olishda inshoot bunday uchastkalarning past tomonida qurilmasligi lozim. To'g'onli suv olishda esa bunday uchastkalarni suvga bostirib yuborishga intilish zarur.

Suv olish inshootlarni daryoning to'g'ri va egri uchastkalarida qurish mumkin. Bu inshootlar bosh kanalni zararli cho'kindilarning kirishidan saqlashi zarur. Shuning uchun suv olish inshootlarini qurishda bosh kanalga cho'kindilarning kam kirishini ta'minlaydigan inshoot quriladigan joy tanlash masalasiga alohida ahamiyat berilishi zarur.



8.5-rasm. **Daryoning botiq qirg'og'ida bosh suv oluvchi inshoot joylashgan joyni tanlash:**
a) yon tomonga suv olishda; b) frontal suv olishda.

Suv olish uchun eng qulay joy daryoning botiq qirg'og'i hisoblanadi. Chunki bu yerda o'zanni egrilanishi hisobiga sirkulatsiya oqimlari hosil bo'lib, tub cho'kindilar qarama-qarshi bo'lgan qavariq qirg'oqqa yo'naladi. Bu hodisadan samarali foydalanish maqsadida suv olish inshootini o'zanning botiq qirg'og'idagi eng chuqur yuviladigan yerida joylashtirish kerak.

Professor M.V. Daneliyaning tavsiyasiga ko'ra egri chiziqli uchastkadagi suv olishda quyidagi tavsiyalarga amal qilish lozim:

1) yon tomonga suv oluvchi inshoot (8.5-rasm) qavariq qirg'oqdan o'tkazilgan 1–3 urinmani toshqinning 1...5% ta'minlanishidagi botiq qirg'oqning suv chizig'i bilan kesishgan nuqta 3 dan pastda joylashtiriladi.

2) botiq qirg'oqning 2–3 uchastkasidagi uzunligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$L_{2-3} = \pi R \arccos r / R / 180^0 \qquad (8.1)$$

3) frontal suv olish (8.5-rasm, b) 0–3 radial kesimga normal joylashtiriladi.

4) to'g'onli suv olish gidrouzellarida to'g'on joylashgan joy botiq qirg'oqqa (oqim o'zaniga) normal joylashtiriladi.

Suv olish inshootlari quriladigan joy variantlarni texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini solishtirish yo'li bilan tanlab olinadi.

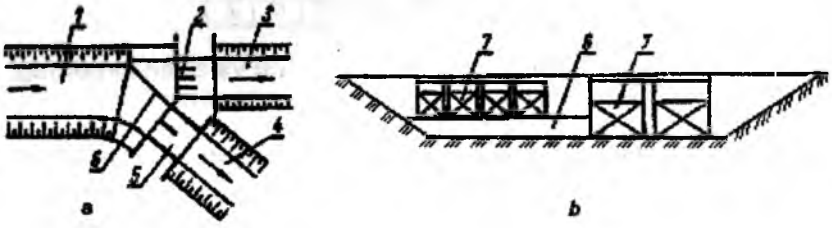
8.2.4. To'g'onsiz suv olish tugunlarining bosh inshootlari

Bosh inshoot konstruksiyasi gidrogeologik va daryodan olinadigan suv sarfi, daryodagi suv sathining o'zgarish chegaralari, inshootni ekspluatatsiya qilish sharoitlari, qurilishning mahalliy sharoitlari, daryodagi o'zanning qayta shakllanishi, qattiq oqim tartibi va boshqalarga ko'ra tanlanadi.

Daryodagi suv sathining tushishiga ko'ra rostlagich ochiq yoki diafragmali turda loyihalanadi. Rostlagich ostonasi bir xil va uning har xil oraliqlarida boshqa belgisida bo'lishi ham mumkin. Ostona sath belgisi suv kamchil davrlarida suv olishni ta'minlash sharoitlaridan kelib chiqqan holda belgilanadi, lekin daryo tubining yoki keluvchi kanalning o'rtacha sath belgisidan past bo'lmasligi kerak. Bosh rostlagich oldidagi oqim tezligini 0,8...1,5 m/s oralig'ida qabul qilinadi.

Bosh rostlagich markazlashgan boshqaruvli kanaltindirgichli ko'p kallakli suv olishda kanallarning har biri uchun mustaqil tirqishga ega bo'lib, bu iste'molchiga bitta va bir necha kanal orqali suv berish imkonini yaratadi (8.4-rasm). Bunday rostlagich ikki qavatli konstruksiyaga ega: yuqori qavatdagi tirqishdan suv kanaltindirgichdan bosh kanalga, pastki qavat tirqishidan tubdagi yuvgichlarga va suv olish joyidan pastga daryoga tashlanadi. Bunda rostlagich tagiga joylashgan yuvgich ostonasi sath belgisi va o'lchamlari konstruktiv qabul qilinadi, so'ngra nazorat qilish va ta'mirlash ishlarini olib borishda kiradigan yo'llar qulay bo'lishini hisobga olgan holda hisobiy suv sarflarini o'tkazish tekshirib ko'riladi.

Ochiq turdagi rostlagich va suv tashlash inshootdan tashkil topgan bosh inshoot sxemasi 8.6-rasmda keltirilgan. Bunday bosh in-



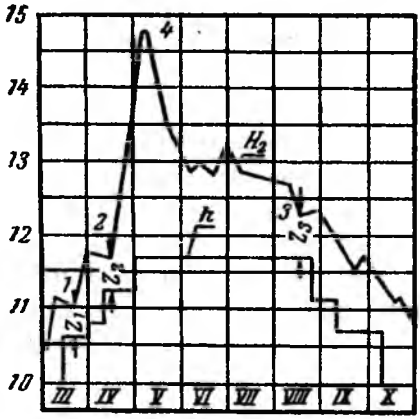
8.6-rasm. **Tashlamali bosh inshoot plani (a) va fasadi (b):**
1 – kanal tindirgich; 2 – rostlagich; 3 – bosh kanal; 4 – tashlama kanal; 5 – suv tashlash inshooti; 6 – ostona; 7 – zatvorlar.

shoot kanaltindirgichli markazlashmagan suv olishda hamda tugunda yuvuvchitashlovchi inshoot ochiq turda bo'lganda suvni frontal olishda qo'llaniladi.

Suv tashlash inshooti ostonasi rostlagich ostonasidan 1...1,5 m pastda o'rnatiladi va yuvishni samaradorligini oshirish, tub cho'kindilarini ushlab qolish va ularni tashlab yuborish uchun rostlagich oldida ostona o'rnatiladi.

8.2.5. Bosh inshoot gidravlik hisobi

Bosh inshootni gidravlik hisoblash natijasida hisobiy suv sarfini o'tkazish uchun inshootning kengligini va shuningdek, bosh kanal va daryoning inshootga yaqin yerlariga zarar keltirmaslik shartlari aniqlanadi. Hisoblar bo'yicha tirqishning kengligi aniqlanadi, beflarning tutashish tartibi tekshiriladi va inshootning balandlik bo'yicha o'lchamlari belgilanadi.



8.7-rasm. **Tizimni ishlash davrida daryodagi va bosh kanaldagi suv sathlarining qo'shma grafiklari.**

Gidravlik hisoblar uchun quyidagilar berilgan bo'lishi kerak:

1) tizimni ishlash davrida hisobiy yil uchun yil davomida daryodagi suv chuqurliklarining (yoki suv sathlarining) o'zgarish grafigi $H_1 = f(t)$ va suv chuqurliklari olinadigan sarflar egri chiziqli bog'lanishi $Q = f(H_1)$;

2) tizimni ishlash davrida yil davomida bosh kanaldagi suv chuqurliklarining (yoki suv sathlarining) grafigi $h = f(t)$ va suv chuqurliklari va olinadigan sarflar egri chiziqli bog'lanishi $Q = f(h)$;

3) suvni kanalga kelish burchagi;

4) bosh inshootning yakuniy konstruktiv tuzilishini qabul qilish (tirqishlar soni, oraliq devorlarning planda ko'rinishi, kirish ostonasining shakli, suzgichlarni ushlab qoluvchi panjaraning, shandor devorining, diafragmaning va boshqalarning joylashuvi).

Bosh inshoot tirqishlari kengligini aniqlashda daryodagi suv sathini tabiiy sarfiga to'g'ri keladigan qilib emas, balki undan olinayotgan suv sarfini hisobga olingan holat uchun ya'ni H_1 emas H_2 uchun qabul qilish maqsadga muvofiqdir.

Daryo uchun $H_1=f(t)$ va $Q=f(H_1)$, kanal uchun esa $h=f(t)$ va $Q=f(h)$ ma'lum bo'lganda Q_1 va Q ni ayirib tashlab daryo stvoridagi vodosliv pastki qismining oxiri oldida H_1 chuqurlikni aniqlash mumkin.

So'ngra, daryodagi suv chuqurligi (yoki suv sathlari) grafigi $H_2=f(h)$ tizimni ishlash vaqtida quriladi va unga ana shu davr uchun H_2 bilan umumiy nolga keltirilgan bosh kanaldagi suv chuqurliklari qo'yilib, bosh inshootning kengligini aniqlash imkonini beradigan ma'lumotlar olinadi.

Bosh inshoot kengligi olinadigan sarfning miqdori daryo va kanal suv sathlari orasidagi farqqa bog'liq bo'ladi. Agar bu farq bo'lmasa, bu davrda to'g'onsiz suv olishda daryodagi suv sathi talab qilinadigan sarfni olishga imkon bermaydi.

Inshoot tirqishi kengligini aniqlash uchun qo'shma grafiklaridan oldindan suv olishning kritik davrlaridagi (masalan, 1,2,3 nuqtalar) suv sarflarining kichik ayirmalari z_1, z_2, z_3 tanlanadi. Chunki ko'riladigan davrlarda kanalga har xil sarflar olinadi, ulardan qaysi biri hisobiy bo'lishi noma'lum. Shuning uchun tirqish kengligi barcha tanlangan holatlarda aniqlanadi va loyihada ularning ichidan kattasi qabul qilinadi.

Bosh inshoot gidravlik hisobi irrigatsiya tarmoqlaridagi inshootlarning gidravlik hisobidan farq qilmaydi va yon tomonga joylashgan ochiq turdagi tirqishdan oqim ko'milib o'tadigan keng ostonali vodosliv suv sarfi formulasi bo'yicha olib boriladi.

Daryoning yuqori suv sathlarida suv shandorlar orqali va so'ngra zatvor ostidan o'tadi.

Inshoot devorlari balandligi daryodagi eng yuqori suv sathi (nuqta 4) dan yuqoriga zarur bo'lgan zaxira bilan qabul qilinadi.

Nazorat savollari

1. To'g'onsiz suv olish inshootlari deb nimaga aytiladi?
2. To'g'onsiz suv olish inshootini loyihalashdan asosiy maqsad nima?
3. To'g'onsiz suv olish inshootlarini qanday turlarini bilasiz?
4. To'g'onsiz suv olishni qo'llanishining qanaqa shartlari bor?
5. To'g'onsiz suv olishda tub cho'kindilarga qarshi kurashishda qanday usullar mavjud?
6. Boshqarilmaydigan suv olish qanday kamchiliklarga ega?
7. To'g'onsiz suv olishda bir kallakli va ko'p kallakli boshqarilmaydigan suv olish qanday amalga oshiriladi?
8. Ko'p kallakli suv olishni qo'llash qanday sharoitlarni yaratadi?
9. Bir kallakli boshqariladigan va ko'p kallakli markazlashgan boshqaruvli suv olishni ta'riflang.
10. Shporali suv olish deganda nimani tushunasiz?
11. Daryodan suv olish inshootlari quriladigan joy qanday tanlanadi?
12. Suv olish inshootlarini qurish uchun qanday joylar noqulay hisoblanadi?
13. Suv olish inshootlarini qurishda eng qulay deb qanday joylar tanlanishi mumkin?
14. M.V. Daneliyaning tavsifiga asosan egri chiziqli uchastkadagi suv olishda qanday tavsiyalarga amal qilish lozim?
15. To'g'onsiz suv olish tugunlarining bosh inshootlarini tushuntiring.
16. Tashlamali bosh inshoot plani va fasadini izohlab bering.
17. Bosh inshoot gidravlik hisobi asosida nimalar aniqlanadi?
18. Bosh inshoot gidravlik hisobi uchun qanday qiymatlar zarur?
19. Bosh inshoot tirqishlari kengligini aniqlash qanday bajariladi?
20. Bosh inshoot gidravlik hisobi boshqa inshootlar gidravlik hisobidan nima bilan farq qiladi?

8.3. Daryodan to'g'onli suv olish gidrouzellari

8.3.1. Umumiy ma'lumotlar va qo'llanish shartlari

Umumiy ma'lumotlar va qo'llanish shartlari. Daryodagi tabiiy suv sathlari iste'molchilarga o'zi oqar suv sarfini uzatish uchun yetarli bo'lmagan vaqtlarda to'g'onli suv olish gidrouzellari

qo'llaniladi. Suv olish gidrouzellaridagi to'g'on daryodagi suv oqimini to'sib, yuqori befdagi suv sathini ko'taradi. Suv dimlash to'g'onlari suv sathini u qadar baland ko'tarmasdan daryodan kafolatlangan suv olish, sug'orish shaxobchalariga zararli cho'kindilarni o'tkazmaslik, suv energiyasidan foydalanish, suv transporti qatnovini yaxshilash hamda sug'oriladigan dalalarni suv bilan ta'minlash uchun quriladi.

To'g'onli suv olish quyidagi hollarda qo'llaniladi: 1) o'zi oqar bosh kanal salt uzunligini qisqartirish iqtisodiy jihatdan afzal bo'lsa; 2) suv olish koeffitsiyenti katta bo'lganda ikkala qirg'oqdan ikki tomonga suv olishda; 3) bir tomonga suv olishdan, masalan, kema qatnaydigan daryolardan ma'lum miqdorda suv olinganda gidrouzel hududida kema qatnovini yomonlashtirganda; 4) gidrouzel joylashgan yerdan yuqorida muz parchalari hosil bo'lishiga va oqim loyqaligini ko'payishiga sabab bo'ladigan daryoning tez oqadigan joylari, bo'sag'alar mavjud bo'lganda. To'g'onli suv olish gidrouzelini qurish olinadigan suv sifatini ancha yaxshilaydi.

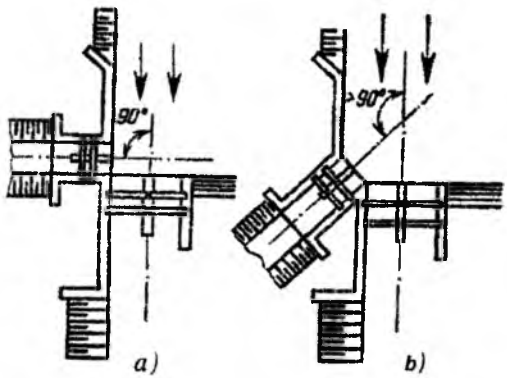
Irrigatsiya, yaylovlarga suv chiqarish va derivatsiya gidroelektrostansiyalari uchun mo'ljallangan suv olish gidrouzellari tarkibiga suv olish bilan bir qatorda quyidagi inshootlar kiradi: 1) suv tashlash to'g'oni; 2) mahalliy materiallardan barpo etiladigan ustidan suv o'tkazmaydigan to'g'on; 3) suv oqimini inshootga yo'naltiruvchi dambalar yoki har xil yo'naltiruvchi inshootlar; 4) bosh suv oluvchi inshoot; 5) loyqa yuvuvchi qurilmalar; 6) xizmat ko'rsatish ko'priklari va tindirgichlar.

Daryoning oqimi bir vaqtning o'zida gidroenergetika maqsadlarida ham foydalanilsa u holda gidrouzel tarkibiga gidroelektrostansiya, kema qatnaydigan daryolarda—kema o'tkazuvchi shlyuzlar, baliqlarning urug' qo'yishi uchun o'tadigan daryolarda—baliq o'tkazuvchi inshootlar kiradi.

Suv tashlovchi to'g'onlar past bosimli qilib quriladi va ularning suv quyilish fronti o'lchamlari oqimni yo'naltiruvchi dambalar bilan chegaralangan turg'un o'zan bilan muvofiqlashtirilgan bo'lishi kerak. Bu o'zanning joyini o'zgartirishini oldini oladi va to'g'on oldida orolchalarning hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaydi hamda undan maksimal suv sarflarini o'tkazishni ta'minlaydi.

8.3.2. Yon tomonga suv olish

Kanalga yon tomondan suv olishda suv oluvchi inshoot sifatida ochiq yoki diafragmali inshootlar qo'llaniladi. Suv oluvchi inshootning o'qi gidrouzelga keladigan asosiy oqim o'qiga to'g'ri yoki o'tmas burchak ostida joylashtiriladi (8.8-rasm). Yon tomonga suv olishda burchak 130–140° dan oshmasligi kerak. Cho'kindilar to'g'ondagi tirqish orqali qirg'oqqa joylashgan tirqishlar va qurilmalar, oraliq devorlardagi tirqishlar, to'g'on tanasidagi ochiq kanallar va shu kabilar bilan yuviladi. Yon tomonga suv olish gidrouzellari daryoning to'g'ri va egri chiziqli uchastkalarida quriladi.



8.8-rasm. **Yon tomonga suv olishni joylashuv sxemalari:** a) to'g'ri burchak ostida; b) o'tmas burchak ostida.

Yon tomonga to'g'onli suv olishda cho'kindilarga qarshi kurashish uchun ko'ndalang sirkulatsiyadan foydalaniladi, uni loyqalatish uchun maxsus konstruksiyalar qo'llaniladi: sirkulatsiya hosil qiluvchi tirqishlar orqali yuvadigan ostonalar (qiyshiq yo'naltirilgan, egri chiziqli, uzunligi bo'yicha siniq chiziqli pog'onalar va boshqalar); tub cho'kindilarni tutgich yuvuvchi galereyalar; yuvgichlar bilan jihozlangan oraliq devorlar va boshqalar.

Cho'kindilarni yuvish sharoitlari bo'yicha yon tomonga suv olish gidrouzellari frontal va yon tomonga yuvish bilan farqlanadi.

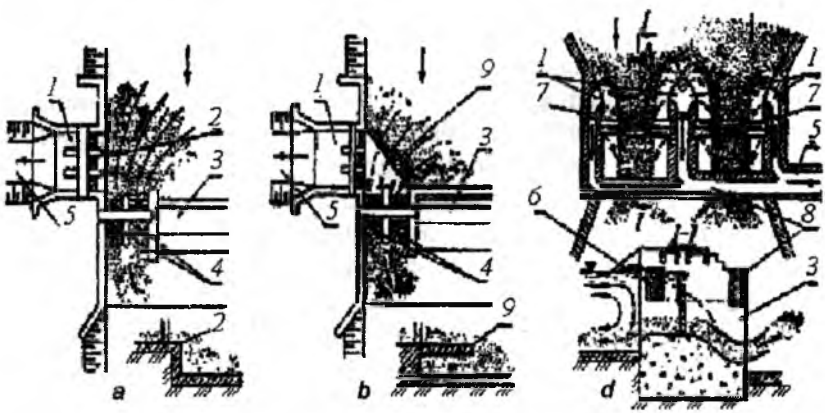
Cho'kindilarni to'g'ondagi tirqish orqali frontal yuvib, yon tomonga suv olish (8.9-rasm). Yuqori befda cho'kib qolgan cho'kin-

dilarni to‘g‘onning bosh inshootga yondashib turgan tirqishlar orqali yuvish konstruktiv jihatdan ancha qulay hisoblanadi (8.9-rasm, a).

Daryodan bu tartibda suv olish bilan suvda oqib keladigan cho‘kindilarning oqim strukturasiga ta’sir qilib bo‘lmaydi, buning natijasida cho‘kindilarga qarshi kurash choralari ancha murakkablashib ketadi. Cho‘kindilarga qarshi kurashish maqsadida bosh inshoot ostonasining daryo tubiga nisbatan biroz baland qilib qurilishi cho‘kindilarning oqish tartibi o‘zgartira olmaydi. Shu tartibda suv olinganida yuqori befni, shu jumladan ostona oldini cho‘kindilar bosib qoladi, natijada mayda va yirik cho‘kindilar kanalga kira boshlaydi. Bundan tashqari cho‘kib qolgan cho‘kindilarni yuvish uchun juda ko‘p suv sarf qilinadi. Cho‘kindilarni yuvish vaqtida suv loyqalanib bosh kanalga cho‘kindilar yana ko‘proq kira boshlaydi. Shu sababli cho‘kindilarni yuvish vaqtida bosh inshootning zatvorlari berkitib qo‘yiladi va bosh kanalga suv o‘tkazilishi vaqtinchalik to‘xtatib qo‘yiladi.

Agar inshoot oldidagi daryodagi suv oqimiga nisbatan 20°—30° burchak hosil qilib cho‘kindi ushlab qoladigan ostona yoki nov o‘rnatilsa, kanalga cho‘kindi kamroq tushadi.

Inshootga yirik cho‘kindilarning kirishini kamaytirish maqsadida A.V. Troitskiy inshoot ostonasi bilan baravar qilib gorizontal tokcha



8.9-rasm. **Cho‘kindilarni frontal yuvib yon tomonga suv olish.**
1 – bosh inshoot; 2 – kirish ostonasi; 3 – to‘g‘on; 4 – yuvish tirqishlari; 5 – kanal; 6 – panjara; 7 – suv qabul qilgich zatvorlari; 8 – nov (akveduk); 9 – gorizontal tokcha.

o'rnatishni tavsiya etadi. Bu tokcha suv oqimini ikki qatlamga ajratadi, cho'kindilari oz ustki qatlam inshootga kiradi, cho'kindilarga boy pastki qatlam gorizontal tokcha ostidagi tirqishlar orqali pastki befga o'tib ketadi (8.9-rasm, b).

Bunday inshootlarning ishlashi bo'yicha olib borilgan tadqiqot ishlari bu qurilma yordamida inshootga olinadigan suvni yirik cho'kindilardan butunlay ozod qilmasligini ko'rsatadi. Buning sababi shundaki, gorizontal devor suv oqimining ichki strukturasiga ta'sir qilmaydi, balki uni sun'iy ravishda ikki qatlamga ajratadi.

Uncha katta bo'lmagan suv sarflari uchun professor V.G. Ayvazyan oraliq devorlar orqali suv olishni taklif etdi, unda suv olish oraliq va yon devorlarda vertikal o'rnatilgan panjarali suv qabul qilgich orqali amalga oshiriladi (8.9-rasm, d). So'ngra maxsus galereyalar bilan suvni qirg'oqqa chiqadigan novlarga o'tkaziladi. Suv qabul qiluvchi tirqishlarni barcha oraliq va yon devorlarga yoki ularning bir qismiga joylashtiriladi. Bu tirqishlarning soni bitta galereyadan o'tkaziladigan suv sarfi (6 m^3/s gacha) bo'yicha aniqlanadi. Tirqish yuqorisi NDS dan 0,1...0,3 m, pastki qismi esa suv tashlash to'g'oni ostonasidan kamida 1,5 m baland qilib joylashtiriladi. Tirqishdan keladigan suv o'tkazuvchilar kengligi 1,5...3 m li ko'ndalang kesimli galereyalar bilan ravon tutashtiriladi. Galereyadagi oqim tezligi suv bilan kiradigan hamma cho'kindilarni transportlashni ta'minlashi kerak. Galereyadagi oqim rejimi bosimsiz qabul qilinadi. Galereyalarni ishdan to'xtatish uchun ularning oxirida yassi zatvorlar mo'ljallanadi. Suv galereyadan suv yig'uvchi novlarga o'tadi, nov tubi bilan galereya tubi pog'ona (ustup) bilan tutashtiriladi, chunki nov bo'ylama nishablikka ega, galereyaning hamma tirqishlari esa bir xil sathda joylashgan.

Oraliq devorlar orqali suv olish gidravlik hisobi bo'yicha kirish tirqishlarining, galereya va novlar kesimlari o'lchamlari hamda tirqishga kirishdan kanalgacha bo'lgan uzunlikda bosim yo'qotilishi aniqlanadi.

Oraliq devorlardagi (ularning bir tomonidan) yoki yon devorlardagi tirqishlar kirish yuzasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega_{kir} = Q_{kan} / n\vartheta_{kir}, \qquad (8.2)$$

bunda Q_{kan} – kanalga o'tadigan maksimal sarf; n – suv qabul qiluvchi tirqishlar soni (har bir oraliq devorda ular ikkita bo'ladi); ϑ_{kir} – tirqishga kiradigan tezlik, 0,5...1 m/s qabul qilinadi.

Tirqish kirish yuzasining ikkita o'zgaruvchan o'lchamidan – b_{kir} va h_{kir} dan biri beriladi, odatda bu suv chuqurligi bo'ladi uni 2 m dan kam qabul qilmaslik tavsiya etiladi.

Suv qabul qilish tirqishiga kirishdagi bosim yo'qotilishi oqim ko'milib o'tadigan keng ostonali vodosliv formulasidan aniqlanadi

$$Q_{tir} = Q_{kan} / n = p\delta\varepsilon\varphi b_{kir} h_{kir} \sqrt{2gz_{kir}}\,, \qquad (8.3)$$

bunda: $p = S/(S+d)$ – oraliqlar koeffitsiyenti [bunda S – panjara oraliqlari (sterjenlar o'rtasidagi juda tor tirqish), 5...15 mm ga teng; d – panjara sterjenlarning qalinligi, 8–10 mm ga teng]; δ – suvni tirqishga yon tomondan kelishini hisobga oluvchi koeffitsiyent (jadvaldan olinadi); burilish 90° da $\delta = 0{,}86$; ε – siqilish koeffitsiyenti; φ – tezlik koeffitsiyenti; z_{kir} – kirishdagi bosim yo'qolish.

Panjaradan o'tishdagi bosim yo'qotilishi A.R. Berizinskiy formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$z_{pan} = \beta\left(\frac{S}{S+d}\right)^{1,6}\left(2{,}3\frac{a}{S} + 2{,}4\frac{S}{a} + 8\right)\frac{\vartheta_{kir}^2}{2g}\,, \qquad (8.4)$$

bunda: β – raqamli koeffitsiyent, qirralari dumaloqlangan to'g'ri burchak shaklidagi sterjenlar uchun 0,318 ga teng; a – panjara sterjenlarning balandligi, 40...70 mm ga teng.

Oraliq va yon devorlardagi galereyalar oqimning tekis harakat formulasi bo'yicha hisoblanadi. Bunda yon devor galereyasidagi sarf, oraliq devor galereyasidagi sarfdan ikki marta kichikligini hisobga olish kerak. Odatda galereyadagi tezlik ϑ_{gal} beriladi, uni 1,5...2,5 m/s ga teng deb qabul qilinadi. Shunda galereya yuzasi quyidagiga teng bo'ladi.

$$\omega_{gal} = Q_{gal} / \vartheta_{gal}\,. \qquad (8.5)$$

Galereyadagi suv chuqurligi, kirishdagi suv chuqurligiga teng yoki undan katta qabul qilinishi mumkin. Katta chuqurlikdan kichik chuqurlikka o'tish (ustup) pog'ona bilan bajariladi. Galereyada suv chuqurligini oshishi oraliq devor kengligini kamaytirishga imkon beradi. Galereyaning qabul qilingan chuqurlik bo'yicha uning kengligi

$$b_{gal} = \omega_{gal} / h_{gal}\,. \qquad (8.6)$$

Galereyaning nishabligi Shezi formulasidan aniqlanadi:

$$i_{gal} = \vartheta_{gal}^2 / (c^2 R). \qquad (8.7)$$

Galereya uzunligi l_{gal} bo'yicha bosim yo'qotilishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$z_{gal} = i_{gal} l_{gal}. \tag{8.8}$$

Galereya boshida va oxirida burilishlardagi bosim yo'qolishi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$z_{bur} = 2,23 \frac{b_{gal}}{r} \sin \alpha \frac{\vartheta_{gal}}{2g}, \tag{8.9}$$

bunda: r –burilish radiusi, chizmadan olinadi; α –burilish burchagi.

Oraliq va yon devorlarga tayangan nov (akveduk) oqimning tekis harakat formulasi bo'yicha hisoblanadi. Novda berilgan tezliklar (1,5...2 m/s) bo'yicha oldin uning yuzasi, so'ngra esa har bir uchastkalarda (oraliqlarda) bosim yo'qolishi aniqlanadi. Nov sarfi o'zgaruvchan bo'ladi, yana oraliq devordan oraliq devorga o'tishga o'zgaradi.

Hisoblar asosida nov uzunligi bo'yicha bosim yo'qolishi quyidagiga teng bo'ladi

$$z_{nov} = i_{nov} l_1 + i_{nov} l_2 + ... + i_{nov} l_n, \tag{8.10}$$

bunda: i_{nov} –nov nishabligi, nov uzunligi bo'yicha u doimiy bo'lishi ham mumkin va uning alohida uchastkalari (oraliqlari) bo'yicha o'zgaradi ham; l_1, l_2, ..., l_n –oraliq devorlar o'qlari oralig'idagi nov alohida uchastkalari uzunligi.

Galereyadan novga chiqishidagi bosim yo'qotilishi quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$z_{chiq} = \left(\vartheta_{gal} - \vartheta_{nov}\right)^2 / 2g. \tag{8.11}$$

Nov uzunligi bo'yicha bosim yo'qotilish z_{nov} (8.7) va (8.8) formulalar bo'yicha aniqlanadi.

Bosimlar yig'indisi

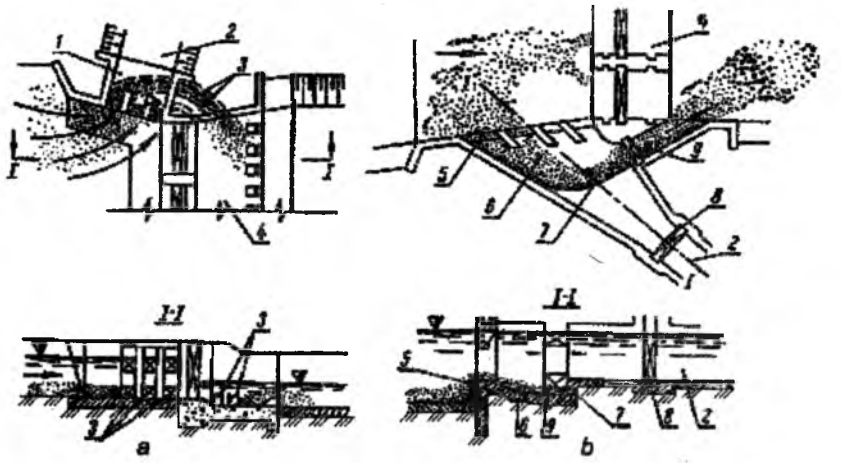
$$\sum z = z_{kir} + z_{pan} + z_{gal} + z_{bur} + z_{nov} + z_{chiq}. \tag{8.12}$$

Kanaldagi suv sathi belgisi

$$\nabla SS = \nabla NDS - \sum Z. \tag{8.13}$$

Cho'kindilarni qirg'oqdagi qurilmalar orqali yon tomonga yuvib, yon tomonga suv olish. Tub cho'kindilarning inshootga kirishiga qarshi kurashish maqsadida oqimning gidravlik strukturasidan foydalanishning turli variantlariga asoslanib ko'pgina inshootlar qurilgan.

Bosh inshoot ostonasi yon tomoni tubining butun kengligi bo'yicha joylashtirilgan yoki yuvish galereya yon tomonga suv olish inshootlari keng tarqalgan (8.10-rasm, a). Bunday inshootlarni mukammal deb bo'lmaydi, chunki suv oqimi to'siqni suyrilib o'tish davrida hosil bo'ladigan sirkulatsiya oqimlari natijasida yirik cho'kindilar yon tomondagi suv olish inshootiga o'tib ketadi.



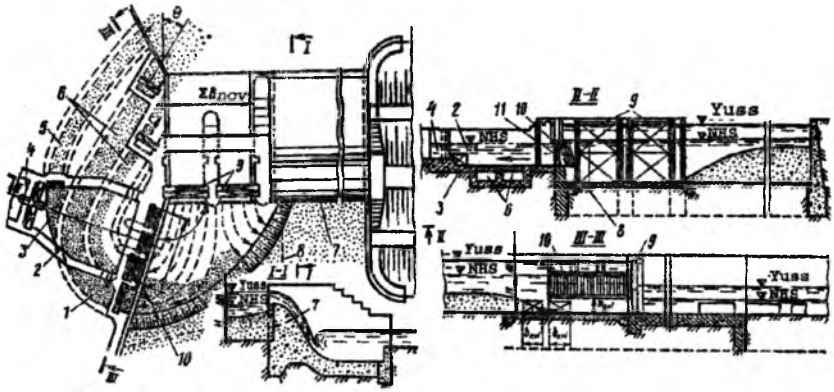
8.10-rasm. **Cho'kindilarni yon tomonga yuvib, yon tomonga suv olish:** 1 – bosh inshoot; 2 – kanal; 3 – tubdagi yuvgichlar; 4 – to'g'on; 5 – kirish ostonasi; 6 – avankamera; 7 – avankamera ostonasi; 8 – suv qabul qilgich zatvori; 9 – yuvgich.

N.F.Daneliya, A.F.Birkaya, K.G.Lipatov va I.T.Kolesnikovlarning tadqiqotlariga ko'ra, suv oqimi to'siqni suyrilib o'tish vaqtida hosil bo'ladigan sirkulatsiya oqimlari natijasida yirik cho'kindilar yon tomondagi suv olish inshootiga o'tib ketadi. Shu sababli yuvish galereyalarining barchasiga cho'kindilar bir miqdorda kirmaydi va yuqoridagi (oqim bo'yicha) galereyalarga cho'kindilar ko'p kirib, pastdagilarga oz kiradi. Pastki galereyalar suvni cho'kindilarsiz tashlab yuboradi, lekin suvni loyqalatib yuqoridagi galereyalarning unumli ishlashiga xalaqat beradi. Cho'kindilari ko'p tog' daryolaridan suv

olishda bunday konstruksiyalar cho‘kindilarning inshootga kirmasligini ta’minlay olmaydi.

Shag‘al tutib qolib yon tomonga suv olishda (8.10-rasm, b) to‘g‘ri chiziqli ostona (5) va shag‘al tutgichning oxirida joylashtirilgan egri chiziqli ostona (7) bo‘ladi. Kirish qismi ostonasi oldida to‘xtab qoladigan yirik cho‘kindilar to‘g‘ondagi yuvish tirqishlari orqali yirik cho‘kindilar to‘g‘ondagi yuvish oraliqlari orqali o‘tib shag‘al tutgichda cho‘kadi, qolgan cho‘kindilar esa, yuvgich (9) orqali yuvib turiladi. Bu sxemada suv oladigan avankamera (6) da cho‘kib qolgan cho‘kindilarni hammasini yuvgich (9) yuvib ulgura olmaydi.

Cho‘kindilarni tutgich galereyali yon tomonga suv olish. Suv ostida va unga yaqin qatlamlarda ko‘p miqdorda yirik cho‘kindilar oqizib keladigan daryolardan suv oladigan bu inshootning konstruksiyasini va ishlash prinsiplarini professor N.F. Daneliya o‘rgandi. Yuqoridagi tasvirlangan (8.10-rasm, a) suv olish usulidan bu suv olish usuli ko‘ndalang sirkulatsiya prinsiplari hamda to‘siqlarni suyrilib o‘tish hodisalaridan to‘laroq foydalanish prinsipiga asoslanganligi bilan farq qiladi. Suv olish inshootlarining konstruktiv elementlari va ekspluatatsion tadbirlari bilan suv oqimining gidravlik strukturasi o‘zgartirilib rostlab turiladi. Bunday suv olish inshootlarining konstruktiv xususiyatlari va asosiy hisobiy o‘lchamlari 8.11-rasmda ko‘rsatilgan.



8.11-rasm. **Cho‘kindilarni tutgich galereyali yon tomonga suv olish:** 1 – bosh inshoot; 2 – avankamera; 3 – egri chiziqli ostona; 4 – kanal; 5 – avankameraning yuvgichi; 6 – cho‘kindi tutgich galereya; 7 – vodosliv yoki zatvorli to‘g‘on; 8 – ponur; 9 – suv tashlash to‘g‘onining qo‘sh zatvorlari; 10 – bosh inshoot panjarasi; 11 – bosh inshoot zatvori.

Ustidan suv qo'yiladigan yoki zatvor o'rnatiladigan to'g'on (7) bilan daryo to'siladi. Suv olish inshooti (1) to'g'onning suv tashlash qismiga yondashtirilib quriladi. Suv olish inshootining ostiga cho'kindilarni tutgich galereya (6) o'rnatiladi. Bu galereyaning kirish qismi suv oqimi ostidagi cho'kindilarning to'planadigan yerida suv oluvchi inshootlardan yuqoriroqqa quriladi. Kanal (4) ga kirish oldida egri chiziqli ostona (3) quriladi va avankamera (2) da cho'kib qoladigan cho'kindilarni yuvgich (5) orqali daryoning to'g'ondan past qismiga tashlab yuboriladi.

Bu konstruksiyadagi suv olish inshootlarini daryolarning tog' va tog'oldi qismlarida suv sarfi 5...130 m^3/s gacha va to'g'on oldidagi suvning chuqurligi 2–8 m atrofida bo'lganida qurish tavsiya etiladi. Daryoning vodiy qismida esa olinadigan suv sarfini 350...360 m^3/s gacha oshirish mumkin. Bu kabi inshootlar tugunini joylashtirish va elementlarini hisoblash N.F. Daneliya tavsiyasiga asosan bajariladi.

To'g'onning suv o'tkazadigan qismi vodoslivli yoki zatvorli qilib qurilishi mumkin. To'g'onning bu qismi toshqin suvlarining yuz berish ehtimoli 5% ga teng bo'lgan sarfini o'tkazib yuborish uchun hisoblanadi.

Yuqori befdagi normal suv sathining belgisi kanalga suv sarfini olish uchun kerak bo'lgan bosimni va yuvish galereyalarida cho'kindilarni yuvish uchun kerakli suv tezligini 4...7 m/s hosil qilish nazarda tutib belgilangan.

Daryodagi suv sarfining ko'p qismi (50...80%) kanalga olinadigan bo'lsa, to'g'onning zatvor o'rnatiladigan oraliqlarining ostonasi pastki befda cho'kindilarning cho'kib qolishi natijasida daryo o'zani tubining ko'tarilishini nazarga olib, o'rtacha sathdan 1...1,5 m baland qilib quriladi. Cho'kindilarni yuvish tirqishlari suv olish inshooti yoniga joylashtiriladi. Ular toshqin suvlari yuqori befda cho'kib qolgan cho'kindilarni yuvish va suv ostida oqib keladigan turli jismlarni pastki befga o'tkazib yuborish uchun xizmat qiladi.

Suv oqimida kerakli gidravlik struktura hosil qilish uchun yuvish oraliqlarining zatvorlarini suv olish frontiga mumkin qadar yaqin qilib o'rnatish tavsiya etiladi. Bosh inshoot, ya'ni suv olish oraliqlari fronti va ostonasi to'g'on o'qiga nisbatan $\alpha = 90...115°$ burchak hosil qiladigan qilib bitta chiziqda joylashtiriladi.

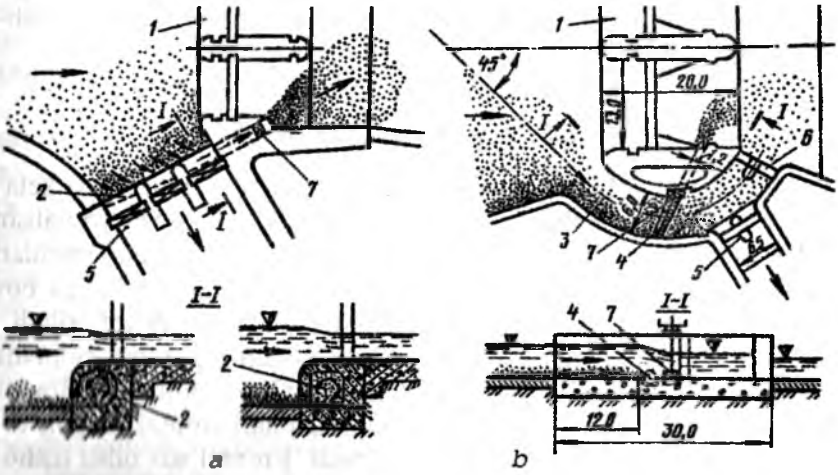
Bosh inshootning suv kiradigan frontining kengligi B yuqori befda suv sathi normal bo'lganda va suv oqimining inshootga kirish vaqtidagi tezligi 1,5...2,0 m/s bo'lishi kerakligini nazarga olib gidravlik hisoblash yo'li bilan aniqlanadi. Bosh inshootning avankamerasi oldida egri chiziqli ostona, qo'shimcha yuvish darvozasi o'rnatiladi va bosh kanalga kirish oldida zatvorlar o'rnatiladi. Suv olish fronti oldidagi ostonaning balandligi unda galereya joylashtirilishini va galereyaning balandligini esa yuqori bef suv sathi normal bo'lganidagi chuqurligi H ni nazarda tutib belgilanadi, $h_{gal}=(0,25...0,33)\ H$, lekin konstruktiv mulohazalarga asosan 1 m dan kam qilib olinmaydi.

Cho'kindilarni tutgich galereyaning hisobiy suv sarflari $\sum Q_{gal}=(0,5...1,0)Q_{kan}$ ga teng qilib olinadi, bunda: Q_{kan} — daryodan olinadigan sarf. Galereyaning soni 2 ta dan kam bo'lmasligi lozim.

Galereyaning kengligi hisobiy suv sarfini o'tkazishni nazarda tutib aniqlanadi: $b_{gal}=Q_{gal}/(h_{gal}\cdot\vartheta_{gal})$, bunda: ϑ_{gal} — galereyadagi suv oqimining o'rtacha tezligi. Bu tezlik daryodagi yuvilish tezligidan 2,0...2,5 marta ortiq bo'lishi shart. Galereyaning pastki befdagi chiqish burchagi daryo oqimiga nisbatan $\theta=15...30^0$ atrofida bo'lishi lozim. Yuvish galereyalarining tubi to'g'onning ponur qismi sath belgisiga teng qilib joylashtiriladi. Galereyaning kirish va chiqish qismlariga zatvor o'rnatiladi. Galereyalarning ichki yuzalari yemirilishga chidamli materiallar bilan, masalan, granit, po'lat, cho'yan plitalar va hokazolar bilan qoplanadi. Kanalga beriladigan suv sarfi katta oraliqda 5 dan 150 (600) m^3/s gacha o'zgaradi va suv chuqurligi suv olish frontida 2...8 m bo'ladi. Suv kam bo'lgan davrlarda cho'kindilarni galereya orqali yuvish uchun shu davrdagi suv sarfining 2...3% sarflanadi.

Yuvuvchi galereyali yon tomonga suv olish. Bunday inshootlarda suv vinsimon harakat qiladi (8.12-rasm, a). Suv olish inshooti ostida konussimon galereya (2) quriladi. Uning past tomonidan cho'kindilarga boy bo'lgan suv oqimi kirishi uchun bo'ylama tirqish o'rnatiladi. Galereya o'qi bo'ylab yo'nalgan oqimning ilgarilanma tezligi va galereyaga kirishda oqimning tirqishdan o'tishda hosil bo'ladigan tangensial tezligi qo'shilishi natijasida suv vinsimon harakat qiladi. Suvning vinsimon harakati uning cho'kindilarni oqizish qobiliyatini oshiradi. Ammo suvda oqiziqlar va yirik zarrachali

cho'kindilar bo'lsa, bunday inshootni ekspluatatsiya qilish qiyinlashadi.



8.12-rasm. **Yuvuvchi galereyali yon tomonga suv olish:**
a – vinsimon harakat hosil qiluvchi tubdagi yo'naltiruvchi qurilmalar yordamida; *b* – egri chiziqli keluvchi kanal bilan.
1 – to'g'on, 2 – kirish qismi tirqishli konussimon galereya; 3 – egri chiziqli keluvchi kanal; 4 – tubdagi yo'naltiruvchi nov; 5 – suv olish inshooti; 6 – tashlash inshooti; 7 – yuvuvchi galereya zatvori.

Egri chiziqli keluvchi kanal bilan yon tomonga suv olish (8.12-rasm, b). Bunday turdagi suv olish B.E. Vedeneyev nomli VNIIG tomonidan ishlab chiqilgan. Unda tub cho'kindilarga qarshi kurashishda oqimning ko'ndalang sirkulatsiyasi qo'llaniladi va u egri chiziqli kanal (3) va cho'kindilarni ushlab qoluvchi nov (4) da harakat qilishi tufayli hosil bo'ladi. Kanal (3) oqim o'qiga 45° burchak ostida va kirish qismi ostonasiz o'rnatiladi. Kanalning pastki befga chiqish qismida kanalni yuvishda tashlanadigan suv sarfini rostlash uchun shit (6) o'rnatiladi. Ostona balandligi 0,7 m bo'lgan ochiq suv olish inshooti (5) egri chiziqli kanalning oxirgi qismida joylashtiriladi. Tubdagi yo'naltiruvchi nov tub cho'kindilarni ushlab qolib ularni pastki befga tashlaydi. Yuvuvchi suv sarfi kanalga olinadigan suv sarfini 10% ni tashkil etadi. Bu turdagi suv olish uncha samarali emas, chunki cho'kindi tizmalari yuqori befdan tubdagi

yo'naltiruvchi novga tomon harakat qiladi va oqimda cho'kindilarni ko'p bo'lishi uni ishdan chiqarishi mumkin. Egri chiziqli kanal kirish qismini noto'g'ri joylashtirilishi, uning bosh qismida noqulay sirkulatsiya yo'nalishlarini hosil qiladi, bu esa bunday suv olishning samaradorligini kamaytiradi.

8.3.3. Frontal suv olish

Frontal suv olishda suv olish inshootiga suv frontal holda keladi, ya'ni uning yo'nalishi daryo oqimi harakatining asosiy yo'nalishi bilan mos keladi. Frontal suv olinganda oqimning faqat cho'kindilari kam bo'lgan ustki qatlamidan suv olinadi, tub cho'kindilarga boy pastki qatlamdagi yirik cho'kindilar pastki befga yuvib yuboriladi.

Tub cho'kindilarga qarshi kurashish uchun oqimning gidravlik strukturasi xususiyatlaridan foydalaniladi. Cho'kindilarni gidravlik yuvish sharoiti bo'yicha suv olish gidrouzellari frontal va yon tomonga yuvib suv olish turlariga bo'linadi. Frontal suv olish inshootlarini cho'kindilarga qarshi kurashuvchi qurilmalari konstruksiyasi bo'yicha ikki yarusli, yo'lakli, cho'kindilarni ushlovchi galereyali, ko'ndalang sirkulatsiyani hosil qiluvchi qurilmalar bilan va h.k larga bo'linadi.

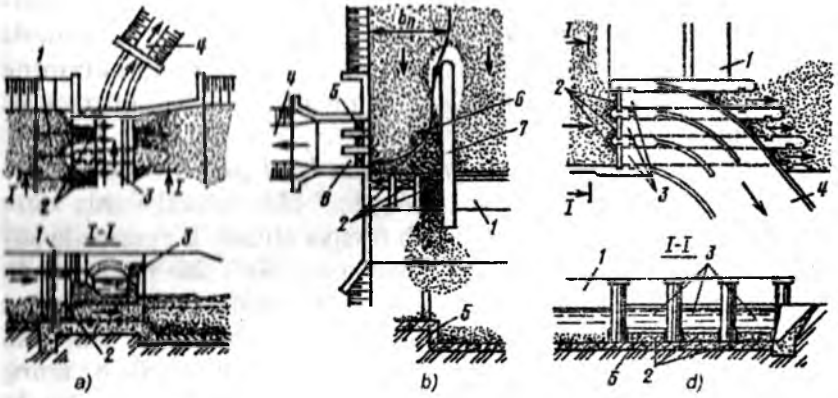
Cho'kindilarni frontal yuvib frontal suv olish. *Nov orqali suv olish* (8.13- rasm, a). Daryoning tog' oldi uchastkalarida olinadigan suv uncha ko'p bo'lmagan hollarda bu usuldan foydalanish mumkin. Bu inshoot toshqin suvlarini o'tkazib yuborish uchun oraliqlari keng bo'lgan suv dimlovchi to'g'on (1) va suv olish uchun ikki yarusli bir nechta kichik oraliqlardan iborat bo'ladi. Yuqoridagi ikkinchi yarus orqali suv temir-betonli nov (3) ga suv kiradi va undan quvur orqali bosh kanal (4) ga o'tadi, pastki yarus (2) orqali cho'kindilarga boy qatlam pastki befga o'tkazib yuboriladi. Suvning bo'ylama tezligini hosil qilish uchun nov tubi nishabligi hisoblanadi. Suvdagi muallaq zarralar kanaldagi tindirgichlarda ushlab qolinadi. Nov orqali suv olish gidrouzellarni suv olish koeffitsiyentlari kichik bo'lgan tog' oldi daryolarida qo'llaniladi.

Yo'lak orqali suv olish (8.13-rasm, b). Irrigatsiya amaliyotida bu tartibda suv olish keng tarqalgan. Bosh inshoot (8) ning oldidagi yo'lak (6) daryodan ajratuvchi devor (7) bilan hosil qilinadi. Unda yirik cho'kindilar cho'kadi va ularni to'g'ondagi maxsus yuvish ora-

liqlari (2) orqali ko'p suv sarf qilib katta tezlik bilan pastki befda yuvib chiqarib yuborish uchun qulay sharoit tug'iladi. Bu sxemada suv olinganida suv yo'lakka frontal holda kiradi va suvda oqib keladigan cho'kindilar ajratuvchi devorning ta'siri ostida bosh inshoot tomonga og'ib bosh kanalga kiradi, bu esa ushbu konstruksiyaning kamchiliklaridan hisoblanadi.

Daryoning tog' oldi uchastkalarida cho'kindilarni yuvish uchun suv sarfi yetarli bo'lgan hollarda yo'lak orqali suv olishdan foydalaniladi. Biroq shu konstruksiyada qurilgan inshootlar yaxshi ishlamaydi. Yo'lakning cho'kindilardan yaxshi tozalanmasligi, uni yuvishda suvning loyqalanishi, cho'kindilarni kanalga kirishi, yuvish oraliqlarining pastki beflarini sifatli qilib mustahkamlash va hokazolar bu xilda suv olishning kamchiliklaridan hisoblanadi. Yo'lak orqali suv olish inshootlarining ishlashini yaxshilashga oid ko'pgina takliflar kiritilgan. Bu takliflar oqimning ustki va pastki qatlamlarida yo'naltiruvchi tizimlarni qo'llash, to'g'on va yuvish oraliqlaridan zatvorlarni ma'lum tartibda ochish-yopish va hokazolarga asoslangan.

Egri chiziqli nov va tubda o'rnatilgan yuvish galereyali ikki yarusli suv olish (Elsden turi) (8.13-rasm, d). Daryoning tog' oldi va tekis qismlarining to'g'ri chiziqli o'zanlarida qo'llaniladi.



8.13-rasm. **Cho'kindilarni frontal yuvib frontal suv olish inshootlari:**

1 – to'g'on; 2 – yuvish tirqishlari; 3 – temir-betonli nov; 4 – kanal; 5 – kirish ostonasi; 6 – yo'lak; 7 – ajratuvchi devor; 8 – bosh inshoot.

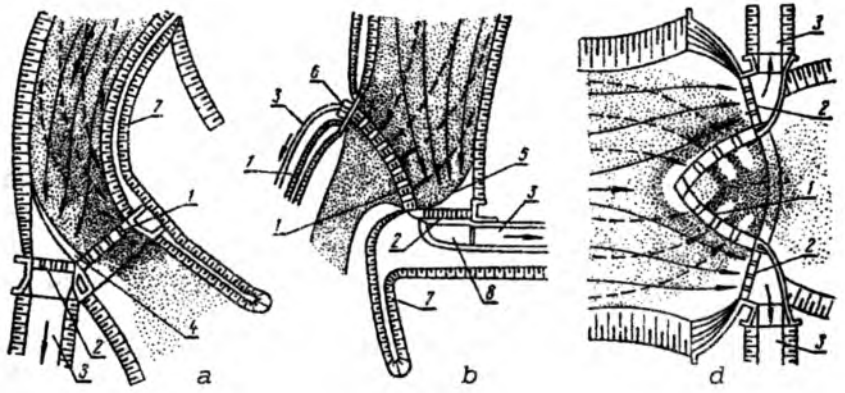
Bunday gidrouzellarning ishlash prinsipi suv oqimining vertikal qatlamlanishiga asoslangan. Bunda qatlamlar bir-biri bilan aralashib ketadi va ularning cho'kindilarga boy bo'lgan pastki qatlami yuvish tirqishlari orqali pastki befga tashlab yuboriladi, muallaq cho'kindilari bo'lgan yuqori qatlam esa egri chiziqli novlar orqali kanalga o'tadi. Daryodagi suv oqimi to'g'onning suv olish frontida, bosh inshoot ostonasiga teng balandlikda, gorizontal devor (5) bilan yuqori va pastki qatlamga ajratiladi. Yuqori qatlamdagi suv egri chiziqli novlar (3) orqali kanal (4) ga oqib o'tadi, cho'kindilarga boy ostki qatlamdagi suv yuvish galereyalari (2) orqali pastki befga o'tkazib yuboriladi.

Bu turdagi suv olishning: yo'lak yordamida, yo'laksiz va uch yarusli suv olish kabi bir necha variantlari mavjud. Uch yarusli suv olish inshootining ostki yarusi orqali yirik cho'kindilar yuviladi, ikkinchi yarus orqali kanalga suv olinadi va uchinchi yarus orqali toshqin suvlari, muz parchalari, suzgichlar va hokazolar pastki befga tashlab yuboriladi. Bu inshootlarning quyidagi kamchiliklari mavjud: cho'kindilarni yuvish vaqtida suv loyqalanib kanalga kiradi, to'g'onning suv o'tkazadigan fronti siqiq bo'ladi, egri chiziqli novni ikki yarusli qilib qurish murakkab, daryodan oqib keladigan suzgichlarnini pastki befga o'tkazib yuborish qiyin va hokazolar.

Tub cho'kindilarni yon tomonga yuvib frontal suv olish. Bunday suv olishning xilma-xil sxemalari taklif etilgan, ular alohida inshootlarning konstruktiv xususiyatlari, joylashuvi, oqimning gidravlik strukturasini hosil qilish va foydalanish prinsiplari asosi bilan farqlanadi.

Suv keluvchi egri chiziqli sun'iy o'zan hosil qilib suv olish (8.14-rasm, a). Bu sxemadan daryolarning tog' oldi uchastkalarda katta miqdordagi suv olishda foydalanish tavsiya etiladi. Bu sxemada suv olish farg'ona turidagi yoki farg'onacha suv olish deb ham ataladi.

Farg'onacha suv olishda kanalga tub cho'kindilarni o'tkazmaslikni ta'minlash uchun ko'ndalang sirkulatsiyadan foydalaniladi. Uni hosil qilishda keluvchi o'zan planiga egri chiziqli shakl beriladi, uning kengligi esa turg'un o'zan kengligiga teng qilib olinadi. Suv oluvchi inshootni qirg'oqning botiq tomoniga joylashtiriladi. Suv oluvchi to'g'on tarkibiga quyidagilar kiradi: keluvchi egri chiziqli o'zan; zatvorlar bilan jihozlangan suv tashlovchi to'g'on: to'g'onning botiq tomoniga birlashgan har xil konstruksiyali suv qabul qiluvchi osto-



8.14-rasm. **Cho'kindilarni yon tomonga yuvib frontal suv olish:** 1 – to'g'on; 2 – bosh inshoot; 3 – kanal; 4 – Γ-shaklidagi egri chiziqli ostona; 5 – oddiy egri chiziqli ustidan suv o'tkazmaydigan ostona; 6 – dyuker; 7 – yo'naltiruvchi dambalar; 8 – suv urilma quduq.

na, ular yordamida suv olinadi va so'ngra rostlagich orqali suv kanalga o'tadi. Suv qabul qiluvchi ostona daryo tubidagi (ponurdan) 1,5...2 m balandda joylashtiriladi. Rostlagich oldida qo'shimcha Γ-shaklidagi egri chiziqli ostona o'rnatiladi. Bu ostona ko'ndalang sirkulatsiyani kuchaytiradi, suv ostida oqib kelayotgan cho'kindilarni to'g'on oraliqlari orqali daryoning pastki befiga o'tkazib yuboradi. Bu oraliqlardagi vodosliv ostonasini ponur sathida joylashtiriladi, bu esa egri chiziqli o'zan bo'yicha harakat qilayotgan cho'kindilar bilan birga oqimni qarshilikka uchramasdan tashlab yuborishini ta'minlaydi.

Farg'onacha suv olishda bir vaqtning o'zida kanalga suv olish bilan birga suv tashlovchi to'g'on orqali suv pastki befga tashlansa gidrouzel samarali ishlaydi. Inshootni ekspluatatsiya qilish shuni ko'rsatadiki, suv olish koeffitsiyenti 0,6 bo'lganda 1,5 dan 3,5% gacha tub cho'kindilar kanalga o'tadi. Farg'onacha suv olishda suvni bir tomonga olish mumkin, chunki ko'ndalang sirkulatsiya tufayli cho'kindilar botiq qirg'oqdan qavariq qirg'oq tomon harakat qiladi va cho'kindilar bir tomonga to'planib qoladi. Shu sababli qavariq qirg'oqdan suv olish imkoniyati bo'lmaydi. Suvni boshqa qirg'oqqa uzatish zarurati tug'ilsa suvning bir qismi botiq qirg'oqdan dyuker yoki boshqa suv o'tkazuvchi inshoot orqali boshqa qirg'oqqa uzatiladi.

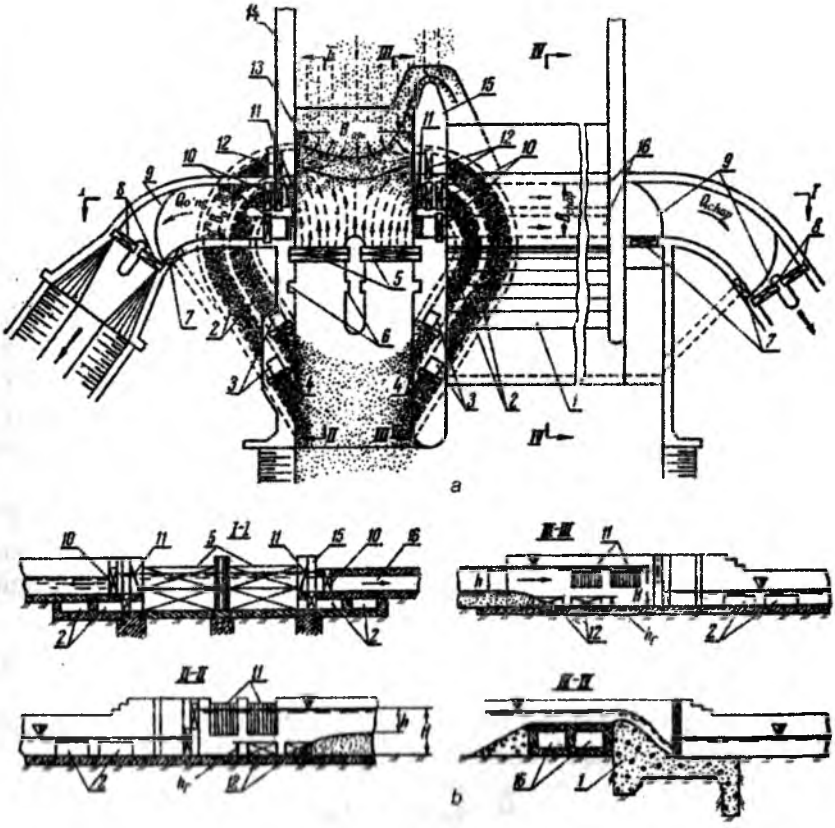
Bunday turdagi suv olish O'rta Osiyoning bir qator daryolarida qurilgan (Qoradaryo, Sox, Chirchiq, Zarafshon, Angren) va bir necha yillar davomida bosh kanallarga tub cho'kindilar o'tib ketmasligini ta'minlab kelinmoqda.

Farg'onacha suv olishning asosiy yutuqlari — ularning konstruksiyasi oddiyligi va ekspluatatsiyasi ishonchliligidir; to'g'ondan tashlanadigan suv sarfi oqib o'tilishining gidravlik sharoitlari yomonlashuvi va daryoda nisbatan katta hajmdagi boshqaradigan (yo'nalitiruvchi dambalar qurish, qirg'oqlarni qirqish va hokazolar) ishlar barpo etish ularning kamchiliklaridan biridir.

Egri chiziqli to'g'onni planda qiyshiq joylashtirib suv olish (8.14-rasm, b). Bu sxemadan daryoning tor enidan keng vodiyga chiqish oldida suv olish inshootlarini qurishda foydalanish mumkin. To'g'onning bosh inshoot (2) ga yondashgan ikkita oralig'iga segmentli zatvor o'rnatiladi. Bu zatvorlarning tepalariga turli oqizindilarni va muz parchalarini pastki befga tashlab yuborish uchun o'rkach o'rnatiladi. To'g'on bosh inshootga nisbatan qiyshiq qilib o'rnatilsa, suv oqimi yon tomonga suv olish sxemasidek oqib o'tadi va natijada yuqori befda ko'ndalang sirkulatsiya hosil bo'lib suvdagi tub cho'kindilar to'g'onning suv tashlash oralig'iga yo'naltiriladi. Bundan tashqari, balandligi 1,5 m bo'lgan egri chiziqli ostona (5) cho'kindilarni bosh inshootga o'tkazmaydi. Ikkinchi tomondagi qirg'oqqa suv to'g'on flutbetiga joylashtirilgan dyuker (6) orqali o'tkaziladi. Suv dyukerga bosh inshootning o'ng tomonidagi oraliq orqali olinadi.

To'g'onni strelkasimon o'rnatib ikki tomonga suv olish (8.14-rasm, d). Ishlash prinsipiga ko'ra yuqorida bayon qilingan suv olish sxemasidan farq qilmaydi. Suv olishning oxirgi sxemalari (8.14-rasm, b,d) texnik-iqtisodiy (to'g'on uzunligi ancha katta, konstruksiyasi va ularni ekspluatatsiya qilish murakkab) nuqtayi nazaridan amalda keng qo'llanilmaydi.

Cho'kindilarni ushlovchi galereyali frontal suv olish (8.15-rasm). Bunday suv olish turi vertikal to'siqdan suv oqimini suyrilib oqib o'tish prinsipiga asoslangan bo'lib, professor N.F. Daneliya tomonidan ishlab chiqilgan. Bu turdagi inshootlar bilan suv ostiga yaqin bo'lgan qatlamlardagi yirik cho'kindilari ko'p bo'lgan daryolardan bir tomongagina emas, balki har ikkala tomonga suv olish mumkin.



8.15-rasm. **Cho‘kindilarni ushlovchi galereyali ikki tomonga suv olish:**

a – plan; *b* – kesimlar; 1 – vodoslivli to‘g‘on; 2 – cho‘kindi tutgich galereya; 3 – galereyaning nazorat quduqlari; 4 – galereyadan chiqishdagi zatvorlar; 5 – yo‘lakdagi yuvuvchi tirqishlarning qo‘sh zatvorlari; 6 – shan-dorlar uchun puzlar; 7 – yuvgich zatvorlari; 8 – bosh kanal zatvorlari; 9 – egri chiziqli ostonalar; 10 – suv qabul qilgich zatvorlari; 11 – olib qo‘yiladigan panjara; 12 – galereyaga kirishdagi zatvorlar; 13 – yo‘lak; 14 – yo‘naltiruvchi devor; 15 – ajratuvchi devor; 16 – suv o‘tkazuvchi dyukerlar.

Suv oluvchi inshoot daryoga ko‘ndalang qilib o‘rnatilgan vodoslivli to‘g‘onga yoki zatvor o‘rnatilgan oraliqlar (1)ga ega. Bosh inshootga suv kiradigan oraliq (10) va to‘g‘onning yuvish qurilmasi (5), ajratuvchi devor (15) bilan hosil qilingan yo‘lak (13) da joy-

lashtiriladi. Suv ikki tomonga olinadigan bo'lsa bir tomonga ochiq kanal bilan, ikkinchi tomonga esa to'g'on ichida yoki to'g'onning bosimli oldi tomonidan o'tkazilgan dyuker orqali uzatiladi. Suv oluvchi kanallar zatvor (8) lari oldida balandligi 1 m li egri chiziqli ostona (9) joylashtiriladi, ular cho'kindilarni yuvish tirqishlari (7) ga yo'naltiradi.

Bunday inshootlarning ishlash prinsiplari quyidagidan iborat. To'g'on yuvish tirqishlarining zatvorlari (5) tushurib qo'yilganda, ular oldidagi suv yuza qatlami teskari tomonga harakat qiladi. Bu teskari harakat qilayotgan suv oqimi daryodan yo'lakka oqib kelayotgan suv va undagi cho'kindilar bilan to'qnashib ularni yuvish galereya tirqishi (12) oldida to'xtashga majbur qiladi. Mana shu ikki qarama-qarshi harakat to'qnashgan yerda yuvish galereyasi tomon yo'nalgan vintsimon harakat hosil bo'ladi. Buning natijasida yo'lakka suv bilan kirgan cho'kindilar to'xtovsiz ravishda yuvilib turadi.

Inshootning joylashuvi va uning o'lchamlari professor N.F. Daneliya tavsiyasiga asosan bajariladi. Yo'lakning kengligi suv oladigan tirqishlarning o'lchamlari $B_{o'ng}$ va B_{chap} ni nazarga olib belgilanadi:

$$B_y = (0,8...1,2)(B_{o'ng} + B_{chap}) \qquad (8.14)$$

Bundan tashqari, yo'lakning kengligi daryoda toshqin bo'lgan vaqt uchun quyidagi nisbat bilan tekshirib ko'riladi:

$$B_y \cdot q_y \le B_y \cdot q_{daryo}$$

Yo'lakdagi suvning o'rtacha tezligi $\vartheta_y = (0,8...0,9)\ \vartheta_{daryo}$ qabul qilinadi.

Yo'lakdagi suvning sarfini suv oladigan kanal sarfi bilan yuvish sarfining yig'indisiga teng qilib olinadi: $Q_y = (1,5...2,0)\sum Q_{olin}$.

Yuvish galereyasidan yuqorisidagi yo'lakning suv chuqurligi quyidagi formuladan topiladi:

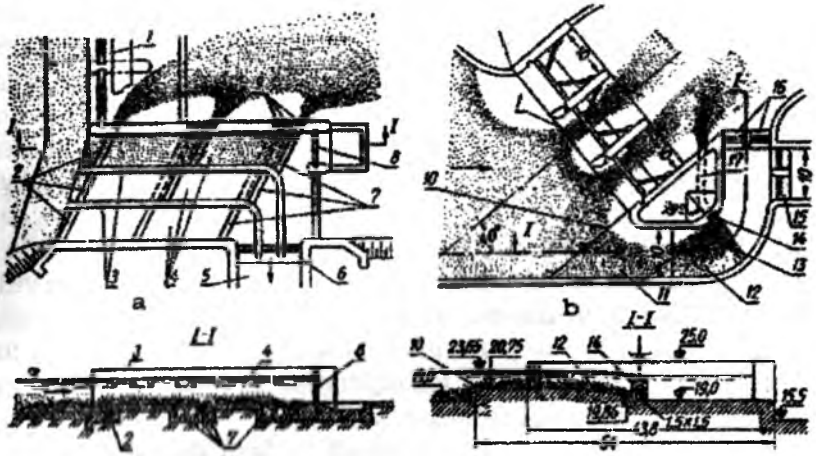
$$h = Q_y / \left(\vartheta_y \cdot B_y\right). \qquad (8.15)$$

Suvning yo'lakdagi qolgan $(H - h)$ qismini cho'kindilar to'ldiradi (N-NHS da yo'lakdagi yuvish zatvorlari oldidagi suv chuqurligi).

Suv qabul qilinganda suvning tezligi yoki yo'lakdagi suv tezligiga teng qilib, yoki undan biroz kichik (1,5...2,0 m/s) qilib olinadi.

Daryoning sel keladigan uchastkalarida bu sxemadagi suv olish inshootlarini qurish tavsiya etilmaydi. Daryoda suv kam bo'lgan, suv faqat sug'orish va energetika ehtiyojlari uchun olinadigan vaqtlarda cho'kindilarni yuvish uchun daryo oqimi suv sarfining 2....3% sarflanadi.

Yo'lak-tindirgich orqali suv olish (8.16-rasm, a). Yo'lak-tindirgichga kirish oldida yuvish galereyasi (2) joylashtiriladi, bu galereyalar cho'kindilarni tutib qolib, ularni pastki befga o'tkazib yuboradi. Galereyada suv vinsimon harakat qiladi. Yo'lak uch kameraga bo'linadi, har qaysi kameraning o'rtasida va oxirida mustaqil ishlaydigan galereyalar o'rnatiladi. Bunday konstruksiya tindirgichning har xil kameralarini goh kanalga tindirilgan suv berishni, goh navbatma-navbat ularni yuvish uchun imkon beradi. Uchunchi kamerada yuvish tirqishlari ko'zda tutiladi va toshqin suvlari bir qismini o'tkaziladi.



8.16-rasm. **Yo'lak orqali frontal suv olish:**
a – yo'lak-tindirgich orqali suv olish; *b* – egri chiziqli suv orqali suv olish; 1 – to'g'on; 2 – tubdagi bosh nov yoki galereya; 3 – ajratuvchi devorlar; 4 – yo'lak-tindirgich kamerasi; 5 – kanal; 6 – bosh inshoot; 7 – cho'kindilarni ushlovchi va chiqarib yuboruvchi tubdagi galereyalar; 8 – yuvuvchi tirqish; 9 – tubdagi galereyalar zatvorlari; 10 – kirish ostonasi; 11 – frontal egri chiziqli kanal; 12 – burilishli pasaygan qism; 13 – burilish oxiridagi pog'ona; 14 – yassi zatvor; 15 – ostonali suv qabul qilgich; 16 – tashlash tirqishilari; 17 – tashlash galereyasi.

Egri chiziqli yo'lak orqali frontal suv olish (8.16-rasm, b). Bu usulda suv olishda cho'kindilarga qarshi kurash ko'ndalang sirkulatsiya burulish etak qismida pog'ona yordamida hosil bo'ladigan uyurmali gorizontal valetsdan foydalanishga asoslangan. Suv oluvchi gidrouzel past bosimli to'g'on (1), maxsus konstruksiyali frontal egri chiziqli yo'lak (11), kirish ostonasi (10), suv qabul qilgich (15) va kanal oxiridagi yuvuvchi qurilmalar (16) dan tashkil topgan. Uning kamchiliklariga cho'kindilarni yuvish tirqishi chegarasidan o'tib ketishi, suv olish koeffitsiyentining kichikligi, gidrouzel inshootlarini joylashtirish va konstruksiyalarining murakkabligi, ekspluatatsiya sharoitlarining nisbatan qiyinligi kiradi.

8.3.4. Panjarali-to'g'onli suv olish gidrouzellari

Umumiy ma'lumotlar. Panjarali deganda shunday suv olish tushuniladiki, unda ketuvchi kanalga suv olish ma'lum bir chuqurlikdan (masalan, daryo tubidan) suv qabul qilgich kirish qismida o'rnatilgan panjara orqali amalga oshiriladi. Bunday gidrouzellar daryoning tog'li uchastkalarida qo'llaniladi. Tog' daryolari o'ziga xos gidrogeologik xususiyatlarga ega. Bular qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin: 1) toshqinlarning tez kelishi va davomiyligini qisqaligi; 2) suv oqimi tezligini katta bo'lishi, ba'zi bir hollarda 3...4 m/s dan ortiq bo'lishi; 3) toshqin davrida oqimda muallaq va tub cho'kindilarning ko'p bo'lishi, ba'zida ularning kattaligi 0,5 m dan yirik bo'lishi; 4) ba'zi bir daryolarda loy-tosh aralashmali oqimlarning paydo bo'lishi; 5) suv yuzasining butunlay muzlamasligi va muz parchalarining hosil bo'lishi, tez oqimlarni va yoyilib oqadigan sayoz joylarni hosil bo'lishga imkon yaratadi.

Gidrogeologik sharoitlari o'xshash bo'lgan daryolar Kavkazda, Qozog'istonda, Qirg'izistonda, Tojikistonda va boshqa joylarda uchraydi, bu daryolar tog'lardagi qor va muzliklar erishi natijasida to'yinadi.

Panjarali-to'g'onli suv olish gidrouzellarini joylashtirish tog' daryolarining o'ziga xos xususiyatlarini hisobga olgan holda, tabiiy gidravlik va gidrogeolgik sharoitlarni imkon darajada buzmagan holda moslashtiriladi. Buning uchun suv olish ostonasi sath belgisi suv tashlash to'g'oni sath belgisi kabi past sath belgilarda, daryo tubi

sath belgisiga yaqin joylashtiriladi. Bundan tashqari to‘g‘on stvorida va unga yaqinlashishda o‘zan siqilishi chegaralanadi va shu bilan birga keluvchi turg‘un o‘zan ta’minlanadi.

Panjarali-to‘g‘onli suv olish inshootlarini birlashtirilgan (birga qo‘shilgan) inshootlar turkumiga kiritish mumkin, chunki bunda suv tashlovchi to‘g‘on frontining bir qismi bir vaqtning o‘zida suvni qirg‘oqqa eltuvchi suv oluvchi inshoot sifatida ham ishlatiladi. Suv tashlash to‘g‘onining shu qismi suv olish va uni kanalga uzatish uchun foydalaniladi, uni *panjarali* deb ataladi. Unda ustiga panjara o‘rnatilgan galereyalar joylashtiriladi. To‘g‘onning boshqa qismi yuqori befdan pastki befga suv tashlash uchun xizmat qiladi va u amaliy profilli yoki keng ostonali vodosliv ko‘rinishida bo‘ladi. To‘g‘onning bu qismida hech bo‘lmaganda to‘g‘on tepasidan suv avtomatik qo‘yiladigan bir oraliq bo‘lishi kerak. Uni normal dimlangan sath (NDS) da joylashtiriladi yoki hisob bo‘yicha aniqlanib minimal suv sarfini o‘tkazishdan kelib chiqqan holda pastroqda joylashtiriladi.

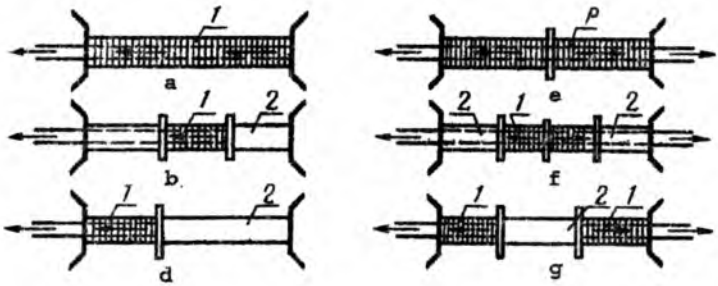
Panjarali — suv olish turlari. Maxsus adabiyotlarda panjarali-to‘g‘onli suv olish inshootlarining juda ko‘p turlari keltirilgan. Bunday suv olish inshootlarining 30 dan ortiq turlari mavjud.

Suvni olish usuli va konstruktiv xususiyatlari bo‘yicha panjarali-to‘g‘onli suv olish inshootlarini uchta asosiy guruhga birlashtirish mumkin: 1) panjarali-tubdan; 2) qatlamlarga bo‘lib-panjarali; 3). N.Ya. Andreychuk tizimi. Panjarali-to‘g‘onli suv olish inshootlari bir tomonga yoki ikki tomonga suvni uzatishi mumkin. Panjarali suv olish qismi gidrouzel suv tashlash frontining hamma yoki uning faqat bir qismini egallashi mumkin.

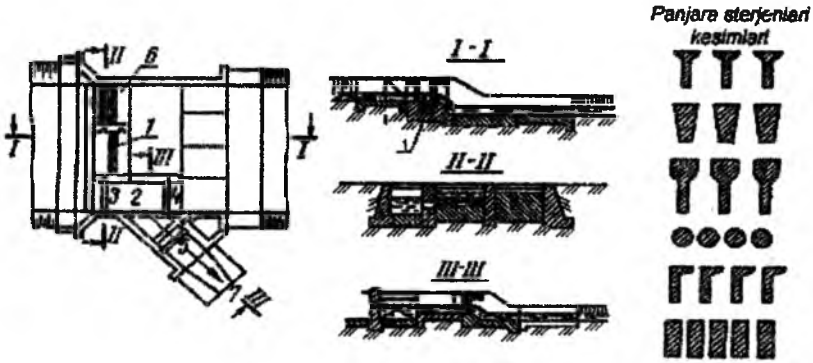
Uni 8.17-rasmda keltirilgan sxemalardan biri bo‘yicha joylashtirish mumkin.

Panjarali-tubdan suv olish. Bunday turdagi suv olishning o‘ziga xos xususiyati shundan iboratki suv tashlash frontining tarkibiy qismi bir vaqtning o‘zida suv olish va qisman pastki befga suv tashlash uchun foydalaniladi. Faqat daryodagi hamma suv sarfi kanalga olinsa gidrouzel pastki befiga suv tashlanmaydi. Galereyaga olinadigan va to‘g‘on panjara qismi orqali pastki befga tashlanadigan suv sarflari nisbati hisob bo‘yicha aniqlanadi.

Panjarali-tubdan suv olish inshooti konstruksiyasi 8.18-rasmda ko‘rsatilgan. Bunday suv olishda gidrouzel to‘g‘oni uch qismdan:



8.17-rasm. **To'g'onning suv oluvchi panjara qismini joylashtirish sxemasi:**
a – bir tomonga suv uzatishda hamma suv tashlash fronti bo'yicha; *b* – bir tomonga suv uzatishda suv tashlash frontining o'rtasida; *d* – bir tomonga suv olishda yon devorga (qirg'oqqa) tutashgan; *e* – ikki tomonga suv uzatishda hamma suv tashlash fronti bo'yicha; *f* – ikki tomonga suv tashlash frontining o'rtasida; *g* – ikki tomonga suv uzatishda yon devorlarga (qirg'oqlarga) tutashgan; 1 – to'g'onning suv oluvchi qismi; 2 – to'g'onning suv tashlash qismi.



8.18-rasm. **Yuvuvchi kamerali panjarali-tubdan suv olish:**
1 – panjara o'rnatilgan tubdagi galereya; 2 – yuvuvchi kamera; 3,4 – yuvuvchi kameraning yuqori va pastki zatvorlari; 5 – rostlagich; 6 – suv tashlash to'g'oni; 7 – kanal.

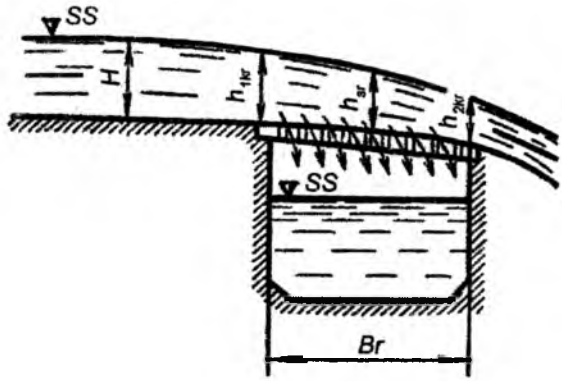
suv tashlovchi, panjara va yuvuvchi kamera – yuvgichdan tashkil topadi.

To‘g‘onning panjara o‘rnatilgan oraliqlaridan o‘tadigan suvning bir qismi yoki hammasi panjara orqali galereya (1) ga tushadi. Galereyadan suv zatvorlar (3) va (4) bilan jihozlangan yuvuvchi kamera (2) ga oqib o‘tadi. Bu kamerada panjaradan o‘tib kelgan qum va mayda toshlar pastki befga tashlab yuboriladi va toza suv rostlagich (5) orqali kanal (7) ga o‘tkazib yuboriladi. Suv tashlash to‘g‘oni pastki befiga suvni o‘tkazish, suzindilarni tashlash hamda yuqori befda to‘planib qolgan cho‘kindilarni yuvish uchun xizmat qiladi. Yuvuvchi kamerani to‘g‘onning panjara qismi bilan oraliq devorlar o‘rtasida joylashtiriladi. U galereyadan tushgan cho‘kindilarni yuvish va yuqori befda panjara oralig‘i yaqinida to‘plangan cho‘kindilarni yuvish uchun xizmat qiladi.

Galereyaning ko‘ndalang kesimi to‘g‘ri burchakli, uchburchakli, doiraviy, ko‘p burchakli va boshqa shakllarda bo‘lishi mumkin. Galereyadagi tezlik panjara orqali galereyaga tushgan tub va muallaq cho‘kindilarni oqizib ketishini ta’minlashi kerak. Suv galereyadan yon devor bilan tutashgan avankameraga o‘tadi. Galereyaga hisobiy sarfdan ko‘proq suv o‘tishini hisobga olib, suv oqimini gidrouzel pastki bef tomon yo‘nalishi bo‘yicha avankamera chegarasida avtomatik suv tashlashi o‘rnatiladi. Avtomatik suv tashlagichning mavjudligi kanalga hisobiy suv sarflarini o‘tkazishni ta’minlaydi va uni to‘lib ketishiga yo‘l qo‘ymaydi. Panjara oralig‘idan o‘tadigan yirik cho‘kindilarni yuvish uchun avankameradan shag‘al (qum) tutgich sifatida foydalanish mumkin. Suv kamchil paytlarda (tog‘ daryolarida, bu qish oylari bo‘ladi) suvni to‘g‘onning panjara qismidan biroz uzoqda joylashgan qish paytida suv olish rostlagichi orqali olish mumkin.

Galereyani yopadigan panjaralar metalldan, kamdan-kam yog‘ochdan bajariladi. Panjara sterjenlarining ko‘ndalang kesimlari 8.18-rasmda keltirilgan.

Panjarali-tubdan suv olishning gidravlik hisobi bo‘yicha to‘g‘on panjara qismining uzunligi va galereya o‘lchamlari aniqlanadi (8.19-rasm). Hisobda to‘g‘on panjarali qismidan quyidagi suv sarfi $Q_{pan} = (1{,}25...1{,}5)\,Q_{pan}$ o‘tadi deb shart qo‘yiladi, bunda Q_{pan} - tindirgichni (agar mavjud bo‘lsa) yuvishni hisobga olgan holda kanalga beriladigan suv sarfi.



8.19-rasm. **Panjarali-tubdan suv olish gidrouzeli galereyasi hisobi sxemasi.**

Panjaraning plandagi o'lchamlari quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$Q_{kan} = p\mu K_{if} l_{pan} b_{pan} \sqrt{2gh_{o'r}}\,, \qquad (8.16)$$

bunda: $p = S/(S+d)$ – tirqishlar koeffitsiyenti; (bu yerda S – panjara sterjenlari orasidagi masofa; d – panjara sterjenlari qalinligi); μ – panjarani nishabligiga bog'liq bo'lgan sarf koeffitsiyenti: $i = 0{,}1$ bo'lganda $\mu = 0{,}6...0{,}65$, $i = 0{,}2$ bo'lganda $\mu = 0{,}55...0{,}6$; K_{if} – panjaraning ifloslanish koeffitsiyenti; xomaki hisoblar uchun $K_{if} = 0{,}9$ qabul qilish mumkin; l_{kan} va b_{pan} – panjara uzunligi va kengligi; $h_{o'r}$ – panjara o'rtasi bo'yicha o'rtacha chuqurlik.

$h_{o'r}$ – qiymatini aniqlashda quyidagi boshlang'ich holatlar uchun tadqiqot ishlari asosida olingan bog'lanishlardan foydalaniladi (8.19-rasm).

Galereya bosh qismi oldida suv chuqurligi H ga teng bo'lganda, panjara oldida boshida birinchi kritik chuqurlik hosil bo'ladi

$$h_{1kr} = 0{,}47.q_1^{2/3}\,, \qquad (8.17)$$

bunda: $q_1 = Q_{pan}/l_{pan}$ ga teng bo'lgan panjaraga kelishdagi solishtirma sarf.

Galereyaga suv sarfining bir qismi olinganda panjarada ikkinchi kritik chuqurlik hosil bo'ladi

$$h_{2kr} = 0{,}47.q_2^{2/3}, \qquad (8.18)$$

bunda: $q_2 = (Q_{pan} - Q_{kan})/l_{pan}$ ga teng bo'lgan panjaradan keyingi solishtirma sarf.

O'rtacha chuqurlik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h_{o'r} = 0{,}81(h_{1kr} + h_{2kr})/2. \qquad (8.19)$$

(8.16) formulada l_{pan} va b_{pan} qiymatlari noma'lum. Joylashtirish shartlaridan kelib chiqqan holda oldin panjara uzunligiga qiymat beriladi yoki uni quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$l_{pan} = Q_{kan}/q_{pan} \qquad (8.20)$$

bunda q_{pan} – 1m panjara uzunligiga to'g'ri keluvchi solishtirma sarf, 0,5dan 1 m^3/s va undan ko'p qabul qilinadi.

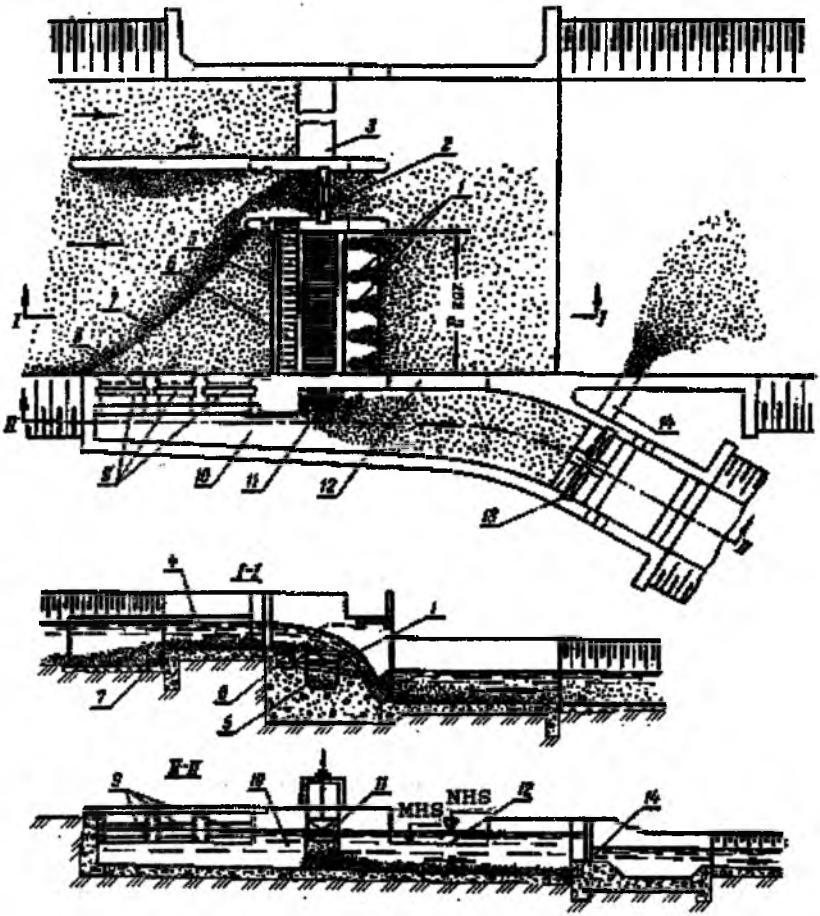
Sterjenlarning statik ishlash sharoitidan kelib chiqqan holda panjara kengligi 2...2,5 m dan katta qabul qilinmaydi. Panjara o'lchamlari NDS da aniqlanadi.

Galereyani hisoblashda uning ko'ndalang kesim yuzasi aniqlanadi. Galereyada suv harakati o'zgaruvchan massada sodir bo'ladi va buni hisob qilishda inobatga olish zarur. Transheyada bosimsiz harakat hosil bo'lib cho'kindilarni oqizib ketish uchun qulay sharoit ta'minlanadi.

Panjarali-tubdan suv olishda galereyaga ko'p miqdordagi cho'kindilarning kirishi uning kamchiligi hisoblanadi. Suv oluvchi galereyaga panjaraning boshqa konstruksiyani qo'llab, masalan, qovurg'ali, tub cho'kindilarning kirishini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

Vodosliv frontida zatvor oraliq o'rnatilib panjarali-tubdan suv olish. Bunday konstruksiyadagi suv olish inshootlarining turli sxemalari R.D. Julayev va A.I. Arikovalar tomonidan tavsiya etilgan (8.20-rasm).

Bu sxemalarda suv olishda cho'kindilarga qarshi ikki xil usul bilan kurash olib boriladi: 1) yuqori befda ko'ndalang sirkulatsiya hosil qilib, suv ostida oqib keladigan cho'kindilar suv oladigan oraliqlarga kirmasdan, to'g'on tashlama oralig'i orqali pastki befga tushurib yuboriladi; 2) suv oqimi panjaraga kirmasdanoq unda oqib keladigan cho'kindilarning ko'pchilik qismi cho'kindi tutqich transheyalar yordamida tutib qolinib, maxsus yo'llar orqali pastki befga



8.20-rasm. **Zatvor o‘rnatilgan oraliqlar va cho‘kindilarni tutgich xandakli panjarali-tubdan suv olish:**
1 – quvur pulpovodlar; 2 – zatvorli oraliq; 3 – to‘g‘onning vodoslivli qismi; 4 – ajratuvchi devor; 5 – panjara bilan yopilgan suv oluvchi galereya; 6 – cho‘kindilarni tutgich transheya; 7 – tubdagi egri chiziqli ostona; 8 – panjara; 9 – qish faslida suv oladigan oraliq shandorlari; 10 – avankamera; 11 – suv oluvchi galereyaning chiqish qismidagi zatvor; 12 – vodosliv; 13 – bosh inshoot zatvorlari; 14 – yuvish galereyasi.

tashlab yuboriladi. Bu yerda ko'ndalang sirkulatsiya hosil qilishning mavjud usullaridan foydalanilmaydi, balki o'zan tengligiga qarab suv sarfini ma'lum miqdorda oqizish yo'li bilan ko'ndalang sirkulatsiya hosil qilinadi. Bunda to'g'onning tashlama qismi (3) ni butunlay yoki uning bir qismiga ostonali past zatvorli oraliqlar (2) o'rnatish yo'li bilan erishish mumkin. Zatvor o'rnatilgan bu oraliqlarning kengligi shunday bo'lishi kerakki, daryoda o'rtacha suv toshqini kelganda cho'kindilarni tortish zonasi suv oladigan panjarali oraliqlarning kengligidan kam bo'lmasligi shart. Agarda to'g'onning vodoslivli qismi (3) suv oladigan qismi (5) dan ancha uzun bo'lsa, vodoslivli qismni zatvor o'rnatilgan qismdan devor bilan ajratiladi. Bu devor (4) uzunligi keluvchi o'zandagi suv chuqurligining o'n baravar qiymatiga teng qilib olinadi. To'g'on devorlari qismining kengligi to'g'ri belgilansa, muallaq cho'kindilarning 90—95% suv oladigan galereyaga kirmasdan pastki befga tashlanib yuboriladi.

Cho'kindilarni galereyaga tushishini kamaytirish maqsadida zatvorli oraliqlardan tashqari yana cho'kindi tutgichlardan foydalanish tavsiya etiladi. Buning uchun T.G. Gegeliya tavsiya qilgan qum-shag'al tutgich yoki R.D. Julayev va A.I. Arikovalar tavsiya qilgan tirqishli qum-shag'al tutgichlardan foydalanish mumkin.

Cho'kindilarni zatvorli oraliqqa yo'naltirish maqsadida panjarali oraliq oldida uzunligi panjara oralig'idan ikki marta uzun bo'lgan egri chiziqli ostona (7) o'rnatiladi. P.A. Ponerning taklifiga binoan cho'kindilarni ushlab qoladigan transheya (6) dagi cho'kindilarni, panjaraning osti tomoniga o'rnatilgan pulpovodlar (1) orqali yuboriladi.

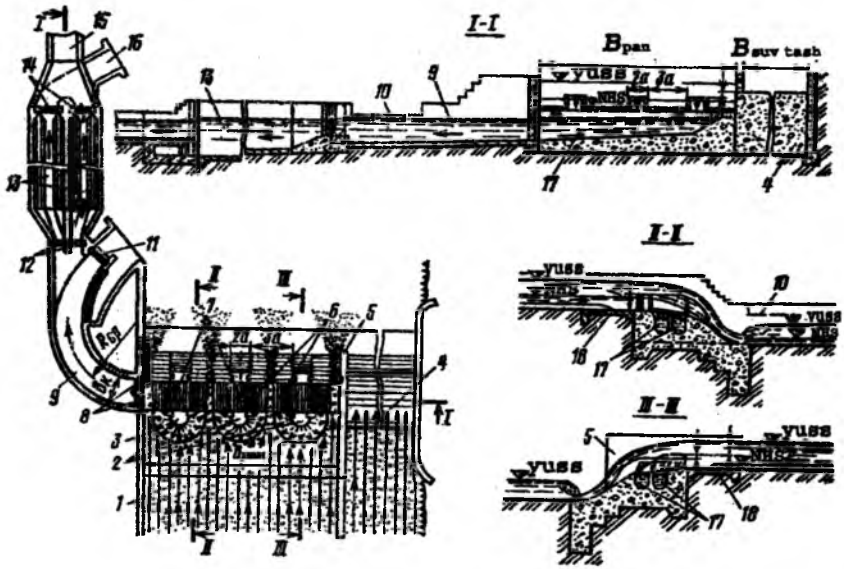
Quvurli pulpovodlar diametri qum-shag'al ushlab qoladigan transheya panjara sterjenlari orasidagi masofadan 3...5 marta katta qilib olinadi. Bu quvurlar bir-biridan (1,6...2,0)h masofasida o'rnatiladi.

Suv oluvchi galereya (5) orqali keladigan mayda cho'kindilar yig'uvchi avankamera (10) ga oqib keladi va tirqishli konussimon yuvuvchi galereya (14) da vinsimon harakat qiladigan oqim bilan yuviladi. Qishda suv oladigan oraliq (9) ni qirg'oq bilan tutashadigan devorda joylashtirish tavsiya etiladi. Bu oraliq sterjenlari gorizontal joylashgan panjara (8) bilan berkitib qo'yiladi.

Qatlamlarga bo'lib — panjarali suv olish. Bu turdagi suv olish inshootlari suyri vertikal to'siqdan o'tish va cho'kindilar to'siqqa

yaqinlashmasdan uni aylanib o'tish prinsipiga asoslangan. Bu konstruksiyadagi suv olish inshootini professor N.F. Daneleya ishlab chiqqan. Vodosliv to'g'onning suv oladigan galereyasi ustida quriladigan, toshqin vaqtida suv ostida qoladigan ichi bo'sh oraliq devorlar (2) suyri vertikal to'siq vazifasini bajaradi (8.21-rasm).

Suv oqimi bunday to'siqdan o'tish vaqtida oraliq devor oldi tomonidan yuqori bosimli zona hosil bo'lishi natijasida tubdagi teskari oqimlar (3) hosil bo'ladi. Bunday oqimlar oraliq devor ustidan suv oqib tushgan vaqtlarda ham saqlanib qoladi. Bu teskari oqim asosiy oqim bilan uchrashib aylanma harakat hosil qiladi, buning



8.21-rasm. **Qatlamlarga bo'lib – panjarali suv olish:**
1 – tubdagi oqimlar; 2 – toshqin vaqtida suv ostida qoladigan ichi bo'sh oraliq devorlar; 3 – tubdagi teskari oqimlar; 4 – vodoslivli to'g'on; 5 – ajratuvchi devor; 6 – pastki yarus panjaralari; 7 – yuqori yarus panjalari; 8 – suv oluvchi galereya oxiridagi zatvorlar; 9 – kanalning egri chiziqli qismi; 10 – salt tashlamaning yon tomonidagi vodoslivi; 11 – kanalning yuvish qurilmasi; 12 – tindirgich boshidagi zatvorlar; 13 – ikki kamerali tindirgich; 14 – tindirgich yuvgichining zatvorlari; 15 – kanal; 16 – tindirgich yuvgichi; 17 – suv oluvchi galereya; 18 – ponur.

natijasida cho'kindilarni oraliq devorlar o'rtasidagi oraliqning o'rta qismiga yo'naltirib, pastki befga tashlab yuborish mumkin bo'ladi.

Yuqorida qayd qilingan sirkulatsiya oqimining hosil bo'lishi natijasida oraliq devorlar oldida va ularning uzunligi bo'yicha o'zan ostida yirik cho'kindilar bo'lmagan erkin zona hosil bo'ladi. Oraliqlarning ikkala chetidagi qismida o'zan ostidagi cho'kindilardan ozod qismida oraliqlari 6...12 mm bo'lgan panjaralar (6) zich qilib o'rnatiladi (pastki yarus) va ular orqali suv galereyaga o'tadi. Bu panjaralar orqali daryoda suv kam bo'lgan vaqtlarda ham olinadi. Yirik cho'kindilar oqadigan oraliqning o'rta qismi po'lat plita yoki temir-beton plitalar bilan berkitib qo'yiladi. Oraliq devorlarning old tomonlarida ko'ndalang sirkulatsiya hosil bo'lish uchun u yerda panjaralar o'rnatilmaydi. Yirik cho'kindilarning oraliq devor tepasidan oqib o'tadigan suv qatlamlariga qo'shilishiga shu sirkulatsiya yo'l qo'ymaydi. Shuning uchun toshqin vaqtida suv ostida qolib ketadigan ichi bo'sh oraliq devor tepalariga sterjenlarning oraliqlari 20...40 mm li yirik panjaralari (7) o'rnatiladi (yuqori yarus). Bu panjaralar orqali toshqin vaqtida suv olinadi. Suv galereya (17) dan egri chiziqli kanal (9) ga keladi. Bu kanal oxirida cho'kindilarni yuvish qurilmasi (11), suv sathlarini avtomatik ushlab turuvchi yon tomondagi vodosliv (10), tindirgich (13) va yuvish qurilmalari (16) joylashtiriladi.

Qatlamlarga bo'lib – panjarali suv olish inshootlarini daryoning tor to'g'ri chiziqli uchastkalarida qurish tavsiya qilinadi. Agar ular egri chiziqli uchastkada quriladigan bo'lsa, inshootlar quriladigan joy o'zan botiq qirg'og'ining radiusi bo'ylab joylashtiriladi. Daryoning inshoot oldidagi to'g'ri uchastkasining uzunligi panjara o'rnatiladigan oraliq kengligidan 4...5 marta ortiq qilib belgilanadi. To'g'on umumiy qismining kengligi hisobiy toshqin suvlarini o'tkazib yuborishni nazarda tutib belgilanadi, o'zanning qolgan qismi gruntdan barpo etilgan to'g'on bilan suv o'tkazmaydigan qilib berkitib qo'yiladi.

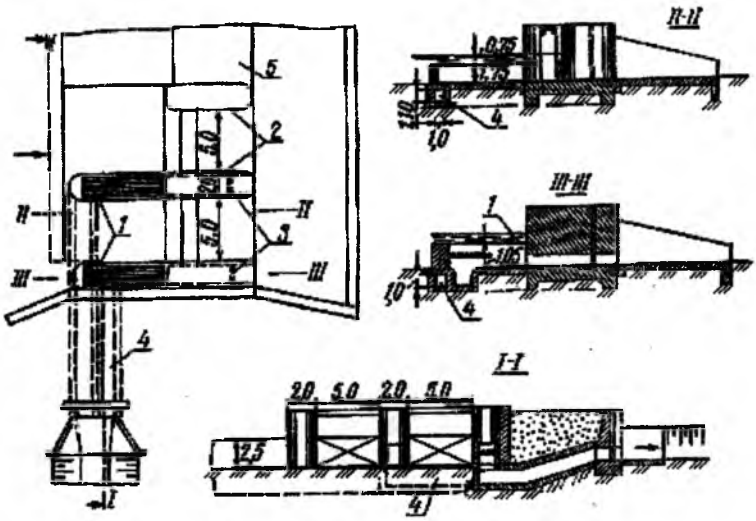
Qatlamlarga bo'lib – panjarali suv olish inshootlarini daryoning tog'li, yuqori tog'li uchastkalarida va ularni tog' oldi uchastkalarida daryodagi suv sarfi $Q_{daryo} = 0,2...500$ m³/s, tezlik $\vartheta_{o'r} = 1...6$ m/s va nishabligi $i = 0,01...0,1$ bo'lganda qurish tavsiya etiladi. Daryodagi suv bir tomonga olinadigan bo'lsa, suv sarfi 0,2...12 m³/s va ikkala tomonga olinadigan bo'lsa, ikki marta ko'p bo'lishi mumkin.

Suv ostida ko'milib qoladigan oraliq ustunlarning kengligi $2a$ va balandligi $h = (0{,}6...1{,}0)a$ qabul qilinadi, bunda $a = 0{,}5...0{,}75$ m. Oraliq devorlar orasidagi oraliqlarning kengligi $2a$ qilib olinadi va bu oraliq uchta teng qismga bo'linadi. Chetdagi oraliqlarning kengligini $2a$ qilib olinadi va ular ikkita teng qismga bo'linadi. Oraliq devorlar panjaralaridan $1{,}5a$ ga teng qilib oldinga chiqarib qo'yiladi va uning old qismi radiusi $r = 0{,}75a$ yarim aylanma ko'rinishida olinadi. Oraliq devorlarning ustidan o'tadigan suvning maksimal qalinligi oraliq devor balandligiga nisbatan 10 martadan oshmasligi kerak. Ikkala panjara seksiyalari olinadigan qilib o'rnatiladi. Pastki yarus panjaralarning nishabligi $i = 0{,}1...0{,}15$ va tirqishlar koeffitsiyenti $p_n = 0{,}25...0{,}35$, yuqori yarus panjaralarniki esa – $i = 0{,}05...0{,}1$ va $p_{yu} = 0{,}4...0{,}6$ qilib olinadi. Egri chiziqli kanal (9) ning o'rtacha radiusini $R_{o'r} = (2{,}5...4)\,b_k$ qilib olinadi. Vodoslivli to'g'on tepasi sath belgisi oraliq devor tepasidan $\Delta h \geq 0{,}1$ m dan kam bo'lmasligi shart. Oraliq devorning old tomonidagi o'zan qismi $(5...6)a$ uzunligida beton bilan mustahkamlanadi.

Suv oluvchi galereyaning soni hisoblar natijasida aniqlanadi. Har qaysi galereyaning kesim yuzasi 1...3 m^2, kengligi 1...2 m, galereya oxirining balandligi 1...1,5 m va suvning o'rtacha tezligi ϑ =1,5...2 m/s atrofida qabul qilinadi. Suv oluvchi galereyaning oxirida ekspluatatsiya ehtiyojlari uchun zatvorlar o'rnatiladi.

Gorizontal panjarali oraliq devorlardan suv olish (8.22-rasm). Bunday suv olish konstruksiyasi I.Ya. Andreychuk tomonidan ishlab chiqilgan. Bu birlashtirilgan (qo'shma) suv olish turiga kiradi, chunki uning suv olish tirqishlari suv tashlash to'g'onining oraliq va yon devorlarida joylashgan. Gorizontal panjarali oraliq devordan suvni bir va ikki tomonga olishi mumkin. Bir tomonga suv olishda qirg'oqqa yaqin joylashgan yon va oraliq devorlardan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Suv tashlash to'g'onining suv olish uchun foydalaniladigan oraliq va yon devorlari yuqori bef tomonga chiqariladi. Ularning gorizontal yuzasi NDS dan 0,75...1,5 m pastda joylashtiriladi. Oraliq va yon devorlar yuqori bef tomonga chiqarilgan qismi ichi bo'sh konstruksiyali kamerani (quduqni) hosil qiladi va uning usti panjara bilan qoplanadi. Oraliq va yon devorlar bosh qismining umumiy uzunligi bo'yicha yuqori bef tomonidan radial ko'rinishda devorlar o'rnatiladi. Suv oqimi bu suyri to'siqdan o'tishda cho'kindilarni oraliq devor o'rtasida yo'naltiruvchi sirkulatsiya oqi-

mi hosil bo'ladi va shu sababli ularni kameraga kirmasligi ta'minlanadi. Oraliq devor pastki qismi yon sirtida kamera ishini to'xtatish uchun shandor devorlari o'rnatiladi. Har bir kamera mustaqil bosimli galereyaga (dyuker turidagi) ega, u orqali suv quduqdan kanalga yoki tindirgichga o'tkaziladi. Kanalga beriladigan suv sarfi bosimli galereya chiqish qismida o'rnatilgan zatvorlar bilan boshqariladi. Kamerada (quduqda) to'plangan cho'kindilar oraliq va yon devorlar o'rtasida joylashtirilgan yuvuvchi galereya orqali yuviladi. Galereyalar davriy ishlaydi, yuvuvchi suv sarflarini rostlash uchun esa galereya oxirida zatvorlar joylashtiriladi. Har bir oraliq devor 2...5 m^3/s yon devor esa 0,7 m^3/s suv sarfini olishi mumkin. Kameraga kirish tezligi 0,3...0,5 m/s oralig'ida belgilanadi, bosimli galereyaga esa 1...2 m/s, bunda shuni ham hisobga olish kerak, berilgan tezliklarda daryodan suv oqimlari bilan birga qo'shilib kelgan muallaq cho'kindilar o'tmasligi kerak. Gidrouzel orqali minimal suv sarflarini o'tkazishda to'g'on hamma oraliqlari suvni pastki befga tashlash uchun ishlaydi (NDS da). Bu hol to'g'on suv tashlash inshooti uzunligini aniqlashda hisobiy hisoblanadi.



8.22-rasm. **Gorizontal panjarali oraliq devorlardan suv olish:**
1 – gorizontal panjara; 2 – oraliq devorlar; 3 – yuvuvchi tirqishlar zatvorlari; 4 – bosimli galereya; 5 – suv tashlash inshootlari oraliqlari.

Bunday turdagi suv olish inshootlari gidravlik hisobi bo'yicha kamera yuzasi va kanalda suv sathi belgisini belgilash uchun bosim yo'qolishini aniqlashdir. Kamerada bosimli rejimi bo'lganda kirish tirqishining yuzasi quyidagi formulada aniqlanadi:

$$Q = \mu \cdot p \cdot \omega_{kam} \sqrt{2gh_{kir}}\,, \qquad (8.21)$$

bunda: μ – sarf koeffitsiyenti, 0,5...0,6 teng; p – tirqishlar koeffitsiyenti (8.16) formuladagi, shuningdek oraliq masofalar qiymati 3...15 sm qabul qilinadi, sterjenlar qalinligi esa 1...3 sm; h_{kir} – kameraga kirishdagi bosim yo'nalishi, quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h_{kir} = \xi_{kir} \vartheta^2 / 2g\,, \qquad (8.22)$$

bunda: ξ_{kir} – qarshilik koeffitsiyenti, uning o'rtacha qiymati 3,3 oraliq devorda, yon devorda 7,5; ϑ – panjaradan keyin kameradagi tezlik:

Aniqlangan kamera yuzasi ω_{kam} bo'yicha uning plandagi o'lchamlari quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega_{kam} = l_{kam} b_{kam}\,, \qquad (8.23)$$

Ikkala qiymatdan biri l_{kam} yoki b_{kam} qiymati beriladi, shundan so'ng boshqasi aniqlanadi. Suv olish qismi chegarasida oraliq devor uzunligi (2...4) H_d qabul qilinadi, bunda H_d – flutbet ustidan oraliq va yon devor balandligi. Mavjud tavsiyalar bo'yicha oraliq devor qalinligi 4...5 m dan oshmasligi kerak.

Bosimli galereyadagi bosim yo'qotilishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h_{gal} = h_{kir} + h_{bur} + h_{uz} + h_{chiq}\,, \qquad (8.24)$$

(8.24) formuladagi har bir bosim yo'qotilishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h = \xi \vartheta^2 / 2g\,. \qquad (8.25)$$

Kirishdagi, burilishdagi, uzunlik bo'yicha va chiqishdagi bosim yo'qotilishlari koeffitsiyentlari gidravlik spravochniklarda keltirilgan, galereyadagi tezlik esa 1–2 m/s qabul qilinadi.

Yuvuvchi galereyadagi tezlik quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$\vartheta_{yu} = \mu \sqrt{2gz}\,, \qquad (8.26)$$

bunda: μ – sarf koeffitsiyenti, taxminan 0,6 ga teng, uning aniqroq qiymatini gidravlik spravochnikdan aniqlanadi; z – gidrouzel yuqori va pastki bef suv sathlari farqi.

(8.26)-formula bo'yicha aniqlangan tezlik loyqa bosish tezligidan kichik bo'lmasligi kerak.

Nazorat savollari

1. Daryodan to'g'onli suv olish gidrouzellari haqida umumiy ma'lumot bering.
2. To'g'onli suv olish gidrouzellari qachon va qanday sharoitlarda qo'llaniladi?
3. Suv olish gidrouzellari qanaqa tarkibga ega?
4. Kanalga yon tomondan suv olishda qanday inshootlar qo'llaniladi?
5. Yon tomonga suv olish gidrouzellarini qanday turlarini bilasiz?
6. Cho'kindilarni to'g'ondagi tirqish orqali frontal yuvib yon tomonga suv olish qanday amalga oshiriladi?
7. Cho'kindilarni qirg'oqdagi qurilmalar orqali yon tomonga yuvib yon tomonga suv olish qanday bajariladi?
8. Shag'al tutib qolib yon tomonga suv olish sxemasini tushuntiring.
9. Cho'kindilarni tutib qoluvchi galereyali suv olishni izohlab bering.
10. Yuvuvchi galereyali yon tomonga suv olishning mohiyati nimadan iborat?
11. Egri chiziqli keluvchi kanal bilan yon tomonga suv olish qachon qo'llaniladi?
12. Frontal suv olish inshootlarining qanday turlari bor?
13. Cho'kindilarni frontal yuvib frontal suv olishni tushuntirib bering.
14. Yo'lak orqali suv olishning qanday kamchiliklarini bilasiz?
15. Egri chiziqli nov va tubda o'rnatilgan yuvish galereyali ikki yarusli suv olish qanday joylarda qo'llaniladi va ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
16. Tub cho'kindilarni yon tomonga yuvib frontal suv olish qachon tavsiya etiladi?
17. Suv keluvchi egri chiziqli sun'iy o'zan hosil qilib suv olishni qo'llanish shartlarini aytib bering.
18. Forg'onacha suv olish qanday yutuq va kamchiliklarga ega?
19. Egri chiziqli to'g'onni planda qiyshiq joylashtirib suv olish sxemasidan qanday foydalanish mumkin?
20. To'g'onni strelkasimon o'rnatib ikki tomonga suv olish qaysi prinsipga asoslangan?
21. Cho'kindilarni yon tomonga tashlovchi galereyali frontal suv olishni tushuntiring.
22. Yo'lak-tindirgich orqali suv olishda yuvish galereyasi qanday joylashtiriladi?
23. Egri chiziqli yo'lak orqali frontal suv olish usulida gidrouzel qanday elementlardan tashkil topadi?
24. Panjarali-to'g'onli suv olish gidrouzellari haqida umumiy ma'lumot bering.

25. Tog‘ daryolarining qanday o‘ziga xos gidrologik xususiyatlari bor?

26. Panjarali-to‘g‘onli suv olish gidrouzellari qanday joylashtiriladi?

27. Panjarali suv olishning qanday turlari mavjud?

28. Panjarali-to‘g‘onli suv olish inshootlari qanday asosiy guruhlarga bo‘linadi?

29. Panjarali-tubdan suv olish qanday o‘ziga xos xususiyatga ega?

30. Panjarali-tubdan suv olishda panjaraning plandagi o‘lchamlari qanday aniqlanadi?

31. Vodosliv frontida zatvor oraliq o‘rnatilib panjarali-tubdan suv olish kim tomonidan tavsiya etilgan va bu sxema bo‘yicha suv olishda cho‘kindilarga qarshi kurash qanday olib boriladi?

32. Qatlamlarga bo‘lib – panjarali suv olish qaysi prinsipga asoslangan va kim tomonidan ishlab chiqilgan?

33. Qatlamlarga bo‘lib – panjarali suv olish sxemasini tushuntirib bering.

34. Gorizontal panjarali oraliq devorlardan suv olish qurilmasini izohlang.

35. Gorizontal panjarali oraliq devorlardan suv inshootlari gidravlik hisobi qanday bajariladi?

IX BO'LIM. TINDIRGICHLAR

9.1. Tindirgichlar haqida umumiy ma'lumotlar

9.1.1. Tindirgichlarning vazifasi va tasnifi

Tindirgichlarning vazifasi. Daryodan suv irrigatsiya, suv ta'minoti va gidroenergetika ehtiyojlari uchun olinganda tindirgichlar o'rnatiladi. Irrigatsiya tindirgichlari bosh va taqsimlash kanallarini loyqa bosishini oldini oladi, energetika tindirgichlari esa gidravlik turbinalar parraklarini suvdagi yirik fraksiyali cho'kindilar bilan ishqalanib yedirib yuborishdan saqlaydi. Tindirgichlarda shuningdek, muz parchalari kanalga o'tib ketmasligi uchun ushlab qolinadi. Kanallar oldida ushlab qolinadigan cho'kindilar hajmi, ularning tarkibi, kanallarning, gidromashinalarning tavsifi va boshqa sharoitlar cho'kindilarga qarshi kurash strategiyasini aniqlab beradi. Odatda yirik cho'kindilar gidrouzel pastki befiga chiqarib tashlanadi.

Ammo bir yerga to'plangan zararli cho'kindilarning hamma fraksiyalarini chiqarib tashlash ko'p hollarda maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Cho'kindilar to'liq tozalanganda kanallar yuvilishi mumkin, ya'ni kanallar deformatsiyalanadi va cho'kindilar bilan suv ikkinchi marta to'yinadi, bu esa maqbul bo'lmagan jarayondir. Cho'kindilarni ortiqcha tindirish ham zarar keltirishi mumkin: kanal tubini quyosh nuri qizdiradi, suv o'simliklari o'sadi va kanalning suv o'tkazish qobiliyati kamayadi. Tog' daryolarida, katta suv omborlarida ortiqcha tindirilgan suv, sug'orish maydonlarida tuproqning eroziyasini keltirib chiqarishi mumkin.

Daryoning suv olish inshooti yaqin yerida joylashgan tindirgichlar bosh tindirgichlar, *suv olish joyidan uzoqda* bosh kanalda hamda taqsimlovchi kanallardagisi esa *ichki* tizimdagi tindirgichlar deb ataladi (9.4-rasm). Ularni to'g'onsiz va to'g'onli suv olishda qo'llaniladi. Tindirgichda va daryoda sathlarning tushishi 1...1,5 m dan ortiq bo'lganda, tindirgichlarda cho'kkan cho'kindilarni uzluksiz yoki davriy gidravlik yuvish yo'li bilan tozalanadi. Agar sathlar

tushishi bo'lmasa, unda ularni ekskovatorlar yoki loyqa so'ruvchi mexanizmlar bilan tozalanadi. Bu holda tindirgichlar kengaytirilgan va chuqurlashtirilgan kanal uchastkasini ifodalaydi.

Tindirgichlarning tasnifi. Konsruksiyasi va ishlash prinsipiga ko'ra tindirgichlar quyidagi asosiy belgilarga ko'ra tasnifga bo'linadi: *cho'kindilarni tozalash usuliga ko'ra* – mexanizmlar bilan tozalash, gidravlik yuvish va aralash; *gidravlik yuvish rejimiga ko'ra* – davriy yuviladigan va uzluksiz yuviladigan; *joylashgan o'rniga ko'ra* – gidrouzel tarkibida, undan ma'lum masofada uzoqda va ichki tizimda; *kameralar soniga ko'ra* – bir kamerali, ikki kamerali va ko'p kamerali; *suv xo'jaligi tizimining vazifasiga ko'ra* – energetik, irrigatsiya va suv ta'minoti; *tindirish kameralarida oqimning rejimiga ko'ra* – to'g'ri chiziqli oqim bilan, ko'ndalang sirkulatsiyani yuzaga keltirish bilan.

9.1.2. Tindirgichlarga qo'yiladigan talablar

Tindirgichlarga qo'yiladigan talablar himoyalanadigan obyektning tavsifiga bog'liq. Oqimning umumiy loyqaligi 0,5 g/*l* dan oshmasa, energetik tindirgichlar qurilmaydi, lekin bunda quyidagi shart bajarilishi kerak: gidravlik turbinalarga oqim kiradigan yirik fraksiyali muallaq zarralar miqdori 0,2 g/*l* dan kichik bo'lishi kerak. Odatda, bu 0,25 mm li qumdan yirikroq zarradir.

Sug'orish kanallaridagi tindirgichlarga qo'yiladigan talablar, kanallarning transportlash qobiliyati bo'yicha aniqlanadi: tindirgichdan chiqadigan oqim cho'kindilari yuklamasi, kanal yoki kanallar tizimining tez-tez takrorlanadigan eng yomon sharoitlaridagi transportlash qobiliyatidan ortiq bo'lmasligi lozim.

Tindirgichda cho'kindilar cho'kishida nafaqat oqim loyqaligi kamayadi, balki fraksiya tarkibi ham o'zgaradi. Kanalda suv sarfi 1 m^3/s dan kichik bo'lganda oqimning transportlash qobiliyati S.X. Abalyans formulasi bo'yicha aniqlanadi:

$$\rho u = 0{,}018\vartheta^3 / R, \qquad (9.1)$$

bunda: ρu – oqimning transportlash qobiyaliti belgisi, $\frac{kg \cdot m}{s} \cdot \frac{1}{m^3}$;

ϑ – kanalning normal tartibida kesim bo'yicha oqimning o'rtacha tezligi, m/s; R – xuddi shunday sharoitlarda kanalning gidravlik radiusi, m.

Suv sarfi 1m³/s dan ortiq bo'lsa SANIIRI formulasi qo'llaniladi (A.N. Gostunskiy va I.I. Goroshkov):

$$pu = 6420i^{3/2}R^{1/2}(1-\vartheta_0/\vartheta)(R/h_{o'r})^4 A, \qquad (9.2)$$

bunda: i – kanal nishabligi; $h_{o'r}$ – o'rtacha chuqurlik; A – kanalning o'lchami va shaklini hisobga oluvchi parametr: $Q \geq 4$ m³/s bo'lganda $A = 1, Q = 1...4$ m³/s bo'lganda $A = 0{,}63\ Q^{1/3}$. Ko'paytiruvchi $(1-\vartheta_0/\vartheta)$ minimal aniq tezliklarda berilgan yiriklikdagi cho'kindilarni bo'lishi mumkin bo'lgan ko'chirish chegarasini belgilaydi: $\vartheta_0 = \vartheta_1 h_{o'r}^{0,2}$, bunda ϑ_1 –oqim chuqurligi 1 m bo'lganda ushbu gidravlik yiriklikdagi zarralar cho'kishi ro'y beradigan tezlik. Tajriba ma'lumotlariga ko'ra $\vartheta_1 = 1,24^{2/7} m/s$. Suv sarfi $Q \geq 1$ m³/s bo'lganda oddiyroq, lekin uncha aniq bo'lmagan A.N.Gostunskiy formulasidan aniqlanadi.

$$\rho u = 3300\vartheta^3/(C^3 H), \qquad (9.3).$$

bunda: C – Shezi koeffitsiyenti, m^{0,5}/s.

Bu formula kanallarning suv sarfi 20 m³/s dan ortiq bo'lganda yaxshi natijalar beradi.

Tindirgichdan suv oqizib chiqqan cho'kindilar yuklamasi tufayli oqimga ta'sir etuvchi cho'kindilar alohida fraksiyalarining yuklamalari yig'indisi sifatida aniqlanadi.

$$\rho u = \sum(\rho_i u_i).$$

Loyqa yig'iladigan kanallarning tub cho'kindilari asosan $d > 0{,}05$ mm li zarralardan tashkil topadi. Bu mezon dastlabki talablar sifatida taqriban qabul qilinishi mumkin.

9.1.3. Tindirgichda cho'kindilarni cho'kish jarayoni

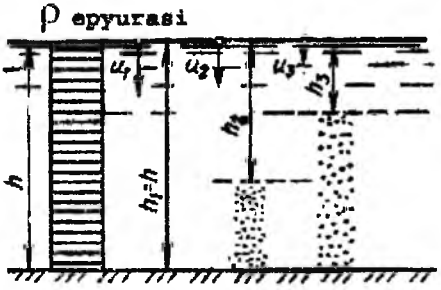
Tindirgichda oqimning tindirilish darajasi tindirgichdan chiqishdagi va unga kirishdagi cho'kindilar oqimi yuklamalari $(\rho u)_k/(\rho u)_0$ nisbati bo'yicha ifodalanadi. Uni tindirgichning muvofiq stvorlarida oqim loyqaligi ρ_k/ρ_0 nisbati bo'yicha ham ifodalash mumkin. Bu kanalga yo'l qo'yiladigan cho'kindilar zarralarining eng katta u_{mak} ni aniqlaydi.

Tindirgichlarda suv 0,15...2m/s dan katta tezlikda harakat qiladi, bu holda kichik energiyaga ega bo'lgan turbulentlashgan harakat paydo bo'ladi. Tezliklar 0,15...0,2 m/s dan kichik bo'lganda ular amaliy ahamiyatga ega bo'lmaydi. Bunday sharoitlarda cho'kindilarni cho'kish hisobi laminar rejimdagi oqim bo'yicha bajariladi.

Tindirgichlarning eng asosiy tavsiflaridan biri uning *o'tkazuvchanligi* hisoblanadi va u tindirish kamerasidagi suv hajmini suv sarfiga nisbati bilan aniqlanadi: $t_0 = W_k / Q_k$, *s*. Bu shunday vaqt bo'lib, uning davomida kameradagi suv batamom almashadi va cho'kindilar cho'kishi kuzatiladi. Tindirgichni loyihalashda uni odatda oqimni tindirilish sharti bo'yicha belgilanadi.

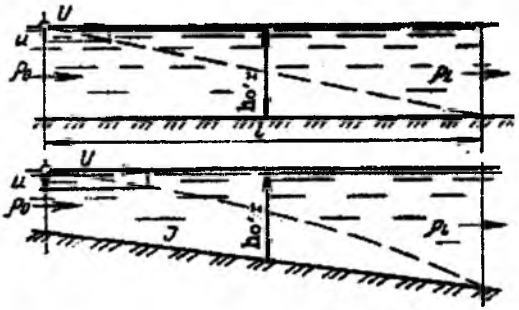
9.1-rasmda ma'lum vaqt ichida ba'zi bir fraksiyalarni to'liq cho'kishi ko'rsatilgan. Maydaroq cho'kindilar bir vaqtning o'zida qisman cho'kadi, masalan, tindirgich kamerasida u_1 dan katta bo'lgan hamma cho'kindilarni cho'ktirish talab qilinadi. Bu hisobiy zarralarni cho'ktirish uchun cho'ktirish vaqti $t_1 = h / u_1$ talab qilinadi (turbulentlashgan oqimning ta'siri hisobga olinmaydi). Cho'kindilarning u_1 dan kichik hamma zarralari $h_2 = u_2 t_1$, $h_3 = u_3 t_1$ va hokazolar chuqurlikdan cho'kadi.

Cho'kindi zarralari pastga harakat qilish bilan bir vaqtda oqim bilan tindirgich chiqish tomon siljiydi va ularning traektoriyasi o'zgaruvchan, tezlik va gidravlik yirikligiga ko'ra aniqlanadi. 9.2- rasmda keltirilgan sxemalar kameralari bir xil suv hajmiga ega bo'lganligi uchun tindirish qobiliyati bo'yicha teng baholanadi. Konstruktiv jihatdan kameraning tubi nishabligi cho'kindilarni yuvishni ancha



9.1-rasm. **Har xil yiriklikdagi cho'kindilar zarralarining cho'kish sxemasi.**

yengillashtirish imkoniyatini berganligi uchun pastki sxema afzal hisoblanadi. Zarralar harakati traektoriyasi turli shaklga ega bo'lishiga qaramasdan, cho'kish yo'li uzunligi bir xil bo'lib qoladi. Cho'kish yo'li uzunligini aniqlash tindirgichning gidravlik hisoblarida asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.



9.2-rasm. **Tubi gorizontal va nishab bo'lgan bir xil sig'imli tindirgich kamerasida cho'kindi zarralari harakati.**

Hisoblarda yana bir taxminga yo'l qo'yiladi: cho'kindilar zarralari cho'kishida bir - biriga ta'sir etmaydi (loyqalik 10 kg/m³ dan kichik bo'lganda). Tindirgich kamerasi uzunligini odatda kanalga kirishi mumkin bo'lgan cho'kindilar hisobiy eng yirik zarrasi u_{mak} bo'yicha aniqlanadi. Bunday zarraning cho'kish vaqti $t_0=h_{o'r}/u_{mak}=W_k/Q_k=$ $=lb_kh_{o'r}/Q_k$ bu ifodalardan asosiy o'lchamlar aniqlanadi:

Hisobiy zarraning cho'kish yo'li uzunligi:

$$l_{mak}=Q_k/b_ku_{mak}; \qquad (9.4)$$

kameraning o'rtacha chuqurligi:

$$h_{o'r}=u_{mak}(W_k/Q_k) \qquad (9.5)$$

Agar kamera $L=l_{mak}$ uzunlikda bajarilsa, qisqa vaqt ichida loyqa to'planishi hisobiga uning hajmi kamayadi va kanalga yirik u_{mak} bo'lgan cho'kindilar o'ta boshlaydi. Tindirgich zarur bo'lgan ishonchlikka va uzoq muddat ushlab qolish qobiliyatini yo'qotadi. Shuning uchun tindirgich hajmini odatda yo'l qo'yiladigan loyqa to'planishi hajmidan biroz kattaroq qilib bajariladi. Buni kamera uzunligini oshirish bilan amalga oshiriladi:

$$L_k = Kl_{mak}, \tag{9.6}$$

bunda: $K = 1{,}2...1{,}5$.

Yuqorida keltirilgan hisoblarda oqimning turbulentlashganligi hisobga olinmagan, shu sababli kamera uzunligini oshirish talab qilinadi. Bundan tashqari oqimda keragidan ortiq cho'kindilar bir paytning o'zida tushmaydi, bu esa ma'lum vaqt talab qiladi. Bu jarayon A.N. Gostunskiyning tenglamasida aks ettirilgan (yirikligi u_i bo'lgan cho'kindilarning bitta fraksiyasi uchun):

$$\rho_{i,l} = \rho_{tp} + (\rho_{i,0} - \rho_{tp})e^{-u_i l/q}, \tag{9.7}$$

bunda: $\rho_{i,l}$ – cho'kish boshlanadigan stvordan l uzoqlikdagi gidravlik yirikligi u_i bo'lgan cho'kindilar hisobiy fraksiyasining loyqaligi; ρ_{tr} – shu fraksiyaga nisbatan oqimning transportlash qobiliyati (bu yerda u loyqalik bilan ifodalangan); $\rho_{i,0}$ – tindirgichda kiradigan tekshirilayotgan fraksiyaning loyqaligi; $q = Q_к / b_к$ – kameradagi solishtirma sarf; e = 2,72.

Ushbu tenglamadan kameraning kerakli uzunligini aniqlash mumkin. Bu holatda hisobiy gidravlik yiriklik bo'lib zarralar yirikligi i_{mak} hisoblanadi. Loyihalash shartiga ko'ra bunday zarralardan tindirgich oxiridagi loyqalik ρ_{tr}=0 bo'ladi, bunda

$$\rho_{i,e} = \rho_{i,o}e^{-u_{мак}l_{мак}/q}, \tag{9.8}$$

bundan

$$l_{mak} = -\frac{\lg(\rho_{i,l}/\rho_{i,0})}{\lg e}\frac{q}{u_{mak}}. \tag{9.9}$$

$\rho^{i,l} / \rho_{i,o} < 0{,}1$ bo'lganda eksponentning so'nishi kuchsiz bo'ladi. Hisobiy fraksiya-indikatorning muallaqlikdagi qoldig'i uchun kameraning 10% uzunligi qo'shimcha turbulentlashgan (muallaq) cho'kindi loyqani hisobga olgan holda teng bo'ladi:

$$l_{mak} = 2{,}3q/u_{mak} = 2{,}3Q/b_k u_{mak}, \tag{9.10}$$

bu esa oqimning turbulentlashganligi hisobga olinmagan holatdagidan taxminan ikki marta katta.

9.1.4. Tindirgichlarning loyqaligi va cho'kindilarning fraksion tarkibi o'zgarishi

Cho'kindi tinishi jarayonida oqimning loyqaligi o'zgarib boradi. Ma'lum bir sharoitlarda yirik zarralar cho'ka boshlaydi va bu cho'kindining muallaq fraksiya tarkibini hamda oqimni loyqaligini o'zgarishiga olib keladi. Agar oqimda turbulentlashganlik bo'lmasa, tubga cho'kkan cho'kindi mayda fraksiyalarining bir qismini hisobiy yirik fraksiyalarning to'liq cho'kishi vaqti bilan aniqlanadi. Bu fraksiya uchun (9.1-rasmga qarang) cho'kkan cho'kindining bir qismi. $\varepsilon_1 = h_1 / h = 1$, ularning cho'kish vaqti esa $t_1 = h / u_1$ ga teng. Ikkinchi va boshqa mayda fraksiyali cho'kkan cho'kindilarning bir qismi quyidagi ifoda orqali topilishi mumkin:

$$\varepsilon_2 = h_2 / h_1 = u_2 t_1 / (u_1 t_1) = u_2 / u_1;$$

$$\varepsilon_3 = u_3 / u_1 \text{ va sh.k.}$$

Cho'kmay qolgan fraksiyali cho'kindilar qoldig'i esa topiladi: $\rho_2 = \rho_{0,2}(1 - \varepsilon_2)$; $p_3 = \rho_{0,3}(1 - \varepsilon_3)$ va sh.k., bunda $\rho_{0,i}$ – fraksiyalarning cho'kish (tinish) oldidagi dastlabki loyqaligi. Hisoblarni jadval shaklida olib borish qulayroq. Cho'kindilar tarkibi (p,%) bo'yicha har bir fraksiyaning loyqaligi ρ_i va cho'kindining har bir fraksiyasidan oqimga tushadigan yuklama $\rho_i u_i$ hisoblanadi. Fraksiyaning o'rtacha gidravlik yirikligini A.N. Gostunskiy formulasi bilan aniqlash mumkin:

$$u_1 = (3u_{min} + u_{mak})/4$$

bunda: u_{min} – hisobiy fraksiyaning eng kichik zarralarini gidravlik yirikligi; u_{min} – esa eng katta zarralarniki.

Cho'kindi zarralarini cho'kish tezligini gidravlik yiriklik bilan bog'lash – bu oqim tezligini (vertikal) tik tashkil etuvchisini juda kichik deb qabul qilishni bildiradi. Zarurat tug'ilganda uni hisobga olish mumkin va unda zarralarni cho'kish tezligi oqim tezligini tik tashkil etuvchi "ko'taruvchi" qiymaticha kichik bo'ladi. Bu juda oz o'rganilgan holatlardan biri bo'lib, misol tariqasida bir nechta formulalar quyida keltiriladi.

V.G. Glushkov, A.N. Gostunskiy, M.A. Velikanov va I.V. Eginazarov turli vaqtlarda tezlikni tik tashkil etuvchisini hisoblash uchun

formula o'ylab topishgan $u_e = \alpha\vartheta$, bunda α =0,05...0,20. Yu.A. Ibadzade tomonidan $u_e = 0{,}152\vartheta$, S.F. Savelyev tomonidan $u_e = 0{,}078\vartheta / H^{0,2}$, A.A. Trufanov tomonidan esa g'adir-budurlik koeffitsiyentini hisobga oladigan $u_e = 3{,}13n\vartheta / H^{0,2}$ formulalari taklif etilgan.

Cho'kindilarni har kungi tarkibiga ishlov berish tindirgichga kirish joyida cho'kindilarni oqimga kundalik hisobiy yuklamasini aniqlash bilan yakunlanadi:

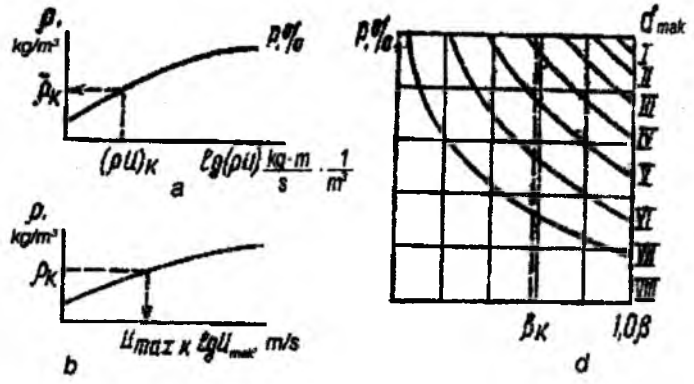
$$(pu)_0 = \sum_1^k (pu)_{0,i}. \qquad (9.11)$$

Cho'kindilar tarkibidagi o'rtacha gidravlik yiriklik $u_0 = (\rho u)_0 / \rho_0$ ifoda bo'yicha hisoblanadi.

So'ngra tindirgichda eng yirik fraksiyaning to'liq cho'kishni taxmin qilib, cho'kindilar tavsiflarini hisoblashning birinchi bosqichi olib boriladi: $\varepsilon_I = 1$. Cho'kkan cho'kindilarning II qismi va boshqa mayda fraksiyalar $\varepsilon_{II} = u_{II} / u_1$, $\varepsilon_{III} = u_{III} / u_1$ bo'ladi va h.k. So'ngra loyqa fraksiyalari va ulardan tushadigan yuklama $(\rho u)_I$ aniqlanadi. Oqimdagi cho'kindilarning qolgan qismi $\beta = 1 - \varepsilon$.

Hisoblashning keyingi bosqichlarida boshqa fraksiyalar qoldig'ini hisoblab, oqimda qolgan eng yirik fraksiya ketma-ket cho'ktiriladi. Hisoblar natijasida cho'ktirishning har bir bosqichi uchun oqimning loyqaligi ρ, cho'kindilar oqimining yuklamasi ρu, oqimda qolgan eng yirik zarralarning gidravlik yirikligi u_{mak}, cho'kindilar tarkibining foizi $\rho = f(u)$ aniqlanadi. Bu tavsiflar suv omborlarida va tindirgichlarda hamda tindirgichdagi loyqani yuvishda cho'kindilarni cho'ktirish bilan bog'liq bo'lgan kelgusi hisoblarni bajarishga imkon beradi. Bu tavsiyalar 9.3-rasmda keltirilgan.

Kanalning berilgan transportlash qobiliyati $(\rho u)_к$ bo'yicha (9.3-rasm, a) grafigi yordamida tindirgichdan chiqishdagi oqim loyqaligi $(\rho_к)$ va u bo'yicha (9.3-rasm, b) dagi grafikdan tindirgich hisobi uchun kerak bo'lgan suyuqlikdagi cho'kindilarning eng katta gidravlik yirikligi $u_{mak.k}$ aniqlanadi. 9.3-rasm, d dagi grafik, oqimning nisbiy loyqaligi $\beta = \rho / \rho_0$ bo'yicha suyuqlikning fraksion tarkibini aniqlashda imkon beradi: bu tindirgich tubidagi yuvilishi zarur bo'lgan qoldiqning fraksion tarkibini ham hisoblash uchun kerak bo'ladi.



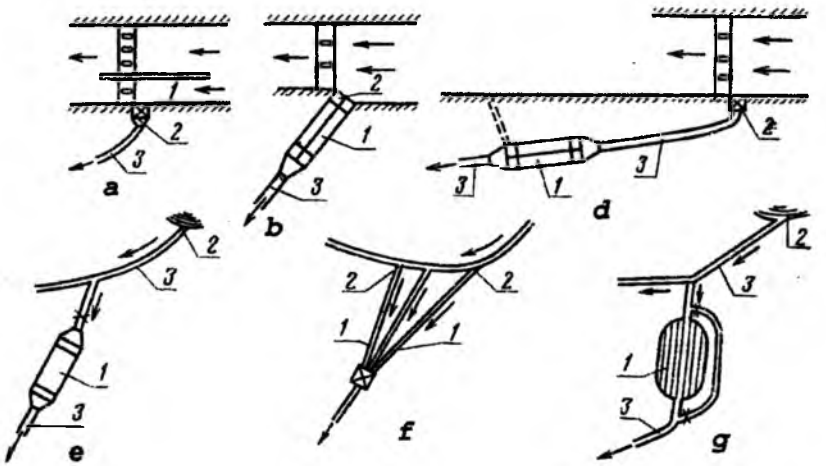
9.3-rasm. **Suv omborlarida va tindirgichlarda cho'kindilar cho'kishida ularning tavsiflari (ya'ni oqim loyqaligi o'zgarganda):** a – oqim yuklamasi; b – cho'kindilar zarralarining eng katta gidravlik yirikligi; d – nisbiy oqim loyqaligi o'zgarganda cho'kindilar fraksion tarkibining o'zgarishi.

9.1.5. Tindirgichlarning umumiy tavsifi

Tindirgichlarning turlari. Texnik adabiyotlarda irrigatsiya va gidroenergetika uchun juda ko'p tindirgich turlari ko'rib chiqilgan. Ko'p hollarda tindirgich turi uning konstruksiyasini ishlab chiqqan muallif nomi bilan ataladi. Bularning asosiy turlariga quyidagilar kiradi: 1) yirik fraksiyali cho'kindilarni cho'ktiruvchi davriy yuviladigan gidroenergetik tindirgich; 2) yirik fraksiyali cho'kindilarni cho'ktiruvchi uzluksiz yuviladigan gidroenergetik tindirgich; 3) mayda fraksiyali cho'kindilarni cho'ktiruvchi davriy tozalanadigan irrigatsiya tindirgichi; 4) ko'l tindirgichlar; 5) D.Ya. Sokolov va I.K. Nikitin tindirgichlari.

Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar konstruksiyalari ko'p ishlab chiqilgan. Ammo davriy yuviladigan tindirgichlar afzallikka ega bo'lgani sababli, ular amalda keng qo'llaniladi. Adabiyotlarda birinchi ikkita tindirgichlar qo'shimcha tavsiflarsiz nomlanadi. Qolgan boshqa turlar ichidan ularni ajratish uchun kelgusida ularni shartli energetik deb ataymiz. Faqat shunday holatlarda, yani so'z aynan shular haqida borayotgani aniq bo'lganda tindirgichlar davriy yoki uzluksiz yuvib turiladigan deb ataladi.

Tindirgichlarning joylashgan o'rni. Sug'orish tizimlarida tindirgichlar quyidagi mumkin bo'lgan asosiy sxemalar bo'yicha joylashtiriladi: 1) yuqori befda gidrouzel tarkibida bo'lgan suv olish inshooti oldida (9.4-rasm,a). Bu sxemada tindirgich suv olishning tarkibiy qismi hisoblanadi va faqat 0,5 mm li va undan yirik fraksiyali cho'kindilarni cho'ktirish uchun mo'ljallanadi; 2) qirg'oqda joylashgan gidrouzel tarkibida (9.4-rasm,b). Bunday sxema tog' oldi va tekisliklaridagi daryo uchastkalaridan to'g'onli suv olishda, nisbatan katta bosimlarda tindirgichdan cho'kindilarni o'z oqimi bilan yuvishda qo'llaniladi; 3) kanalda gidrouzel yaqinida (9.4-rasm,d). Bu sxema past bosimli to'g'onlarda qo'llaniladi, gidrouzeldan tindirgichni uzoqlashtirilishi esa gidravlik yuvish sharoitlari bilan bog'liq; 4) kanalda, gidrouzeldan ancha uzoqda (9.4-rasm,e). Bunday sxema suvni ikki uch pog'onali tindirishda qo'llaniladi; 5) to'g'onsiz suv olish kanallarda (9.4-rasm,f), tindirgich mayda zarrali fraksiyalarini tindirish uchun xizmat qiladi; 6) kanalda yoki undan chetda, suv



9.4-rasm. **Sug'orish tizimlarida tindirgichiarni joylashtirish:**
a – yuqori befda gidrouzel tarkibida; b – qirg'oqda gidrouzel tarkibida; d – kanalda gidrouzel yaqinida; e – kanalda gidrouzeldan ancha uzoqda; f – to'g'onsiz suv olishda kanallarda; g – kanalda joyning past yerlaridan foydalanib; 1 – tindirgich; 2 – suv olish; 3 – kanallar.

olishdan uzoqda (9.4-rasm,g), bunda tindirgich joyning past yerlari tindirgich sifatida xizmat qiladi—bu ko'l tindirgichlari deb ataladi.

U yoki bu tindirgich joylashuv sxemasini tanlash muallaq cho'kindilarning yirikligi, topografik sharoitlar, suv oluvchi inshoot oldidagi va yuvuvchi galeriya quyilish joylaridagi suv sathlari orasidagi farq va uni barpo etishga ketadigan xarajatlarga bog'liq.

Suvning tindirilish darajasi. Tindirgichdan chiqishdagi oqim loyqaligini uning kirishdagi loyqaligiga nisbati suvning *tindirilish darjasi* deb ataladi. U suv iste'moli talablariga bog'liq. Gidroelektrostansiya derivatsiya kanallari uchun diametri 0,25 mm va undan katta bo'lgan qumli fraksiyalar zarracha cho'kindilar hisoblanadi. Texnik suv ta'minotida tindirilish darajasi texnologik jarayonlar bilan aniqlanadi, suv iste'moli ta'minotida ega suvni muallaq cho'kindilardan to'liq tozalash talab qilinadi. Sug'orishda tindirilish darajasi tindirgichdan keyin kanalning transportlash qobiliyatidan kelib chiqqan holda qabul qilinadi, boshqacha aytganda ortiqcha loyqa hisobga olinadi.

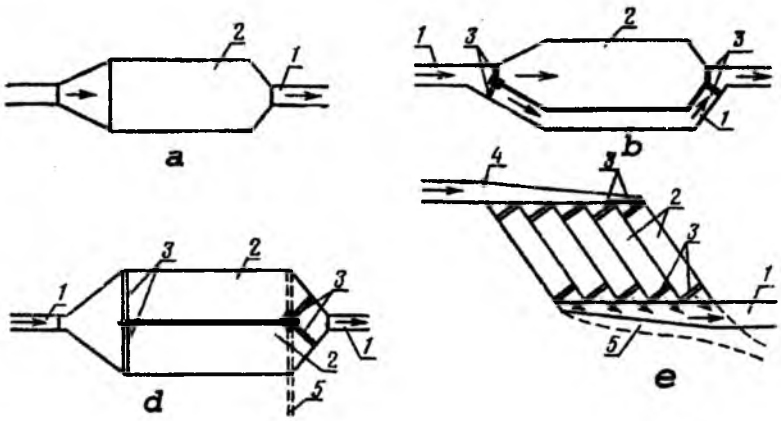
Qo'yilgan shartlarga muvofiq suvning tindirilish darajasi bo'yicha tindirgich o'lchamlari ham aniqlanadi. Yirik fraksiyali cho'kindilarni cho'ktirish uchun mo'ljallangan bosh tindirgichlar uzunligi nisbatan uncha katta bo'lmaydi (100 m ga yaqin). Irrigatsiya tindirgichlarida esa mayda zarrali cho'kindilar cho'ktiriladi, ularda suvning tindirilish darajasi tindirgichdan keyin kanallarning transportlash qobiliyatidan kelib chiqqan holda qabul qilinadi, ya'ni ortiqcha loyqa hisobga olinadi. Mayda fraksiyali zarralarni cho'ktirish uchun katta uzunlikdagi tindirgichlar talab qilinadi, ularning uzunligi 3...4 km va ortiqroq bo'ladi.

Bir va ko'p kamerali tindirgichlar. Bir kamerali tindirgich — bu betonli yoki temir-betonli basseyn bo'lib, suv oqimini boshqarish uchun uning boshida va oxirida shlyuz-rostlagichlar o'rnatiladi (9.5-rasm,a). Yon devorlari vertikal yoki qiya shaklda bo'lishi mumkin. Tubi bo'ylama nishablikka ega. Davriy yuviladigan bir kamerali tindirgichning kamchiligi yuvish vaqtida kanalga suv berilish to'xtatiladi, har qanday turdagi bir kamerali tindirgichni ta'mirlash davrida berkitiladi. Agar ekspluatatsiya sharoitlariga ko'ra kanalga suv berilish to'xtalishiga yo'l qo'yiladigan bo'lsa, u holda tindirgichga parallel bo'lgan aylanma kanal o'rnatiladi va yuvish vaqtida (davriy yuviladigan tindirgichlarda) u bo'yicha suv iste'molchiga uzatiladi (9.5-

rasm,b). Bu holda aylanma kanalga yuqori loyqali tindirilmagan suv uzatilishi sababli tindirgichdan keyin kanalni loyqa bosadi.

Ikki kamerali tindirgichlarni o'rnatish (9.5-rasm,d) iste'molchiga suvni suv iste'moli grafigi asosida uzatishni ta'minlashga imkon beradi. Bir kamerani yuvishda yoki ta'mirlashda qo'shni kamera ishlaydi va kanalga hisobiy loyqali suv uzatiladi.

Ko'p kamerali tindirgichlar (9.5-rasm,e) ni, ikki kamerali singari bir-biriga parallel ulangan va mustaqil ishlaydigan bir kamerali tindirgichlar tizimi sifatida qarash mumkin. Bunday tindirgichlar iste'molchiga suvni uzluksiz uzatishni ta'minlaydi, chunki kameralardan birini ta'mirlash va yuvish vaqtida, qolgan kameralar ishlaganda, ular ketma-ket birin-ketin yuviladi.



9.5-rasm. **Bir va ko'p kamerali tindirgichlar:**
a – bir kamerali; b – bir kamerali aylanma kanal bilan; d – ikki kamerali; e – ko'p kamerali; 1 – kanal; 2 – kameralar; 3 – zatvorlar; 4 – avankamera; 5 – yuvadigan kanal.

Ko'p kamerali tindirgichlarda kameralar soni ekspluatatsiya talablarini hisobga olgan holda va narx ko'rsatkichlarni e'tiborga olib belgilanadi. Ma'lumki, kameralar soni oshishi bilan tindirgich narxi oshadi, shuning uchun me'yorlar bo'yicha kameralar sonini minimum ikki-uchtagacha qisqartirish tavsiya etiladi.

Nazorat savollari

1. Tindirgichlar vazifasi nimalardan iborat?
2. Tindirgichlar qanday tasniflanadi.
3. Tindirgichlarga qanday talablar qo'yiladi?
4. Tindirgichda cho'kindilarni cho'kish jarayoni qanday ro'y beradi?
5. Tindirgichlarning eng asosiy tavsiflarini sanab bering.
6. Loyqalik va cho'kindi fraksiya tarkibi qanday o'zgaradi?
7. Fraksiyaning o'rtacha gidravlik yirikligini aniqlash bo'yicha A.N. Gostunskiy formulasini izohlab bering.
8. Tindirgichlarga umumiy tavsif bering.
9. Sug'orish tizimlarida tindirgichlarni joylashtirishni tushuntiring.
10. Bir va ko'p kamerali tindirgichlarni ishlash jarayonini aytib bering.

9.2. Tindirgichlar konstruksiyalarining o'ziga xos xususiyatlari

9.2.1. Davriy yuviladigan tindirgichlar

Tindirgichlarning ishlashi rejimi. Bunda davriy yuviladigan tindirgichning energetik deb nomlangan faqat bir turi ko'rib chiqiladi, ammo u irrigatsiya sharoitlarida ham teng (baravar) qo'llaniladi. Tindirgichlar nisbatan 0,2...0,25 mm va yirikroq fraksiyali muallaq cho'kindilarni cho'ktirish uchun foydalaniladi. Bunday fraksiyali cho'kindilar mustahkamlanmagan ochiq gruntli kanallarda ketmaydi, shuning uchun tindirgich gidrouzelda yoki undan biroz uzoqda joylashtiriladi.

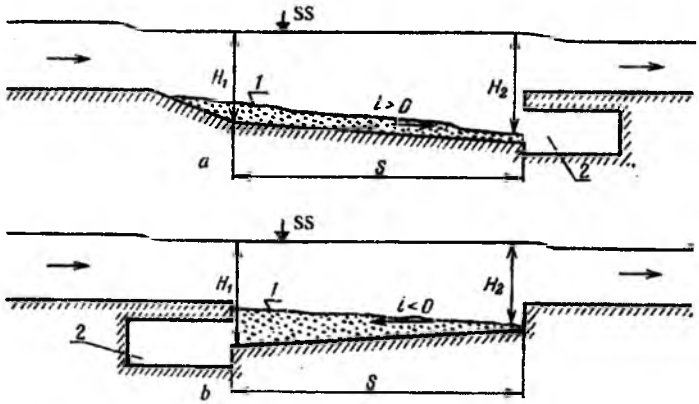
Davriy yuviladigan tindirgichlar ikki taktda ishlaydi. Davomiyligi uzoq vaqt bo'lgan birinchi taktda, daryodan o'tadigan muallaq cho'kindilarning bir qismi cho'kadi va bir vaqtning o'zida tindirilgan suv iste'molchiga uzatiladi. Ikkinchi taktda tindirgichda cho'kkan cho'kindilar yuviladi, kanalga suv uzatilishi to'xtaydi. Shunday qilib, tindirgich ishlashining umumiy vaqti davomida bir takt ikkinchisini almashtiradi.

Davriy yuviladigan tindirgichlarni tozalash odatda gidravlik usulda, ya'ni yuqori tezlikdagi o'zi oqar suv oqimi yordamida amalga oshiriladi. Suv bilan yuvilgan cho'kindilar yuvilish qurilmasi orqali daryoga tashlanadi.

To'g'ri va teskari nishabli tindirgichlar. Tindirgich kameralarining bo'ylama nishabligi cho'kindilarni gidravlik yuvishda oqim

yuqori tezliklarini hosil qilish uchun kerak. Ularni cho'ktirishda, ya'ni tindirgich birinchi taktda ishlaganda nishablik muhim ahamiyatga ega bo'lmaydi. Muallaq cho'kindilarni cho'ktirishda suv harakatiga nisbatan kameralar nishabligi to'g'ri va teskari bo'lishi mumkin (9.6-rasm).

Konstruksiyasining oddiyligi tufayli to'g'ri nishabli tindirgichlar ko'proq qo'llaniladi. Teskari nishabli tindirgichlar murakkab, ammo cho'kindilar tarkibida yirik zarralar ko'p bo'lgan hollarda ular afzaldir. Teskari nishabli kamerada to'plangan cho'kindilar hajmi, to'g'ri nishabli kameralardagiga qaraganda ko'p bo'ladi. Bu shundan kelib chiqadiki, kamera boshida cho'kindilarning cho'kishi jadal yuz beradi, bu yerda kamera chuqurligi ham katta bo'ladi.

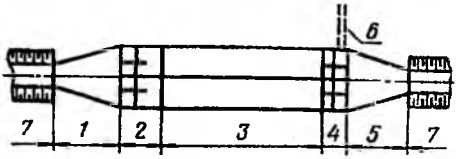


9.6-rasm. **Tindirgichlar sxemalari (bo'ylama kesim):**
a – to'g'ri nishabli (musbat); b – teskari nishabli (manfiy);
1 – cho'kkan cho'kindilar; 2 – yuvish tirqishi.

Teskari nishabli kameralardan cho'kindilarni yuvishda, tindirgichdan keyin kanaldan olinadigan tindirilgan suvdan foydalaniladi. Cho'kindilarni devorlarda yoki kameralar tubida qurilgan vodovodlar orqali tindirilmagan suv o'tkazish bilan ham yuvish mumkin. Ammo bunday vodovodlarni qurish tindirgich konstruksiyasini murakkablashtiradi.

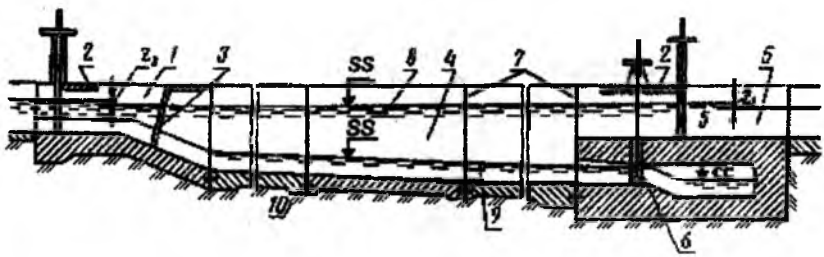
Tindirgichlarning tarkibiy qismlari. Kanallarda joylashtirilgan tindirgichlar konstruktiv jihatdan quyidagi qismlardan tashkil topadi (9.7-rasm): yuqori tutashtiruvchi uchastkadan, yuqoridagi shlyuz-

rostlagichlardan, kameralardan, chiqishdagi shlyuz-rostlagichlardan, yuvadigan to'plovchi galereyalardan, pastdagi shlyuz-rostlagichlardan, yuvadigan suv eltuvchi (vodovod) dan.



9.7-rasm. **Tindirgichning tarkibiy qismlari:**
1 – yuqori uchastka; 2 – yuqoridagi (kirishdagi) shlyuz-rostlagich; 3 – tindirgich kameralari; 4 – pastdagi (chiqishdagi) shlyuz-rostlagich; 5 – pastki tutashtiruvchi uchastka; 6 – suv tashlash trakti; 7 – kanallar.

Tindirgich gidrouzelda joylashtirilganda yuqori tutashtiruvchi uchastka bo'lmaydi, yuqoridagi shlyuz-rostlagich esa bir vaqtning o'zida suv oluvchi inshoot tarkibiga kiradi. Yuqorida sanab o'tilgan tindirgichning barcha konstruktiv elementlari bir-biri bilan birlashgan joylarida zich yopiladigan deformatsiya choklari bilan ajratiladi. Harorat deformatsiyalari shartlari bo'yicha tindirgich kameralari uzunliklari yo'l qo'yarlik uzunlikdan katta bo'lsa, ko'ndalang deformatsiya choklariga ham ega bo'ladi, ular orasidagi masofa hisob bo'yicha aniqlanadi. Betonli konstruksiyalar uchun bu masofa 15...18 m, temir-betonli uchun 30...35 m bo'ladi.



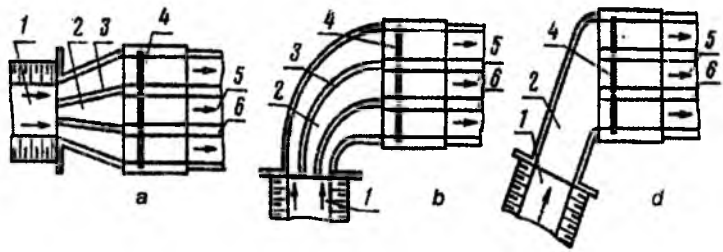
9.8-rasm. **Davriy yuviladigan tindirgich bo'yiama kesimi:**
1 – kirishdagi shlyuz-rostlagich; 2 – xizmat ko'priklari; 3 – teng taqsimlovchi panjara; 4 – kamera; 5 – chiqishdagi shlyuz-rostlagich; 6 – yuvadian shlyuz-rostlagich zatvorlari; 7 – deformatsiya choklari; 8 – cho'kindilar tindiriladigan vaqtda kameradagi suv sathi; 9 – yuvish vaqtida kameradagi suv sathi; 10 – choklarni zichlash.

Davriy yuviladigan tindirgich bo'ylama kesimi 9.8-rasmda keltirilgan va uning har bir qismi alohida ko'rib chiqiladi.

Yuqori va pastki tutashtiruvchi uchastkalar. Tindirgich va unga tutashgan keluvchi va ketuvchi kanallar bir xil kenglikka ega bo'lmaydi. Kanalning kichik kengligini tindirgichning katta kengligi bilan tutashtiruvchi (o'tuvchi) uchastkalar yordamida birlashtiriladi.

Tutashtiruvchi uchastkalar asosiy uchta sxema bo'yicha joylashtiriladi: 1) kanal o'qi bilan tindirgich o'qi mos joylashganda tutashtirish rastrubli bajariladi, yon devorlarga esa to'g'ri chiziqli shakl beriladi (9.9-rasm,a); 2) kanal o'qi tindirgich o'qiga burchak ostida joylashtirilganda o'tuvchi uchastka yon devorlariga egri chiziqli shakl beriladi (9.9-rasm,b); 3) kanal o'qi tindirgich o'qiga burchak ostida joylashganda o'tuvchi uchastka yon devorlariga to'g'ri chiziqli shakl berilib, shlyuz-rostlagich yon devorlariga egri chiziq bilan ulanadi (9.9-rasm,d); Solishtirma sarflarni tengroq taqsimlash uchun yo'naltiruvchi devorlar o'rnatiladi, ularni birinchi sxema bo'yicha to'g'ri chiziqli va ikkinchi sxema bo'yicha egri chiziq bo'yicha joylashtiriladi.

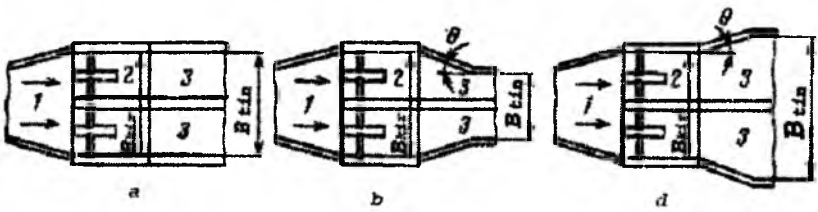
Bunday devorlar kirishdagi shlyuz-rostlagich yon devorlariga tutashtiriladi. Tutashtiruvchi uchastka umumiy kengligi bo'yicha devor balandligini doimiy ta'minlash uchun u suv sathidan biroz pastda joylashtiriladi. Yo'naltiruvchi devorlar umumiy uzunligi tubi yaqinida ikki tomoni ochiq tirqishlar mo'ljallanganda ularni suv sathidan baland qilib o'rnatish mumkin.



9.9-rasm. **Tindirgichni kanallar bilan tutashtirish sxemalari:** *a* – kanal o'qi bilan tindirgich o'qi mos joylashganda; *b, d* – kanal o'qi tindirgich o'qi bilan burchak ostida joylashganda (muvofiq ravishda egri chiziqli va to'g'ri chiziqli devorlar); 1 – kanal; 2 – tutashtiruvchi uchastka; 3 – yo'naltiruvchi devorlar; 4 – shlyuz-rostlagich zatvorlari; 5 – tindirgich kameralari; 6 – ajratuvchi devorlar.

Kirish va chiqishdagi shlyuz-rostlagichlar. Tindirgichlar ekspluatatsiya sharoitlari ularni ta'mirlashni, kameralarni profilaktiv tekshiruvdan o'tkazishda vaqti-vaqti bilan to'xtatishni, suvni iste'molchiga o'tkazish vaqtida va kameralarni yuvish davrida suv sarfini rostlashni talab qiladi. Bu masalalarni hammasini tindirgich boshida va oxirida joylashgan shlyuz-rostlagichlar bajaradi. Konstruktiv jihatdan ikkala shlyuz-rostlagich bir xil bajariladi va chiqishdagi ostonada qo'shimcha yuvadigan kamera joylashtiriladi.

Shlyuz-rostlagichlar kengligi yon devorlar oralig'idagi masofani, (bunga oraliq devorlar ham kiradi) tindirgich kameralar kengligi B_{kir} tindirgich kameralari kengligi yig'indisi B_T ga teng qilib olinadi, bunga ular orasidagi oraliq devorlar ham kiradi (9.10-rasm, a). Agar bu o'lchamlar bir xil bo'lmasa, unda cho'kindilarni gidravlik cho'kish sharoitlari va yuvilishi yomonlashadi (9.10-rasm b,d).



9.10-rasm. **Tindirgich kameralarini shlyuz-rostlagich bilan tutashtirish:**
a – tindirgich kamerasi kengligi shlyuz-regulator kengligiga teng;
b – tindirgich kamerasi kengligi shlyuz-rostlagich kengligidan kichik;
d – tindirgich kamerasi kengligi shlyuz-rostlagich kengligidan katta;
1 – tutashtiruvchi uchastka; 2 – kirishdagi (chiqishdagi) shlyuz-rostlagich; 3 – tindirgich kameralari.

Shlyuz-rostlagich o'lchamlari (oqim harakati bo'yicha) zatvor pazlari konstruksiyasi, xizmat va harakat qatnov ko'priklari (agar ular mo'ljallangan bo'lsa) va oraliq va yon devorlarga tayanadigan boshqa elementlarni joylashtirish sharoitlari bo'yicha aniqlanadi. Kirishdagi shlyuz-rostlagichlar uzunligiga qiya tekislik (pandus) ham kiradi, u yordamida yuqori sathdagi ostona past sathdagi kamera bilan birlashtiriladi. Pandus qiyaligi kameraga oqimni ajralmasdan oqim tushishini ta'minlash sharoitidan kelib chiqqan holda qabul qilinadi.

Kirishdagi va chiqishdagi shlyuz-rostlagichlar ostonalari bir xil sathda joylashtiriladi, unda vodosliv ostonalaridagi suv chuqurliklari har xil bo'ladi. Agar bir xil chuqurliklar qabul qilinmasa, ostona vodoslivi sathi bosim yo'qolishlariga teng bo'lgan qiymatga teng bo'ladi.

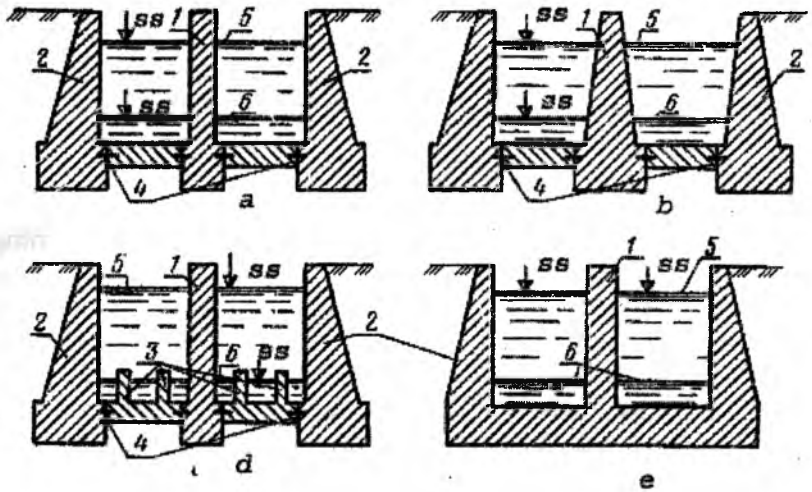
Kirishdagi va chiqishdagi shlyuz-rostlagichlar oraliqlari odatda bir xil va tindirgich kameralari kengligiga teng qilib olinadi. Agar kameralar kengligi juda katta bo'lsa shlyuz-rostlagichlar oralig'iga qo'shimcha oraliq devor o'rnatiladi. Kichik oraliqlarda zatvorlar yaxshi harakatlanadi, ularning konstruksiyalari soddalashadi, xizmat ko'priklari yengillashadi. Cho'kindilar cho'kishida tindirgich kameralari hisobiy rejimi kamera boshlang'ich qismidagi tezliklar epyurasi vertikal bo'yicha ham va gorizontal bo'yicha ham baravar deb taxmin qilinadi. Haqiqiy tezliklar epyurasi taxmin qilingandan farqlanadi. Tezliklarni baravarlashtirish uchun teng taqsimlovchi panjara qo'llaniladi, ular pandus chegarasida joylashtiriladi.

Tindirgich kameralari. Davriy yuviladigan tindirgichlar kamerasi umumiy qismida loyqa cho'kadigan hajm bo'lib, uning chegarasida muallaq cho'kindilarning cho'kishi sodir bo'ladi. U kamera yuzasi (gorizontal proeksiyasi) ni tubidan shlyuz-rostlagich ostonasigacha bo'lgan o'rtacha balandlikka ko'paytirib aniqlanadi. Ko'p kamerali tindirgichlarda bo'ylama devorlar kameralarni bir-biri bilan ajratadi, ular suv sathidan 0,3...0,5 m baland qilib o'rnatiladi. Devorlar ko'ndalang kesimlari to'g'ri burchakli yoki trapetsiya shaklida bo'lishi mumkin (9.11-rasm). Kameralar oraliq devorlari, yon devorlar kabi flutbetdan (kamera tubidan) deformatsiya choklari bilan ajratiladi (9.11-rasm,a,b,d) yoki chok o'rnatilmasdan yaxlit konstruksiyali bajariladi (9.11-rasm,e).

Ko'p kamerali tindirgichlar kengligi bir xil yoki har xil bo'lishi mumkin. Shunga asoslanib shlyuz-rostlagichlar oraliqlari kengligi belgilanadi. Bunda har bir kamerada cho'kindilarni cho'kishida va yuvilishida oqim mustaqil boshqariladi. Keng kameralarda seksiyali kameralarni qo'llash tavsiya etiladi, bu holda balandligi loyqa yig'iladigan hajm sathidan biroz baland bo'lgan sathda qo'shimcha past devorlar o'rnatiladi (9.11-rasm,d).

Yuvadigan qurilmalar. Yuvadigan qurilmalar tarkibiga yuvadigan shlyuz-rostlagich, yuvadigan to'plovchi galereya, uning davomi hisoblangan yuvadigan vodovod kiradi.

Yuvadigan shlyuz-rostlagich (yuvgichlar) kameralarni gidravlik yuvish vaqtida oqimni boshqarish uchun xizmat qiladi. U chiqishdagi shlyuz-rostlagich ostonasida joylashtiriladi. Har bir kamera mustaqil yuvgichga ega, konstruktiv mulohazalarga ko'ra uning kengligini kamera kengligidan kichik qabul qilinadi. Keng kameralar kengligini bir necha kichik oraliqlarga bo'lish tavsiya etiladi, buning natijasida zatvor uzunligi uning balanligiga nisbatan kamayadi, natijada uning konstruksiyasi yaxshilanadi va harakatlanishi soddalashadi. Yuvgich tirqishlari ustidagi plita qalinligi zatvor balandligiga teng yoki biroz katta qabul qilinadi. Bu holda yuvgich zatvorlari ko'tarilganda shlyuz-rostlagich ostonasidan chiqib turmaydi, bu o'z navbatida ba'zi-bir ekspluatatsiya qilish qulayliklarini tug'diradi. Yuvgich ostonasi kamera tubi bilan bir tekislikda joylashtiriladi.



9.11-rasm. **Davriy yuviladigan tindirgich kameralari ko'ndalang kesimlari:**

a – to'g'ri burchakli qirqilgan konstruksiya; b – trapetsiya shaklli qirqilgan konstruksiya; d – bo'ylama devorlari past bo'lgan to'g'ri burchakli yoki trapetsiya shaklli; e – to'g'ri burchakli yoki trapetsiya shaklli yaxlit konstruksiya; 1 – kameralar bo'ylama devorlari; 2 – kameralar yon devorlari; 3 – past devorlar; 4 – deformatsiya choklari; 5 – cho'kindilar cho'kkanda kameralardagi suv sathi; 6 – kameralarni yuvishda suv sathi.

Yuvadigan to'plovchi galereya chiqishdagi shlyuz-rostlagich umumiy uzunligining ostonasida joylashtiriladi. To'plovchi galereya tubi yuvgich ostonasidan past qilib joylashtiriladi, chunki barcha kameralar tubining sathlari bir xil va galereyalar nishablikka ega. To'plovchi galereyadagi qabul qilingan tezlik kameradan keluvchi oqimini cho'kindilarni transportlash qobiliyatini ta'minlashi kerak.

Yuvadigan vodovod, uni pulpoprovod (suv-loyqa o'tkazuvchi) ochiq qazima kanal ko'rinishda yoki yopiq quvur ko'rinishida quriladi. Ekspluatatsiya sharoitlaridan kelib chiqqan holda yuvadigan sarf bo'yicha hisob qilinganda quvur balandligi 1,5m dan kichik chiqsa ham 1,5 m dan kam qabul qilinadi, chunki quvurda ta'mirlash ishlari olib borish sharoitlari paydo bo'lsa, uning balandligi yetarli hisoblanadi. To'plovchi galereya bilan yuvuvchi vodovod tutashgan joyda pog'ona o'rnatiladi. Agar tindirgich gidrouzelda yoki daryo qirg'og'ida va agar tindirgich kanalda gidrouzeldan ancha uzoqda joylashgan bo'lsa, yuvadigan vodovod suv urilma yoki risberma chegarasida joylashtiriladi. Quyilish joyining daryo qiyaligi uchastkasi beton bilan mustahkamlanadi va qiyalik ostini esa yuvilishdan saqlash uchun betonli tish o'rnatiladi yoki shpuntli devor qoqiladi.

9.2.2. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar

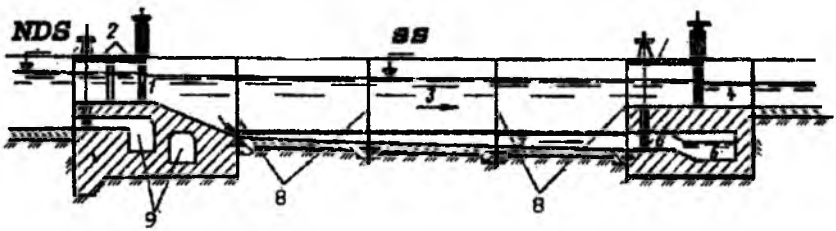
Umumiy ma'lumotlar. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarning juda ko'p xilma-xil konstruksiyalari mavjud va ular maxsus adabiyotlarda keltirilgan. Shu bilan birga faqat uzluksiz yuviladigan deb nomlanadigan energetik turi ko'riladi. Bu nom bu turdagi unga o'xshash boshqa tindirgichlardan farqlash uchun shartli ravishda qabul qilingan. Bu turdagi tindirgichlar nisbatan 0.2...0,25 mm va undan yirikroq fraksiyali muallaq cho'kindilarni cho'ktirish uchun xizmat qiladi. Ularni qo'llanilish sharoitlari davriy yuviladigan tindirgichlar kabidir. Ular bir kamerali va ko'p kamerali va suv oluvchi gidrouzel tarkibida ham va gidrouzeldan ancha uzoqda ham joylashtiriladi.

Tindirgichlarning ishlash rejimi. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar ishlashining o'ziga xos xususiyati shundan iboratki, bunda cho'ktirish, muallaq cho'kindilarni chiqarib tashlash va iste'molchiga suvni uzatish bir vaqtning o'zida sodir bo'ladi. Bunday tindirgichlarda suv chuqurligi doimiy (o'zgarmas), ammo suv sarfining bir qismi yuvishga olinishi natijasida kamera uzunligi bo'yicha o'zgaradi va oqim

notekis bo'ladi. Bunday tindirgichlarning o'ziga xos xususiyatlariga ularda loyqalarni cho'ktirish uchun loyqa cho'kadigan hajm bo'lmaydi va ularning uzunligi davriy yuviladigan tindirgichlar kameralari uzunligidan kam (qisqa) bo'ladi.

Tindirgichlarning tarkibiy qismlari. Ko'riladigan tindirgich turi qismlari davriy yuviladigan tindirgich qismlari kabidir. Bu tutashtiruvchi uchastkalar, kirishdagi va chiqishdagi shlyuz-rostlagichlar, kameralar, yuvadigan qurilmalar va yuvadigan vodovodlardir. Bunday qismlarning konstruksiyalari davriy yuviladigan tindirgichlar konstruksiyalari kabidir va faqat kameralar va yuvadigan qurilmalar o'zgachadir.

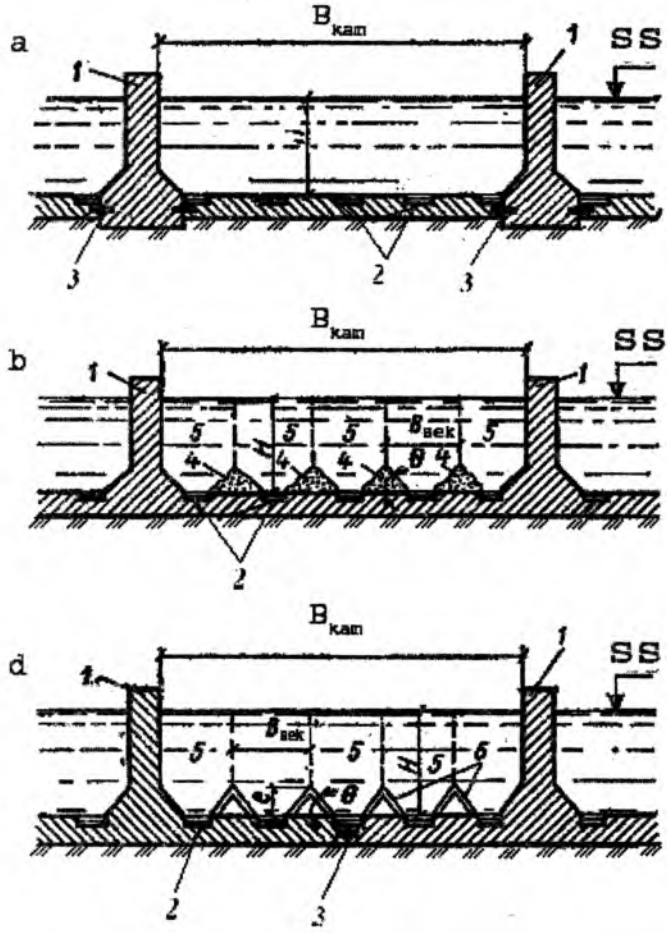
Uzluksiz yuviladigan tindirgich bo'ylama kesimi 9.12-rasmda keltirilgan.



9.12-rasm. **Uzluksiz yuviladigan tindirgich bo'yiama kesimi:** 1 – kirishdagi shlyuz-rostlagich; 2 – xizmat ko'priklari; 3 – kamera; 4 – chiqishdagi shlyuz-rostlagich; 5 – yuvadigan kamera; 6 – yuvadigan shlyuz-rostlagich zatvorlari; 7 – tubdagi galereya; 8 – deformatsiya choklari; 9–yuvuvchi tirqishlar.

Tindirgich kameralari. Kameralar ko'ndalang kesimiga tubi tekis bo'lgan shakl beriladi (9.13-rasm). Qirqilgan konstruksiyalarda deformatsiya choklarini kamera tubi bilan bo'ylama devorlar tutashgan joyida joylashtirish maqsadga mavofiqdir. Kamera o'rtasidan ham qirqishga ruxsat etiladi, ammo bu holda uning tubiga armatura joylashtiriladi.

Tindirgich kamerasi bo'yicha bir nechta tubda joylashgan galereyalar o'rnatiladi, ularga suv oqimi va cho'kkan cho'kindilar o'tadi. Bo'ylama galereyalar usti panjara bilan yopiladi, ular kamera tubi bilan bir tekislikda joylashtiriladi. Ularning kengligi doimiy va balandligi uzunligi bo'yicha o'zgaruvchan bo'ladi. Ularning ko'ndalang



9.13-rasm. **Uzluksiz yuviladigan tindirgich kameralari ko'ndalang kesimlari:**
a – devorlar oldida choklari bo'lgan qirqilgan konstruksiyali kamera (kamerada cho'kindilar to'planmaydi); b – yaxlit konstruksiyali (bo'ylama galereyalar oralig'ida cho'kindilar to'planadigan kameralar); d – kameralar o'rtasidan qirqilgan chokli konstruksiyali (prizmali yig'ma konstruksiyali kamera); 1 – kamera bo'ylama devorlari; 2 – bo'ylama galereya; 3 – deformatsiya choklari; 4 – bo'ylama galereyalar oralig'ida to'plangan cho'kindilar; 5 – seksiya; 6 – bo'ylama galereyalar oralig'idagi yig'ma uchburchakli prizmalar.

kesimi yuzasining oshishi galereya uzunligi bo'yicha suv sarfini astasekin ko'payishiga bog'liq va bu vaqtda undagi tezliklar juda kam miqdorda o'zgaradi. Bo'ylama galereyalar oralig'idagi kamera tubiga cho'kindilar uchburchakli prizma ko'rinishida to'planadi (9.13-rasm,b), ulardagi θ burchagi tabiiy qiyalik burchagiga mos keladi. Dastlabki hisoblarda bu burchak 35...45° ga teng deb hisob qilinadi, keyinroq tadqiqotlar natijalari asosida aniqlashtiriladi. Kameralardagi bunday yotqiziqlar tindirgich ishlashiga xalaqit bermaydi, agar panjara oldindan olinganda kamerani ta'mirlash davrida galereyalar orqali yotqiziqlar oson yuviladi.

Galereyalar oralig'iga tomonlari nishabligi cho'kindilar tabiiy qiyalik burchagiga teng bo'lgan uchburchakli prizma shaklidagi yig'ma elementlarni o'rnatib cho'kindilar cho'kishini oldini olish mumkin (9.13-rasm, b). Cho'kindilar cho'kishida uchburchak tomonlaridan galereyaga sirpanib tushadi. Uchburchakli prizma balandligi kameradagi suv chuqurligining 0,25...0,3 chegarasida qabul qilinadi, bunda kichik yoki katta qiymatga og'ish kuzatilishi mumkin. Prizma balandligi oshgan sari ko'ndalang galereyalar soni kamayadi, ularning ko'ndalang kesimi oshadi, prizma balandligi suv chuqurligiga teng bo'lganda kamera bitta bo'ylama galereyaga ega bo'ladi.

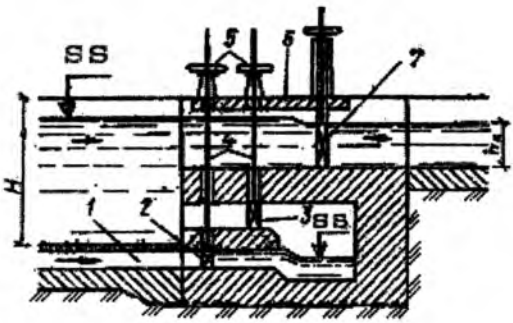
Kamera ko'ndalang kesimini shartli ravishda kengligi B_{sek} ga teng bo'lgan seksiyalarga ajratish mumkin. Har bir seksiya o'z ichiga bo'ylama galereyalarni oladi, ularning chegarasi qo'shni uchburchakli prizma yuqori qirrasidan o'tkazilgan vertikal chiziqlar hisoblanadi (9.13-rasm,b). Seksiyalarga bo'lish tindirgich gidravlik hisobi uchun kerak.

Bo'ylama galereyalarda oqimning gidravlik rejimi bosimli, ulardagi tezliklar hamma cho'kadigan cho'kindilarni transportlashni ta'minlashi kerak. Galereyada oqimni transportlash qobiliyatini oshirish uchun suvni qiyshiq chiqarish yoki devorlarda qiyshiq bruslarni o'rnatish yo'li bilan sirkulatsiya hosil qilinadi.

Yuvadigan qurilmalar tarkibiga shlyuz-rostlagich, to'plovchi galereya va unga tutashgan yuvadigan vodovodlar kiradi.

Yuvadigan shlyuz-rostlagichni ikki yarusli (qavatli) o'rnatish maqsadga muvofiqdir (9.14-rasm). Pastki qavat tirqishiga tubdagi galereyadan yuvadigan sarf o'tadi.

Yuqori qavat kameralaridan davriy yuvishda qo'llaniladi hamda bo'ylama galereya panjaralarini o'tlar, barglar, daraxt shoxlari va shu



9.14-rasm. **Ikki qavatli yuvuvchi tirqishlarni shlyuz-rostlagich chiqish ostonasida joylashtirish:**
1 – tubdagi galereya; 2 – pastki qavatdagi zatvorlar; 3 – yuqori qavatdagi zatvorlar; 4 – zatvor shtangasi; 5 – zatvorlarni boshqaruvchi mexanizm; 6 – xizmat ko'prigi; 7 – chiqishdagi shlyuz-rostlagich zatvorlari.

kabilar bilan ifloslanganda avtomatik tozalash uchun foydalaniladi. Buning uchun pastki qavat zatvorlar tez tushiriladi (ularning konstruksiyasida buni ko'zda tutish lozim), buning oqibatida bo'ylama galereyada yuqori bosim, yani gidravlik zarba hosil bo'ladi, panjaradan hamma xas-cho'plar ko'tariladi va yuqori qavat tirqishi orqali oqim bilan birga tashlanadi.

Ikki qavatli yuvuvchi shlyuz-rostlagich bilan bir qatorda bir qavatli ham qo'llaniladi, unda yuvadigan suv sarfini o'tkazish uchun faqat pastki tirqish bo'ladi (9.12-rasm).

Yig'uvchi galereya chiqishdagi shlyuz-rostlagich ostonasida joylashtiriladi. U o'zgaruvchan kesimga ega bo'ladi, uzunlik bo'yicha undan ko'payib boruvchi yuvadigan sarf o'tadi. Galereyada oqim rejimi bosimli yoki bosimsiz bo'lishi mumkin, bunday rejim yuvadigan vodovodda bo'lishi mumkin. Bosimli rejimi daryoning juda yuqori sathlarida suv qorishmasini (gidrosmes) tashlab yuborishga imkon beradi, chunki yuvish vaqtida umumiy bosim yo'qolishlari kam bo'ladi. Bosimsiz rejimda yig'uvchi galereya va yuvadigan vodovod davriy yuviladigan tindirgichlar kabi bajariladi. Yig'uvchi galereyalar tubini past sathlarda joylashtirish maqsadga muvofiqdir, chunki pastki qavat shlyuz-rostlagichlari tirqishlaridan oqib chiqish yo'li ko'milmagan bo'lishi kerak.

9.2.3. Irrigatsiya tindirgichlari

Irrigatsiya tindirgichlarining o'ziga xos xususiyatlari. Bunday tindirgichlar mayda zarrali muallaq cho'kindilarni cho'ktirish uchun mo'ljallanadi va oqimdagi umumiy loyqaning katta qismini (70% gacha) tashkil etadi. Odatda kichik fraksiyalarga diametri 0,1 mm dan katta bo'lmagan zarralar kiradi.

Oqimning to'yingan mayda zarrali muallaq cho'kindilari daryoning tekis uchastkalari uchun xarakterlidir. Suv oqimi mayda zarrali cho'kindilar bilan to'yingan daryoga Amudaryo misol bo'la oladi. Bu daryoning oqimida 0,01 mm dan kichik fraksiyalari 55% ni tashkil etadi, fraksiyalari 0,1...0,05 mm o'rtacha 26...27%, 0,25 mm dan katta bo'lgan fraksiyalar bo'lmaydi, yoki ba'zi-bir stvorlarda 1...2% dan yuqori bo'lmaydi. Muallaq cho'kindilar fraksiyalarining taxminan bunday taqsimlanishi bosh va taqsimlovchi kanallar oqimlariga xos, ularning bosh qismida tindirgich o'rnatilganligi sababli yirik zarrali cho'kindilar cho'ktiriladi.

Irrigatsiya tindirgichlarining vazifalari. Bunday tindirgichlar tizimning bosh qismida joylashtiriladi yoki ichki tizimdagi kabi foydalaniladi. Ularning joylashuvi muallaq zarralar tarkibi va oqimning loyqaligiga bog'liq.

Irrigatsiya tindirgichlarining vazifasi oqimdagi ortiqcha loyqani cho'ktirish va tindirgichdan keyin oqimni muallaq cho'kindilar bilan to'yinish chegarasida transportlash qobiliyatini ta'minlab ketuvchi kanalga o'tkazishdir.

Irrigatsiya tindirgichlariga cho'kkan cho'kindilar ko'p hollarda mexanik vositalar bilan olib tashlanadi. Oxirgi vaqtlarda gidromexanizatsiya usuli keng tarqalgan. Gidravlik yuvish nisbatan kam qo'llaniladi. Bu tindirgichdagi va yuvadigan vodovoddagi suv sathlari farqi hamda cho'kindilarni yuvish vaqtida tezliklarni hosil qilish qiyinchiliklari bilan bog'liq.

Tindirgichda suvni tindirilish yuqori bo'lsa, unda tarmoqni o't bosib ketishiga imkon tug'diradi, uning g'adur-budurligi oshadi, sug'oriladigan maydonlarga unumdor mayda zarralarni tushishidan mahrum qiladi hamda bundan tashqari tindirgich pastdagi kanallarni yuvilishga olib kelishini hisobga olish kerak.

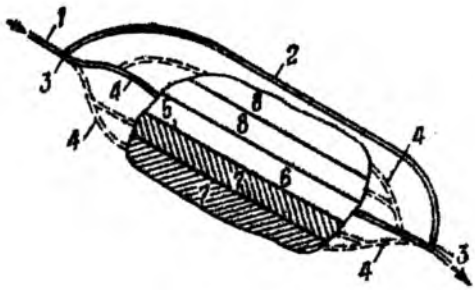
Tindirgichlarning konstruktiv o'ziga xos xususiyatlari. Irrigatsiya tindirgichlari kilometrlar bilan hisoblanadigan juda uzun bo'lishi,

ularning xarakterli xususiyatlaridir. Tindirgich kengligini unga cho'kkan cho'kindilarni tozalash uchun qo'llaniladigan mexanizmlarni joylashtirish sharoitidan kelib chiqqan holda belgilanadi. Suv chuqurligi hisoblar bo'yicha aniqlanadi, odatda u 3...4 m dan oshmaydi.

Irrigatsiya tindirgichlari kanalning kengaygan uchastkasi ko'rinishida bo'ladi, uning ko'ndalang kesimi trapetsiya shaklida, qiyaliklari grunt turiga ko'ra 1,5 dan 3 gacha bo'ladi.

Ko'l tindirgichlari (9.15-rasm). Muallaq cho'kindilarni cho'ktirish uchun moslashtirilgan relyefning past joylari ko'l tindirgichlari deb ataladi. Ko'l tindirgichlarining ahamiyatga ega bo'lgan afzalligi shundan iboratki, cho'kindilarni olib tashlash xarajatlari kam, ularning ishlashi loyqa bilan to'liq to'lish prinsipiga asoslangan.

Ko'l tindirgichlari uchun pasaygan joyning chegarasi bo'yicha gruntli dambalar bilan o'rab olinadi, kichik suv yig'ilishini va yerlarni suv bosishi vujudga kelishidan saqlaydi. Cho'kindilar ko'proq to'planishi va oqimni yaxshi boshqarish uchun tindirgich seksiyalarga bo'linadi va gruntli dambalar yoki to'qilgan to'rlar bilan ularni bir-biridan ajratiladi. Cho'kindilarni cho'ktirishda seksiyalar ishlashi ketma-ket qo'shiladi. Cho'kindilarni cho'ktirishga ishlaydigan seksiyalarda tezliklar taxminan nolga teng bo'ladi, buning natijasida deyarli suv to'liq tindiriladi. Qayta tindirilgan suv tomonidan ketuvchi kanalni yuvilishdan saqlash uchun transportlash qobiliyatiga mos keladigan va qayta tindirilgan suv bilan aralashmada oqim loyqaligini hosil qiladigan aylanma kanal quriladi.

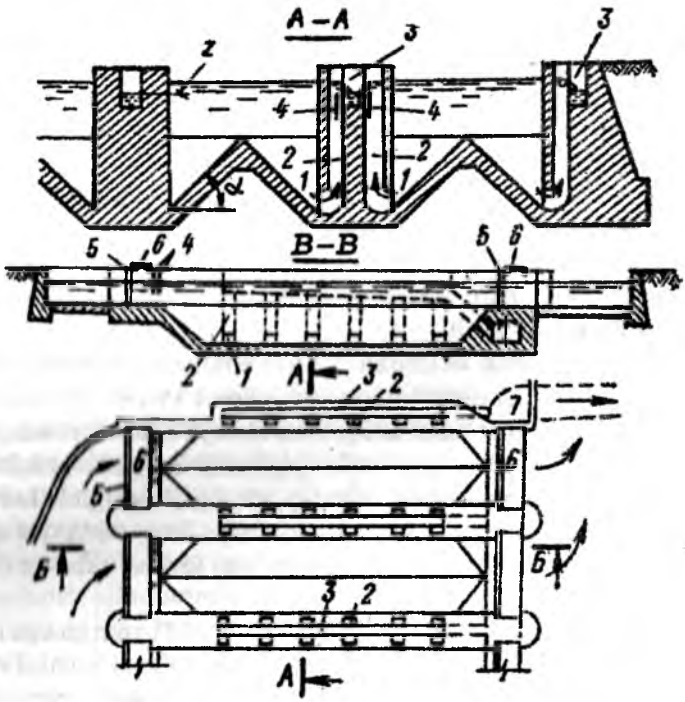


9.15-rasm. **Ko'l tindirgich:**
1 – keluvchi kanal; 2 – aylanma kanal; 3 – shlyuz-rostlagich; 4 – tindirgich seksiyalaridagi kanallar; 5 – tindirgichni seksiyalarga ajratuvchi devorlar; 6 – cho'kindilar cho'ktirishga ishlaydigan seksiya; 7 – loyqa to'planadigan seksiya; 8 – zaxiradagi seksiyalar; 9 – ketuvchi kanal.

Ko'l tindirgichlarini ish jarayonida zaxiradagi seksiyalardan baliqchilik va suvda suzuvchi parrandachilik maqsadlarida foydalaniladi. Loyqa bosgan seksiyalar kichik hajmdagi tekislash ishlaridan so'ng qishloq xo'jaligida foydalanish mumkin.

9.2.4. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarning ba'zi bir turlari

D.Ya. Sokolov tizimidagi tindirgich. Bunday tindirgich kameradagi suv chuqurligi 5 m gacha va cho'kindilarni cho'kishidagi tezliklar 0,2...0,4 m/s bo'lganda qumli muallaq cho'kindilarni cho'ktirishda qo'llaniladi. Tindirgich konstruksiyasi 9.16-rasmda keltirilgan.



9.16-rasm. **D.Ya.Sokolov tizimidagi tindirgich konstruksiyasi:** 1 – tubdagi tirqish; 2,3 – muvofiq ravishda suv qorishmasi (gidrosmes)ni olib ketuvchi quduqlar va novlar; 4 – zatvorlar; 5 – baravarlashtiruvchi panjara; 6 – xizmat ko'priklari; 7 – yig'uvchi galereya.

D.Ya. Sokolov tizimidagi tindirgichlarni gidroelektrostansiya derivatsiya kanallarida hamda irrigatsiya kanallarida ham qo'llash mumkin. Ular gidrouzel tarkibida yoki kanalda joylashtiriladi. Odatda ular ko'p kamerali bajariladi, chunki kameralar kengligi tubining shakli bilan chegaralangan, shu sababli kameralardan o'tadigan sarf 3...4 m^3/s dan oshmaydi. Bunday qiyalik muallaq cho'kindilarni cho'kishida ularni erkin oqib tushishini ta'minlaydi. D.Ya. Sokolov ishlab chiqqan ikki tomonli kameraning tubi monolit barpo etiladi. Ammo uni uchburchakli prizmani hosil qiluvchi yig'ma elementlardan bajarish maqsadga muvafiqdir. Yig'ma variantda kameralar kesimi to'g'ri burchakli va tubi tekis bo'ladi va tindirgichlarni qurishda va ekspluatatsiya qilishda afzalikka ega bo'ladi.

Kamera uzunligining har bir tomonida ajratuvchi devor chegarasida vertikal quduqlar (shaxtalar) joylashtiriladi. Cho'kindilar ikki tomonli kamera tubiga cho'kib, uchburchakli prizma asosi tomoniga tushadi va suv oqimi bilan birgalikda devor yuqorisida joylashgan novga o'tadi va undan to'plovchi galereya va so'ngra yuvadigan vodovodga yo'naltiriladi.

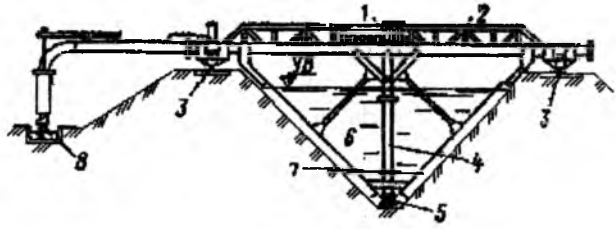
Quduqlarda oqim tezligi ularga tushadigan cho'kindilar siljishini ta'minlashdan kelib chiqqanda belgilanadi. Bunday tezlik tindirgichdan va novdagi suv sathlari farqini hosil qilish yo'li bilan ta'minlanadi. Bosimsiz rejimida ham novdagi tezlik oqimni transportlash qobiliyatini ta'minlashi lozim.

Tindirgichga kirish va undan chiqish energetik tindirgichlar kabi bajariladi. D.Ya. Sokolov kamera uzunligini (9.28) formulaga 1,2 koeffitsiyentini kiritish bilan aniqlashni tavsiya etadi. Yuvadigan sarf hamma quduqlarga o'tadigan sarflar yig'indisi bo'yicha aniqlanadi.

Sifon refulerli tindirgich. Bunday turdagi tindirgich konstruksiyasi Ozarbayjon gidrotexnika va meloratsiya ilmiy-tadqiqot instituti tomonidan ishlab chiqilgan, shuning uchun uni ba'zida Az GMITI deb nomlanadi.

Tindirgich mayda fraksiyali, yirikligi 0,05...0,01 mm ga ega bo'lgan va ularning oqimidagi umumiy miqdoridan 50% ni tashkil etuvchi cho'kindilarni cho'ktirishga mo'ljallangan. Tindirgich sxemasi 9.17-rasmda keltirilgan.

Tindirgich gruntli o'zandan o'tgan bosh kanalning kengaygan uchastkasini ifodalaydi, undagi suv chuqurligi 2...2,5 m va yonbag'irlari qiyaliklari $m = 1,5$. Suv oqimi tezligi 0,10...0,12 m/s



9.17-rasm. **Sifon refulerli tindirgich sxemasi:**
1 – tortuvchi mexanizm; 2 – bikr uchburchakli harakatlanadigan ko'prik; 3 – harakatlanadigan ko'prik uchun belgilangan relslari; 4 – sifon quvuri; 5 – sifon so'rgichi; 6 – tindirgich kamerasi; 7 – kurak; 8 – loyqa suv qorishmasini chiqaruvchi nov.

qabul qilinadi, bu mayda zarrali cho'kindilarni cho'kishiga imkon yaratadi.

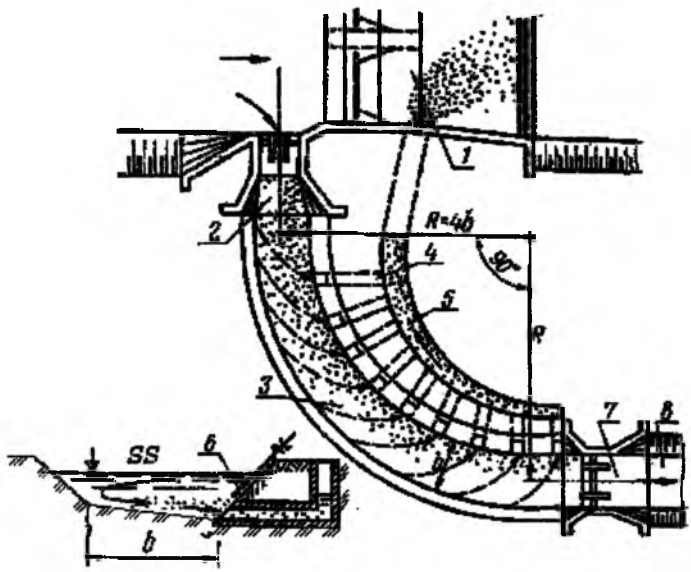
Tindirgichda to'plangan cho'kindilarni olib tashlash uchun kanal bermasiga yotqizilgan relslarda harakatlanadigan metall aravaga mahkamlangan sifondan foydalaniladi. Sifonning qabul qiluvchi qismi kanal tubi yaqinida joylashadi, chiqish patrubkasi kanal bermasidan chiqariladi va parallel joylashgan novga tushiriladi. Sifon harakatlanmaydigan qilib arava fermasiga mahkamlangan va u bilan birga harakatlanadi. Tindirgich tubidan cho'kindilarni yaxshi olish uchun sifon quvurining qabul qiluvchi qismining oxiri yassi voronka ko'rinishida bajariladi. Kanal qiyaliklariga to'plangan cho'kindilar aravaga mahkamlangan kurak bilan tozalanadi. Tindirgichlarni cho'kkan loyqadan tozalash to'xtovsiz, o'zi yurar aravaning bir tomonlama harakatlanishi yordamida amalga oshiriladi. Arava 0,06 m/s ga yaqin tezlikda harakatlanadi. Sifon aravaga joylashgan vakuum nasos bilan zaryadlanadi. Sifonning qayta harakatlanishi elektromatordagi fazani o'zgartirish bilan amalga oshiriladi. Sifon aravaga joylashgan vakuum nasos bilan ishga qo'shiladi.

Tindirgich unga katta bo'lmagan sarflarni (1dan 3 m^3/s gacha) mashinali ko'tarishda qo'llaniladi. Chunki tindirgichda yuvadigan sarflar kichik bo'lganligi sababli ko'tarishga ketadigan energiya xarajatlari qisqaradi.

I.K. Nikitinning egri chiziqli tindirgichi (qum ushlagich). Bunday tindirgich sxemasi 9.18-rasmda keltirilgan.

Uni suv oluvchi inshootdan o'tgan yirik cho'kindilarni ushlashda qo'llaniladi. Bu muallaq va qisman tubdagi cho'kindilar bo'lishi mumkin. Suv oluvchi inshoot 90° ostida qabul qilinadi. Tarmoq o'tkir burchak ostida bo'lsa, tindirgichni qirg'oqqa joylashtirish qiyinlashadi.

Tindirgich planda markaziy burilish burchagi 90° bo'lgan egri chiziqli kanaldir, uning radiusi kanal tubining to'rt baravariga teng. Kanal tubining egri chiziqli o'zanning qavariq tomoniga nishabligi 0,07 ga teng. Shuning uchun ko'ndalang sirkulatsiya natijasida hosil bo'ladigan tubdagi va tubga yaqin qismida hosil bo'ladigan cho'kindilar shu nishablikka qarab harakat qiladi va tubdagi yuvadigan galereyalar orqali chiqarib yuboruvchi transheyaga o'tkazib yuboriladi, u yerdan esa pastki befga tushib ketadi. Ularda oqim bosimli rejimda bo'ladi, yig'uvchi galereyada esa bosimsiz rejim kuzatiladi.



9.18-rasm. **I.K. Nikitin tizimidagi tindirgich:**
1 – to'g'on; 2 – bosh shlyuz-rostlagich; 3 – tindirgich (qum ushlagich); 4 – tubdagi yuvadigan tirqish; 5 – chiqarib yuboruvchi trapetsiya; 6 – yuvadigan tirqishlar zatvorlari; 7 – ostona (tindirgichdan chiqishdagi shlyuz); 8 – kanal.

Yuvish uchun kerakli suv sarfi hisobiy suv sarfining 15% ni tashkil etadi. Tindirgichlarda suv kam bo'lgan vaqtlarda hisobiy suv sarfining 1–2% ni sarflab yuvadigan galereyalarini navbat bilan ishlatib yuvish mumkin.

Nazorat savollari

1. Tindirgichlar konstruksiyalarini qanday o'ziga xos xususiyatlari bor?
2. Davriy yuviladigan tindirgichlarni ishlash rejimi qanday?
3. Tindirgichlar qanday tarkibiy qismlardan iborat?
4. Davriy yuviladigan tindirgich bo'ylama kesimini tushuntirib bering.
5. Tindirgichlarni kanallar, shlyuz-rostlagichlar bilan tutashtirishning qanday sxemalarini bilasiz?
6. Davriy yuviladigan tindirgichlar kamerasi va uning ko'ndalang kesimini izohlab bering.
7. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar haqida ma'lumot bering.
8. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarni tarkibiy qismlari, tindirgich kameralari haqida nimalarni bilasiz?
9. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarni yuvadigan qurilmalari tarkibiga nimalar kiradi va ularning vazifasini tushuntiring.
10. Irrigatsiya tindirgichlarining qanday o'ziga xos xususiyatlarini bilasiz?
11. Irrigatsiya tindirgichlarining vazifalari nimalardan iborat?
12. Irrigatsiya tindirgichlarining konstruktiv o'ziga xos xususiyatlarini aytib bering.
13. Ko'l tindirgichlari qanday joylarda qo'llaniladi?
14. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarning qanday turlari mavjud?
15. D.Ya. Sokolov va I.K. Nikitin tizimidagi tindirgichlarni tushuntirib bering.

9.3. Tindirgichlar hisoblari

9.3.1. Tindirgichlar hisobining umumiy shartlari

Hisoblar tarkibi. Tindirgichlarni loyihalashda shlyuz-regulatorlar, tindirgichlar kameralari, kameralarda cho'kindilarning cho'kishi, kameralarni yuvish, yuvadigan qurilmalar va kanallar hisoblari bajariladi.

Bu hisoblar bir-biriga bog'liq bo'lmaydi, ammo ular umumiy berilgan ma'lumotlar asosida bajariladi. Shu bilan bir qatorda bir hisobda aniqlangan parametrlar boshqa hisoblar uchun berilgan ma'lumotlar sifatida ishlatiladi.

Hisoblardagi yo'l qo'yarliklar. Tindirgichlarni hisoblashda haqiqiy harakatning birmuncha soddalashgan modeli qo'llaniladi. Bunday hisoblardagi asosiy yo'l qo'yarliklar: 1) kameralardagi suv sathi yuzasi gorizontal hisoblanadi; 2) kameraga oqim bilan tushadigan muallaq cho'kindilar taqsimlanishi to'g'ri burchakli epyura ko'rinishida qabul qilinadi; 3) tindirgichga kiradigan oqim loyqaligi daryo suvining hisobiy loyqaligiga teng qilib qabul qilinadi; 4) tindirgich kameralaridagi o'rtacha tezliklar doimiy hisoblanadi, vaqt bo'yicha o'zgarmaydi va kesimi bo'yicha bir xil qabul qilinadi; 5) cho'kkan cho'kindilar oqimning tekis haraktida yuviladi; 6) harorat o'zgarishidan gidravlik yiriklikning o'zgarishi hisobga olinmaydi.

Beriladigan ma'lumotlar. Tindirgichlar hisobi quyidagi berilgan ma'lumotlar asosida bajariladi: 1) daryo oqimining loyqaligi; 2) cho'kindilarning berilgan ma'lum bo'lgan donodorlik tarkibi (jadval shaklida yoki egri chiziq ko'rinishida); 3) cho'ktirilishi lozim bo'lgan cho'kindilar fraksiyasining ma'lum bo'lgan diametri; 4) ketuvchi kanalga o'tadigan suv sarfi.

Tindirgichlarni hisoblashda o'zgaruvchan qiymatlar tenglamalarga nisbatan ko'p, ularning ba'zi-birlari me'yoriy ko'rsatmalarga amal qilib va loyiha tajribalariga tayanib beriladi. Beriladigan o'zgaruvchan qiymatlarga quyidagilar kiradi: 1) kameradagi o'rtacha suv chuqurligi, uni 3...5 m oralig'ida qabul qilinadi; 2) kameralarda cho'kindilarni cho'ktirishdagi suv oqimining o'rtacha tezligi – tindirgich ishlashi birinchi taktida u $\vartheta_{o'r} = 0{,}2...0{,}4$ m/s beriladi; 3) cho'kindilarni o'zi oqar yuvadigan sarf bilan yuvishda, u $Q_{yu} = (1-1{,}5)\,Q_{kan}$ ga teng qabul qilinadi; 4) yuvish vaqtidagi tezlik yoki oqim loyqaligi shu tezlik bilan funksional bog'langan. Keltirilgan qiymatlardan chetga chiqish ikkala tomonga ham ruxsat etiladi. Berilayotgan qiymatlarning barcha o'lchamlarini minimaldan maksimalgacha o'zgarib turishi anchagina katta sonlarni tashkil etganligi sababli, ularni taqqoslash yo'li bilan hamda arzonroq va foydalanishda afzalliklarga ega tindirgich konstruksiyasini ta'minlovchi kattaliklarda qabul qilinadi.

Kanallar hisobi. Kanallarning gidravlik hisoblari oqimining tekis harakati formulalari bo'yicha olib boriladi. Agar tindirgich gidrouzeldan ancha uzoqda joylashgan bo'lsa, tindirgichga keluvchi kanaldagi tezliklar daryodan keladigan qabul qilingan barcha cho'kindilarni transportlashdan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Agar bu tezlik

mustahkamlanmagan o'zan yuvilish tezligidan katta bo'lsa, u mustahkamlanadi. Keluvchi kanalning sarfi suv iste'moliga teng qilib qabul qilinadi va kamerani yuvish vaqtida jadallashgan suv sarfini o'tkazishga tekshiriladi. Tindirgichdan ketuvchi kanalda odatda yuvilishga ruxsat etilmaydigan tezliklar beriladi. Berilgan tezliklarda kanalning transportlash qobiliyati aniqlanadi, tindirgich kameralarida esa ortiqcha loyqa cho'ktiriladi.

9.3.2. Davriy yuviladigan tindirgich hisoblari

Tindirgich kameralarining geometrik o'lchamlarini aniqlash. Hisobni ketuvchi kanalga o'tadigan sarf Q_{kan} (iste'molchiga ketadigan sarf) olib boriladi. Cho'kindilarni cho'kish vaqtida qabul qilingan o'rtacha bo'ylama tezlikda tindirgich jonli kesim yuzasi quyidagicha aniqlanadi:

$$\omega_{tin} = Q_{kan} / \vartheta . \qquad (9.12)$$

Berilgan o'rtacha chuqurlikda $H_{o'r}$ da to'g'ri burchakli kesim uchun tindirgich kengligi quyidagicha aniqlanadi:

$$B_{tin} = \omega_{tin} / H_{o'r} . \qquad (9.13)$$

Ekspluatatsiya yoki boshqa sharoitlardan kelib chiqqan holda kameralar soni beriladi va unga mos keluvchi sarf qabul qilinadi.

Tindirgich kamerasi uzunligi S_{kam} quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$S_{kam} = K \cdot H_{o'r} \cdot \vartheta_{o'r} / u \qquad (9.14)$$

bunda: K – raqamli koeffitsiyenti, 1,3...1,5 oralig'ida qabul qilinadi; K qancha katta bo'lsa, kameralarni yuvish oralig'i shuncha katta bo'ladi; u – cho'ktirilishi lozim bo'ladigan cho'kindilar fraksiyasining gidravlik yirikligi.

Berilgan yuvadigan ϑ_{yu} tezlikda yuvish vaqtida kameradagi suv chuqurligi quyidagicha:

$$h_{yu} = Q_{yu} / B_{kam} \cdot \vartheta_{yu} \qquad (9.15)$$

Chuqurlik h_{yu} uchun R va C qiymatlari hisoblanadi va Shezi formulasidan tindirgich kamerasi nishabligi aniqlanadi.

$$i = \vartheta_{yu}^2 / C^2 R . \qquad (9.16)$$

Cho'kindilar bo'lmaganda kamera boshidagi suv chuqurligi quyidagicha aniqlanadi:

$$H_1 = H_{o'r} - i \cdot S_{kam} / 2. \qquad (9.17)$$

Cho'kindilar bo'lmaganda kamera oxiridagi suv chuqurligi quyidagicha aniqlanadi:

$$H_2 = H_{o'r} + i \cdot S_{kam} / 2. \qquad (9.18)$$

Tindirgich kamerasi nishabligini ϑ_{yu} ning bir nechta qiymatlari uchun aniqlash maqsadga muvofiqdir va taqqoslash asosida ulardan biri qabul qilinadi.

Cho'kindilar cho'kish hisobi. Hisoblar bo'yicha kamerada to'plangan cho'kindilar hajmi va uni loyqa bosish vaqti aniqlanadi. E.A. Zamarin tomonidan ishlab chiqilgan uslub bo'yicha kamerada cho'kindilar cho'kish hisobi vaqt intervallari bo'yicha olib boriladi, ular 2–4 soat qabul qilinadi. Keyingi har bir intervalda cho'kindilarni cho'kish hisobi avvalgi intervalda cho'kkan cho'kindilar balandligini hisobga olib amalga oshiriladi. Cho'kindilar fraksiyalarini tindirish uchun kamera o'rniga kanalga tusha boshlagan intervalda, ya'ni cho'kindi fraksiyalarini oqim ichida suzib borib cho'kish uzoqligi tindirgich kamerasi uzunligidan katta bo'lganda hisoblar to'xtatiladi.

Kamerada to'plangan cho'kindilarni yuvish vaqtida kamerada to'planadigan hajmning bir qismini tashkil etadi. 9.6-rasmda ko'rsatilganidek cho'kindilar qiya tekislik bo'yicha to'planadi. Bunday sharoit to'g'ri nishabli kamerada to'plangan cho'kindilar umumiy loyqa cho'kadigan hajmning $0,6V_{l.ch}$ qabul qilishga imkon beradi, bunda $V_{l.ch}$ – tindirgich kamerasidagi loyqa cho'kadigan hajm.

Davriy yuviladigan tindirgichlarda cho'kindilar cho'kishi hisobining taxminiy uslubi shundan iborat bo'ladiki, haqiqiy hisobiy sxema soxtasiga almashtiriladi deb taxmin qilinadi, bunday hisob natijalari haqiqiy sxema bo'yicha aniq olingan natijalarga teng bo'ladi.

Soxta sxema bo'yicha tindirgich tubi kamerasi suv chuqurligi $H_{o'r}$ ga teng bo'lgan gorizontal qabul qilinadi. Yuvish vaqtida kamerada to'plangan cho'kindilar hajmini ikki qismdan iborat deb qarash mumkin:

1) cho'kish natijasida to'plangan hisobiy fraksiyalar va ulardan yiriklari hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$V_1 = 0{,}001\mu_p Q \cdot t\,, \qquad (9.19)$$

Bunda: t – cho'kindilarni cho'kish vaqti (kameralarni yuvish oralig'idagi vaqt); μ_p – hisobiy va undan yirikroq fraksiyalarning yig'indi hajmiy loyqaligi; Q – kamera orqali o'tadigan sarf;

2) yirikligi hisobidan kichik bo'lgan fraksiyalarni cho'kishi natijasida hosil bo'ladigan hajm:

$$V_2 = 0{,}001\frac{Q \cdot t}{H_{o'r}}\left(\mu_1 h_1 + \mu_2 h_2 + ... + \mu_n h_n\right), \qquad (9.20)$$

bunda: $\mu_1, \mu_2 .... \mu_n$ – muallaq cho'kindilar alohida fraksiyalarining hajmini loyqaligi (granulometrik tarkibi jadvalidan olinadi); $H_{o'r}$ – soxta sxema bo'yicha tindirgichdagi suv chuqurligi, haqiqiy sxemada o'rtacha chuqurligiga mos keladi; $h_1, h_2 ..... h_n$ – muallaq zarralarning ayrim fraksiyalari tindirgich kamerasida cho'kadigan chuqurligi. Bu chuqurliklar qiymati taxminan quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h = S \cdot u / \vartheta'_{o'r}\,, \qquad (9.21)$$

bunda

$$\vartheta'_{o'r} = q/(H_{o'r} - 0{,}5\Delta H), \qquad (9.22)$$

va

$$\Delta H = H_{o'r} - h_{kan}.$$

Hisobiy fraksiyalar kanalga o'tayotgan vaqtda, cho'kkan cho'kindilar yig'indi hajmi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$V = V_1 + V_2 = 0{,}001 \cdot Q \cdot t\left[\mu_p + \right.$$

$$\left. + \frac{1}{H_{o'r}}\left(\mu_1 h_1 + \mu_2 h_2 + ... + \mu_n h_n\right)\right]. \qquad (9.23)$$

Ma'lum bo'lgan tindirgich kamerasi geometrik o'lchamlari va berilgan daryo loyqaligi, $V = 0{,}6V_{l.ch}$ ni qabul qilib (9.23) formuladan tindirgich kamerasini loyqaga to'lish vaqtini aniqlash mumkin. Hisoblashda 0,005 mm va undan kichik fraksiyalar hisobga olinmaydi, chunki amalda ularning hammasi kanalga o'tadi.

Keltirilgan uslubda cho'kindilar cho'kishi hisobi taxminiy, ammo tindirgichni yuvish oralig'idagi yuklanishini taxminan baholash mumkin. Aniqroq bo'lgan interval oralig'idagi vaqtlarni qo'shib hisoblash uslubi dastlabki olingan hisoblarga tuzatish kiritish imkonini beradi.

Tindirgich kameralarini yuvish hisobi. Hisob yuvish vaqtida suv oqimining transportlash qobiliyatini va kameralarni yuvishda to'xtatish vaqtini aniqlashdan iboratdir.

Ma'lum bo'lgan ϑ_{yu} va h_{yu} da yuvish vaqtida suv oqimining transportlash qobiliyati B.M. Shkundin formulasidan aniqlanadi:

$$\rho_{tr} = g\left(\vartheta_{yu} - 0{,}35\right)^3 / h^2_{yu}. \qquad (9.24)$$

Agar oqimning transportlash qobiliyati berilgan bo'lsa, bu formuladan yuvish tezligini aniqlashda ham foydalanish mumkin, so'ngra (9.16) formuladan tindirgich kamerasini nishabligi aniqlanadi.

Yuvish vaqti (minutlarda) quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$t_{yu} = 16{,}7\gamma_l \cdot 0{,}6\vartheta_{l.ch} / (\rho_{tr} - \rho_0) Q_{yu}, \qquad (9.25)$$

bunda: ρ_0 – kamerani yuvish vaqtida o'tadigan suv oqimi loyqaligi, daryoning suv hisobiy loyqaligiga teng qilib qabul qilamiz.

Kanalga tindirilgan suv kelganda tindirgichni to'xtatish davomiyligi (9.25) formula bo'yicha aniqlanadigan yuvish davomiyligidan katta bo'ladi, chunki zatvorlarni ko'tarib-tushirish uchun qo'shimcha vaqt kerak bo'lishini inobatga olish zarur.

Shlyuz-rostlagichlar hisobi. Shlyuz-rostlagichlar gidravlik hisobi keng ostonali ko'milgan vodoslivlar singari olib boriladi. Agar rostlagich oralig'i kengligi ma'lum bo'lsa, sathlar ayirmasi z aniqlanadi. Vodosliv ostonasidagi suv chuqurligini, ketuvchi kanaldagi suv chuqurligiga yoki shunga yaqin qabul qilinadi.

Suv tashlash trakti hisobi. Suv tashlash traktining yig'uvchi va ketuvchi uchastkalari Shezi formulasi bo'yicha hisoblanadi.

Traktni hisoblashda kamerani yuvish vaqtida undan o'tgan barcha muallaq cho'kindilar suv tashlash trakti bo'yicha transportlanishi shart. Bundan kelib chiqqan holda 9.24-formuladan oqim tezligi aniqlanadi, bunda ρ_{tr} kameralarni yuvishdagi tezlikka teng qilib olinadi.

Suv tashlash trakti suv chuqurligini tayinlashda shuni nazarda tutish kerakki, uning oshishi bilan oqimning transportlash qobi-

liyati kamayadi. Katta chuqurlik tindirgich va suv qabul qilgich suv sathlari farqini ham katta bo'lishini talab qiladi.

9.3.3. Uzluksiz yuviladigan tindirgich hisoblari

Berilgan ma'lumotlar. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarni hisoblashda quyidagi qiymatlar beriladi: suv sarfi Q_{kan}, tindirgichga o'tadigan loyqa suv og'irligi, ρ_0 jadval shaklida yoki integral egri chizig'i ko'rinishdagi cho'kindilarning donadorlik tarkibi; tindirgichda cho'ktirilishi kerak bo'lgan fraksiyalar diametri.

Qabul qilinadigan raqamli qiymatlarga cho'kindilarni cho'ktirishda kameralardagi o'rtacha tezlik $v_{o'r} = 0,2...0,4 m/s$, kameralardagi suv chuqurligi $H = 3,0...5,0\ m$, tubdagi galereyaga o'tadigan yuvuvchi sarf $Q_{yu} = (0,1...0,2)\ Q_{kan}$ va tubdagi galereyadagi tezlik kiradi.

Uzluksiz yuviladigan tindirgich hisobi bo'yicha uning geometrik o'lchami, cho'kindilar gelereyaga tushadigan oqim loyqaligini belgilash, loyqa suv o'tkazuvchiga tushadigan cho'kindilarni transportlash sharoitidan kelib chiqqan holda uning o'lchamlarini aniqlanadi:

Tindirgich kameralari geometrik o'lchamlarini aniqlash. Tindirgich kameralari jonli kesim yuzasi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$\omega_{tin} = (Q_{kan} + 0,5Q)/\vartheta_{o'}. \qquad (9.26)$$

Shundan so'ng seksiya o'lchamlari belgilanadi, uning jonli kesim yuzasi aniqlanadi va seksiyalar soni topiladi

$$n = \omega_{tin} / \omega_{sek}, \qquad (9.27)$$

n-qiymatini butun songacha yaxlitlanadi va tindirgich jonli kesimi o'lchamlari va undagi tezliklarga tuzatish kiritiladi. Tindirgichdagi kameralar soni ekspluatatsiya sharoitlaridan kelib chiqqan holda qabul qilinadi.

Tindirgich uzunligi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$S = H\vartheta_{o'r}/u - Q_{yu}/B_{o'r}u, \qquad (9.28)$$

bunda: $B_{o'r}$ – o'rtacha kenglik, $B_{o'r} = \omega_{min}/H$ ga teng; u – tindirgichda tindirilishi qabul qilingan cho'kindilar fraksiyalarining gidravlik yirikligi.

Cho'kindilarni cho'kish hisobi. Hisoblar bitta kamera uchun olib boriladi, barcha qiymatlar kattaligi uning kengligiga proporsional

olinadi. Hisoblashni boshlashdan oldin, cho'kindilarni donadorlik tarkibi jadvalini keyingi hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun qayta ko'rib chiqish kerak. Buning uchun undagi tindirgichlar cho'kadigan hisobiy fraksiyalar va ulardan yirikroq fraksiyalar butunlay chiqariladi. Qolgan mayda zarrali fraksiyalar miqdorini 100% deb qabul qilinadi.

Hisobiydan kichik (mayda) fraksiyalar kameraga qisman cho'kadi, ularning tushadigan chuqurligi quyidagi formuladan topiladi:

$$h = S \cdot u / \vartheta_{o'r} + Q_{yu} / \vartheta_{o'r} \cdot B_{o'r}. \qquad (9.29)$$

Hisobiydan kichik har bir cho'kindi fraksiyasi uchun tindirgichda cho'kish foizi quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi.

$$p' = ph / H_{o'r} \qquad (9.30)$$

bunda: $H_{o'r}$ – o'rtacha chuqurlik; $H_{o'r} = \omega / B_{o'r}$ teng, p – muallaq cho'kindining granulometrik tarkibi jadvalidan ko'rilayotgan fraksiya foizi.

Hisoblar asosida tindirgichga cho'kadigan va kanalga o'tadigan cho'kindilarning har bir fraksiyasi og'irligi alohida aniqlanadi, so'ngra hisobiydan yuqori, hisobiy va hisobiydan kichik barcha fraksiyalar jamlanadi.

Kanalga va tubdagi galereyaga o'tadigan oqim loyqaligini hisoblash. Tindirgichga cho'kadigan cho'kindilar

$$\rho = \rho_1 + \rho_2, \qquad (9.31)$$

bunda: ρ_1 – cho'kindilarni hisobiy va hisobiydan yuqori fraksiyalari; ρ_2 – hisobiydan kichik bo'lgan cho'kindilar fraksiyalari.

Tindirgichga keladigan suv sarfi

$$Q_{min} = Q_{kan} + Q_{yu}. \qquad (9.32)$$

Bir vaqtning o'zida suv bilan birga keladigan cho'kindilar.•

$$A = \rho_0 Q_{min}. \qquad (9.33)$$

Tindirgichdan kanal sarfiga teng bo'lgan sarf chiqadi, bunda kamera chegarasida suv yo'qolishlari bo'lmaydi deb taxmin qilinadi. Shu sarf bilan birgalikda kanalga cho'kindilar o'tadi

$$B = \rho_{kan} Q_{kan}, \qquad (9.34)$$

bunda ρ_{kan} – kanalga o'tadigan loyqa oqim. Uning qiymati cho'kindilarni cho'ktirish hisobi bo'yicha aniqlangan.

Tindirgichda cho‘kadigan cho‘kindilar

$$C = A - B. \tag{9.35}$$

Qabul qilingan yuvuvchi suv sarfi Q_{yu} da suv oqimining tubdagi galereya oxiridagi loyqaligi quyidagiga teng bo‘ladi

$$\rho_{gal} = C / Q_{yu}. \tag{9.36}$$

Suv oqimi shu loyqa bilan loyqa o‘tkazuvchiga o‘tadi.

Tubdagi galereya hisobi. Tubdagi galereyaga kamera oxiri tomon o‘sib boruvchi o‘zgaruvchan sarfli bosimli oqim rejimi kuzatiladi. Oqimning bunday rejimida oqim parametrlarini aniqlash qiyin, shuning uchun taxminiy uslub qo‘llaniladi. Uzunligi bo‘yicha galereya uchastkalarga bo‘linadi va ularning chegarasida suv oqimi harakati hisobiy qiymatlar bilan har bir uchastkaning o‘rtasiga tegishli tekis harakat deb qaraladi. Hisob bo‘yicha galereya o‘lchamlari, uning uzunligi bo‘yicha bosim yo‘qolishi va pezometrik chiziqning holati aniqlanadi.

Loyqa o‘tkazuvchi hisobi. Loyqa o‘tkazuvchi bosimli va bosimsiz rejimi qabul qilish mumkin. Bosimsiz rejimda uning hisobi davriy yuviladigan tindirgichlar hisobi kabi bajariladi. Bosimli rejimda loyqa o‘tkazuvchi chiqishidagi joyda tindirgichdagi va daryodagi suv sathlari orasidagi farq ma’lum bo‘ladi. Loyqa o‘tkazuvchi kesim o‘lchamlari bosimli harakat formulalaridan aniqlanadi.

Nazorat savollari

1. Tindirgichlar hisobini qanday umumiy shartlari bor?
2. Tindirgichlar hisobi qay tarzda bajariladi?
3. Tindirgichga keluvchi va ketuvchi kanallarning gidravlik hisoblari nimaga asoslangan?
4. Davriy yuviladigan tindirgich hisobini tushuntiring.
5. Davriy yuviladigan tindirgichda cho‘kindilar cho‘kish hisobi qanday amalga oshiriladi?
6. Davriy yuviladigan tindirgich kameralarini yuvish hisobini bajarishdan maqsad nima?
7. Davriy yuviladigan tindirgich shlyuz-rostlagichlari hisobi qanday olib boriladi?
8. Davriy yuviladigan tindirgichda suv tashlash trakti hisobini tushuntirib bering.
9. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar hisoblari mohiyati nimadan iborat?

10. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar kameralari geometrik o'lchamlari qanday aniqlanadi?

11. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarda cho'kindilarni cho'ktirish hisobi qanday bajariladi?

12. Kanalga va tubdagi galereyaga o'tadigan oqim loyqaligini hisoblash nimaga asoslangan?

13. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarda cho'kkan cho'kindilar miqdori qanday topiladi?

14. Tubdagi galereya hisobini tushuntirib bering.

15 Loyqa yuvuvchi hisobida nimalarga e'tibor qaratish lozim?

X BO'LIM. GRUNTLI VA BOSHQA MAHALLIY MATERIALLARDAN BARPO ETILADIGAN TO'G'ONLAR

10.1.Gruntli to'g'onlar

10.1.1. Gruntli to'g'onlar haqidagi umumiy ma'lumotlar

Qurilish joyida qazib olinadigan va rejali tashishni talab qilmaydigan materiallar *mahalliy* deb aytiladi. Materiallarning bu turiga qurilish materiallari sifatida inshoot quriladigan (gruntli inshootlar) yoki zamin sifatida foydalaniladigan gruntlar ham kiradi.

Grunt yer qobig'ining ustki qismida joylashgan va tog' jinslarining kimyoviy hamda fizikaviy ta'siri ostida yemirilish natijasida hosil bo'ladi. Gruntlar maydalanish (disperslik) xossasi bilan tavsiflanadi, ularning alohida zarralari mustahkam birikmagan, agar birikkan bo'lsa, bu bog'lanishning mustahkamligi zarralarning o'zini mustahkamligidan bir necha bor kichik hisoblanadi. Bunday gruntlardan qurilgan to'g'onlar gruntli to'g'onlar deb ataladi. Ushbu to'g'onlarning eskicha nomi *"tuproq to'g'onlar"* deb yuritilar edi. Biroq, bunday nom ular bunyod etilgan materialga mos kelmaydi. Chunki, tuproq deganda qurilish materiali sifatida foydalanilmaydigan yer yuzasining ustki, tuproqli qatlami tushuniladi.

Gidrotexnika qurilishi amaliyotida sun'iy maydalash yo'li bilan olinadigan mahalliy qurilish materiali – tosh ham to'g'on barpo etishda qo'llanilmoqda. Toshdan barpo etilgan to'g'onlar *"toshli to'g'onlar"* deb nomlanadi va bu atamadan keyingi vaqtlarda keng foydalanilmoqda.

Mexanik tarkibi bo'yicha bir jinsli yoki har xil jinsli gruntlardan barpo etiladigan suv dimlovchi inshootlarga *gruntli to'g'onlar* deb ataladi.

Gruntli materiallardan barpo etilgan to'g'onlar bizning eramizgacha ham mavjud bo'lgan. Ammo, ularni loyihalashning nazariy asoslari yangi fan sohalari – gruntlar mexanikasi, filtratsiya naza-

riyasi, qoyali jinslar mexanikasi va boshqalar bazasi aosida ishlab chiqildi. Transport vositalarining rivojlanishi va to'g'on qurilishida tuproq ishlarini mexanizatsiyalash gruntdan qurilayotgan to'g'onlarning keng tarqalishiga sabab bo'ldi. Bu inshootlarning o'lchamlari ham yiriklashdi: agar o'tgan asrning boshida balandligi 20—30 m gacha bo'lgan to'g'onlar qurilgan bo'lsa, hozir esa ular 300 m va undan yuqori qilib qurilmoqda. To'g'onlarni barpo etishda sun'iy grunt qorishmasini ishlatish imkoniyati mavjud (gruntning donodorlik tarkibi ba'zi bir fraksiyalar bilan boyitiladi), bu o'z navbatida gruntli materiallardan qurilayotgan to'g'onlar sifatini ancha yaxshilash imkonini beradi.

Gruntli to'g'onlar suv dimlovchi inshootlarning eng ko'p tarqalgan turlaridan biridir. Ular suv oluvchi, energetik, suv transporti, suv ombori va kompleks gidrouzellar tarkibiga kiradi.

Gruntli to'g'onlar turli vazifalarni bajarish uchun quriladi. To'g'onlar katta yoki kichik hajmli suv omborlarini tashkil etib, ularda ma'lum miqdordagi suv hajmi yig'iladi va suv tanqis bo'lgan paytlarda xalq xo'jaligining turli tarmoqlarida ishlatiladi. Shuningdek, gruntli to'g'onlar tog' oldi zonalarida sel kelish ehtimoli bor joylarda qurilib, ular aholi yashaydigan joylarni, qishloq xo'jalik ekin maydonlarini va xalq xo'jalik obyektlari va boshqalarni sel talafotidan saqlaydi.

Gruntli to'g'onlar daryodan suv oladigan inshootlar tarkibiga kiradi hamda daryo o'zanining ortiqcha qismini berkitish uchun xizmat qiladi. Ba'zan daryo oqimini ma'lum tomonga yo'naltirish maqsadida ham shunday to'g'onlar quriladi.

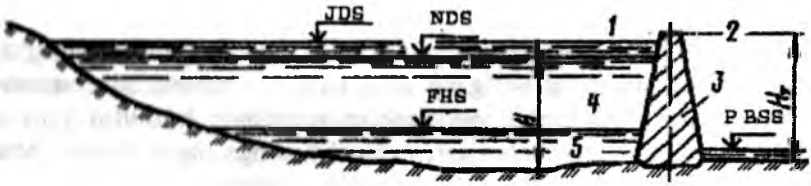
Gruntli to'g'onlarning asosiy va muhim afzalligi shundan iboratki, ularni barpo etishda mahalliy qurilish materiali grunt ishlatiladi. Bu materialni qazib chiqarish uchun karerlar yuzalarini ochish ishlariga mablag'lar sarflanadi va bu mablag'lar inshoot umumiy bahosining bir qisminigina tashkil etadi.

Quyidagi afzalliklar bo'yicha gruntli to'g'onlar keng tarqalgan: 1) har qanday geografik hududlarda qurish mumkinligi; 2) seysmik hududlarda mustahkamlik va ustuvorlikni ta'minlash imkoniyati borligi; 3) qurilish hududida mavjud bo'lgan har qanday gruntni ishlatish imkoniyati mavjudligi; 4) gruntni qayta ko'mish, ko'chirish, yotqizish va zichlashtirish ishlarini mexanizatsiyalashtirish mumkinligi; 5) vaqt o'tishi mobaynida grunt tanasidagi grunt-

larning ilgarigi xossalarini yo'qotmasligi; 6) boshqa to'g'onlarga nisbatan arzonligi; 7) har qanday balandlikdagi to'g'onni barpo etish mumkinligi.

Shu bilan bir qatorda gruntli to'g'onlar quyidagi kamchiliklarga ega; 1) to'g'on ustidan toshqin suvlarini o'tkazib bo'lmasligi; 2) to'g'on tanasi orqali filtratsiya suvlarining o'tishi, uning tanasini deformatsiyalanishga sharoit yaratib berishi; 3) ba'zi bir gruntlar uchun katta miqdordagi filtratsiya suvlarining yo'qolishi filtratsiyaga qarshi maxsus qurilmalarni qurishni taqozo etadi.

Gruntli to'g'onlarning loyihasini tuzishda va ularni qurishda quyidagi asosiy talablarni inobatga olishimiz kerak: 1) to'g'onning turli xil ishlash sharoitlarida uning yon qiyaliklari sirpanib ketmasligi hamda uning zaminini mustahkam bo'lishni nazarda tutib, unga tegishli ko'ndalang kesim o'lchamlari berilishi; 2) to'g'on tanasi va uning qirg'oq bilan tutashgan joyidan sizib o'tadigan filtratsiya suvlari drenaj qurilmalariga tutib qolinib, pastki befga tushirib yuborishni ta'minlash; 3) toshqin suvlari to'g'on ustidan oshib o'tmasligi uchun suv tashlovchi inshootlar maksimal toshqin suvlarini o'tkazib yuborishni ta'minlash; 4) shamol ta'sirida hosil bo'ladigan to'lqin va atmosfera ta'sirida to'g'on qiyaliklarini buzilishdan saqlash maqsadida ular qoplamlar bilan mustahkamlanib qo'yilishi zarur.



10.1-rasm. **Gruntli materiallardan barpo etiladigan to'g'onli suv ombori gidrouzeli sxemasi:**
1 va 2 – yuqori va pastki beflar; 3 – to'g'on; 4 va 5 – suv omboridagi foydali va foydalanilmaydigan hajmlar; H – suv chuqurligi; H_T – to'g'on balandligi.

Gruntli materiallardan quriladigan to'g'onlar doimo ustidan suv o'tkazmaydigan bo'ladi: ularning ustidan suv o'tkazish faqat balandligi past bo'lgan to'g'onlar uchun yo'l qo'yiladi (muvofiq choralar ko'rilganda).

To‘g‘on stvorining yuqori qismidagi suv oqimlarini gidrouzel yuqori befi, stvordan pastdagisini pastki bef deb ataladi. To‘g‘on yordamida yuqori befda suv dimlanishi natijasida suv ombori hosil bo‘ladi.

Suv omborida uch xil suv sathlari mavjud: normal dimlangan sath (NDS), jadallashgan dimlangan sath (JDS) va foydalanilmaydigan hajm sathi (FHS). Yuqori befdagi NDS va FHS orasidagi hajmga foydali hajm, FHS pastda joylashgani — foydalanilmaydigan (hajm) deb ataladi (10.1-rasm). NDS va FHS belgilarni suv xo‘jaligi hisoblari bo‘yicha belgilanadi.

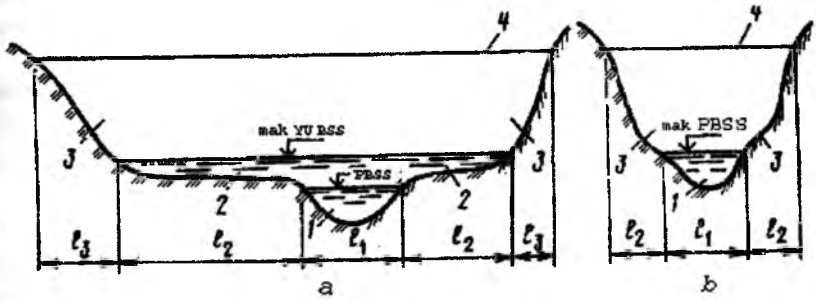
NDS belgisi oqim hajmi, suv omborining havzasi topografiyasi va talab etiladigan foydali hajmidan kelib chiqib aniqlanadi.

FHS belgisi suv omborining xizmat qilish muddatiga va uni loyqa bosish jadalligi, sanitariya talablari va agar foydali hajm asosan o‘zi oqar sug‘orish uchun ishlatiladigan bo‘lsa, sug‘orish maydoniga suvni erkin oqib chiqish sathlariga bog‘liq bo‘ladi.

Toshqin davrlarida normal sathdan yuqorida bo‘ladigan sathga jadallashgan sath deb ataladi. Sathni jadallashganligi gidrouzel tarkibidagi rostlanmaydigan (avtomatik) suv tashlash mavjud bo‘lgan holatlar uchun zarur bo‘ladi; u suv omboridagi toshqin gidrografini transformatsiya qilish (shakllantirish) yo‘li orqali suv tashlash inshootlarini asosiy va tekshirish hisoblarini kamaytirish imkonini beradi.

Eng katta jadallashgan suv sathi belgisi odatda (berilgan to‘g‘on sinfi uchun eng katta bo‘lgan) tekshiruvchi toshqin suv oqimini o‘tkazish sharti bo‘yicha, suv ombori atrofidagi hududni vaqtinchalik suv bosishidan keladigan zararni hisobga olgan holda qabul qilinadi.

To‘g‘onni loyihalashda daryo vodiysi shakli hisobga olinadi, unda ikkita xarakterli uchastka kuzatiladi (10.2-rasm, a): o‘zanli-asosiy suv oqimlari o‘zani chegarasida yoz chillasidagi sarf oqadi; qayirli toshqin paytlarida qayirning suv bosib ko‘miladigan uchastkasi. Tog‘ daryolari, kichik va vaqtinchalik suv oqimlari o‘zanlarida qayirlar bo‘lmaydi. Bunday holda to‘g‘on o‘zan va qirg‘oq uchastkalaridan tashkil topadi (10.2-rasm, b). Bunday uchastkalarning har birida filtratsiya oqimi xarakteri har xil bo‘ladi, shuning uchun to‘g‘on tanasi va zaminida filtratsiyaga qarshi va drenaj qurilmalarni loyihalashda individual yondashish lozim.



10.2-rasm. **Gruntli to'g'on uzunligi bo'yicha xarakterli uchastkalar:** a va b – daryo vodiysining qayirli va qayirsiz uchastkasi stvorlarida; 1,2 va 3 – muvofiq ravishda to'g'onning o'zanli, qayirli va qirg'oqli uchastkalari; 4 – to'g'on tepasi.

10.1.2. Gruntli materiallardan barpo etiladigan to'g'onlarning umumiy tasnifi

Gruntli materiallardan barpo etiladigan to'g'onlar inshoot tanasi barpo etiladigan materiallarga, balandligiga, qurish usuliga va inshoot sinfiga ko'ra tasnifga bo'linadi.

Materiallar bo'yicha uchta asosiy to'g'on turiga bo'linadi: *gruntli* – asosan qumli va gilli gruntlardan; *tosh-gruntli*, ko'ndalang kesimning bir qismi yirik bo'lakli, boshqa bir qismi – mayda qumlardan yoki gilli gruntlardan; *tosh-to'kma* filtratsiyaga qarshi qurilmalar gruntli materialdan bo'lmagan yirik bo'lakli gruntdan barpo etiladi.

Balandligi bo'yicha gruntli to'g'onlar to'g'on oldida suv sathi 15 m gacha bo'lsa *past bosimli*, 15...50 m gacha *o'rta bosimli* 50 m dan ortig'i *yuqori bosimli*; tosh - gruntli va tosh to'kma to'g'onlarda esa – 20 m gacha bo'lsa *past bosimli*, 20...70 m gacha *o'rta bosimli*, 50...150 m gacha *yuqori bosimli* turlarga bo'linadi.

Qurish usuli bo'yicha gruntli to'g'onlar asosiy uchta guruhga bo'linadi:

1) *ko'tarma* (grunt quruq holda to'kilib mexanizmlar bilan zichlanadi yoki suvga to'kiladi); *yuvma* (gidromexanizatsiya vositalari bilan); *to'kma* (balanddan yirik toshlarni to'kish yoki yo'naltirilgan portlatish yordami bilan).

Gruntli to'g'onlar sinfi balandlik va zamindagi gruntga ko'ra aniqlanadi va 10.1-jadval bo'yicha qabul qilinadi.

10.1-jadval

Grunt materialli to'g'on sinflari

To'g'on zamindagi gruntlar	Inshoot sinflari			
	I	II	III	IV
	To'g'on bandligi, m			
Gilli, suvga to'yingan plastik holatda	50 dan yuqori	25 dan 50 gacha	15 dan 25 gacha	15 dan kichik
Qoyali	100 dan ortiq	70 dan 100 gacha	25 dan 70 gacha	25 dan kichik
Qumli, yirik bo'lakli, qattiq va yarim qattiq holatdagi gilli	50 dan ortiq	35 dan 75 gacha	15 dan 35 gacha	15 dan kichik

Agar to'g'on avariyasi xatarli oqibatlarni keltirsa, u holda oqibatlar masshtabiga muvofiq, tegishli asoslashdan so'ng to'g'on sinfini oshirishga yo'l qo'yiladi.

10.1.3. Muhandislik – geologik qidiruvlar va gruntli materiallarning fizik-mexanik tavsiflari

Gruntli materiallardan barpo etiladigan to'g'onlarni loyihalashda muhandislik-geologik qidiruvlar hamda to'g'on zaminidagi va uning tanasini barpo etish uchun mo'ljallanayotgan tog' jinslarini tadqiqot qilish ishlari olib boriladi. Qidiruv va tadqiqot ishlari tarkibi to'g'on quriladigan joyning muhandislik- geologik sharoitini murakkabligiga va to'g'on sinfiga bog'liq. To'g'on quriladigan joy hududining muhandislik-geologik sharoitlari tavsifi xaritalari hamda qidiruv va laboratoriya tadqiqotlari natijalari umumlashtirilgan tushintirish bayoni ko'rinishida beriladi.

To'g'on zaminida qidiruv va tadqiqot ishlarini olib borishda quyidagilar yoritiladi: 1) jinslarning suvga chidamligi ko'rsatilgan holda uning geologik sharoitlari; 2) grunt suvlarining joylashuvi, ularning kimyoviy tarkibi, zaminni tashkil etuvchi gruntlarning suv o'tkazuvchanligi; 3) zaminning aktiv zonasini tashkil etuvchi jins-

larning deformatsiya va mustahkamlik xossalari; 4) maxsus sharoitlar-seysmiklik, o'pirilishlar, sellar va boshqalar hosil bo'lishi.

Grunt karerlarini qidirishda quyidagilar aniqlanadi: 1) karerlarning geologik tuzilishi va ularda joylashgan gruntlarning fizik-mexanik xossalari; 2) karerlarning gidrogeologik tavsifi; 3) karerdagi gruntlar hajmining zaxirasi va yuzalarni ochish ishlari hajmlari.

Barcha sinfdagi to'g'onlarni qurish uchun mo'ljallangan gruntlar uchun quyidagi asosiy tavsiflar aniqlanadi: 1) grunt zarralari tarkibi; 2) grunt namligi; 3) quruq holdagi grunt zichligi ρ_d; 4) g'ovak holdagi quruq gruntning zichligi ρ_ρ; 5) zich holdagi quruq gruntning zichligi P_p; 6) oquvchanlik chegarasidagi namlik ω_T; 7) uvalanish chegarasidagi namlik ω_ρ; 8) ichki ishqalanish burchagi φ va solishtirma tishlashish kuchi C; 9) filtratsiya koeffitsiyenti K_f; 10) kompression tavsiflar; 11) suvda eruvchi tuzlarning miqdori; 12) organik aralashmalarning miqdori va ularning parchalanish darajasi.

Yuqorida qayd qilingan tavsiflarning me'yoriy qiymatlari QMQ bo'yicha ko'plab sinovlar natijalarini ishlab chiqish asosida o'rtacha statistik sifatida aniqlanadi. Tavsiflarning hisobiy qiymatiga o'tishda me'yoriy qiymatlarni grunt bo'yicha xavfsizlik koeffitsiyenti K_g ga ko'paytirilgan. Shunday yo'l asosida olingan grunt tavsiflari uchun qo'shimcha quyidagilar hisoblanadi: gruntning nojinslilik koeffitsiyenti, g'ovaklik koeffitsiyenti, zichlanish koeffitsiyenti va boshqalar.

Gruntning asosiy muhim fizik tavsiflariga quyidagilar kiradi: 1) quruq holdagi gruntning zichligi $\rho_{qur} \approx 1{,}64...17$ t/m^3; 2) gruntning g'ovakligi $n = 0{,}35...0{,}45$; 3) gruntning solishtirma tishlashish kuchi $C = 10...30 kPa$; 4) gruntning ichki ishqalanish burchagi φ yoki gruntning ichki ishqalanish koeffitsiyenti $f = tg\varphi$; har xil gruntlar uchun φ va f ning taxminiy qiymatlari 10.2-jadvalda keltirilgan.

10.2-jadval

Gruntlarning φ, f va C qiymatlari

Grunt	φ, grad	f	C, kPa	Grunt	φ, grad	f	C, kPa
Gil	11...17	0,20...0,30	30	Qum	22...30	0,45...0,58	0
Sog'	14...19	0,25...0,35	20	Yirik			
Qumoq	19...22	0,35...0,40	10	bo'lakli	30...35	0,58...0,70	0

Grunt suvga to'yintirilganda tishlashish kuchi kamayishi mumkin. Qumli gruntlar suvga to'yintirilganda ishqalanish burchagi qiymati deyarli o'zgarmaydi.

10.1.4. To'g'onlarni barpo etish uchun ishlatiladigan gruntli materiallar

Gruntli to'g'onlarni va uning alohida elementlarini barpo etishda material sifatida tabiiy holdagi zarrachalari bog'langan va bog'lanmagan guntlardan foydalaniladi: kerakli asoslashdan so'ng sun'iy gruntlar (tog' qazish va metallurgiya sanoatlari chiqindilari) dan ham foydalanish mumkin. Gruntli to'g'onlarni qurishdagi talablar inshoot konstruksiyasi va uni barpo etish ishlarini bajarish usuliga ko'ra amaldagi me'yoriy hujjatlar bo'yicha aniqlanadi.

Gruntli to'g'onlarni barpo etish uchun ishlatiladigan gruntlarga qurilish materiallari sifatida quyidagi talablar qo'yiladi: mustahkamlik – siljish ko'rsatkichlari bilan tavsiflanadi (ichki ishqalanish burchagi va tishlashish); suvga chidamlilik – gruntning suvda erish darajasi bilan tavsiflanadi; suv o'tkazmaslik – filtratsiya koeffitsiyenti bilan tavsiflanadi. QMQ ga ko'ra gruntli ko'tarma to'g'onlarni qurishda har qanday gruntni ishlatishga yo'l qo'yiladi; lekin tarkibida 5% dan ortiq xlorid yoki sulfatxloridli tuzlar, 2% dan ortiq sulfat tuzlar, to'liq chirimagan yoki 8% dan ortiq to'liq chirigan organik aralashmalar bo'lgan gruntlarni ishlatib bo'lmaydi.

Bir jinsli to'g'onlarni qurishda ko'p hollarda sog', qumoq, hamda mayda va o'rta zarrali qumlar ishlatiladi. Ular suv xo'jaligi hisoblari bo'yicha yo'l qo'yiladigan filtratsion qobiliyatiga va yetarli mustahkamlikka ega bo'lishi kerak.

Bir jinsli yoki har xil jinsli to'g'onlar filtratsiyaga qarshi elementlari qurilishi asoslangandan keyin (filtratsiya mustahkamligini va yo'l qo'yiladigan filtratsiya yo'qolishlarini ta'minlash) qumil to'ldiruvchili graviy – galechnikli gruntlar (nojinslilik koeffitsiyenti $K_{60/10} > 10...20$ bo'lganda) ishlatiladi.

Qazish va yotqizilishi qiyin bo'lgan gilli gruntlar va zich gillarni to'g'on va filtratsiyaga qarshi elementlar qurish uchun kam ishlatiladi. Filtratsiyaga qarshi elementlarni (yadrolar, ekranlar, ponurlar, tishlar) ni qurishda filtratsiya koeffitsiyenti $K_f \leq 1 \cdot 10^{-4} sm/s$ bo'lgan, kam suv o'tkazuvchan (gilli gruntlar, torf, sun'iy grunt-

lar qorishmasi) gruntli materiallar qo'llaniladi. Filtratsiyaga qarshi elementlarni qurishda gilli gruntlar eng yaxshi qurilish materiali hisoblanadi. Ularning karerdagi namligi uvalanish chegarasidagi namlikka mos keladi yoki undan ko'p bo'ladi. Juda ko'p namlangan va quruq bo'lgan gilli gruntlarni ishlatish qurilish ishlarini olib borishni qiyinlashtiradi.

Sun'iy qorishmalar gil, qum va graviy-galechnikli gruntlardan tayyorlanadi va ular filtratsiyaga qarshi elementlarni qurishda ishlatiladi. Bunday materialning qo'llanilishi iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'lishi kerak. Sun'iy qorishma tarkibi tajriba, tadqiqot ishlarining natijalari asosida qabul qilinadi.

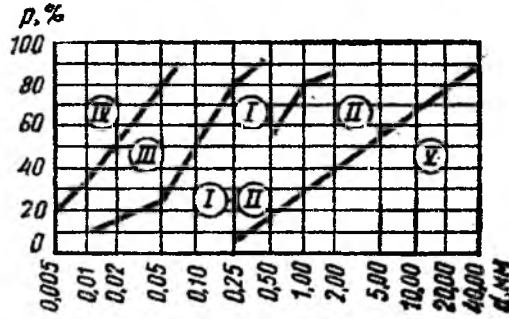
Drenajlarning teskari filtrlari, o'tuvchi zonalar va qiyaliklar qoplamlari uchun qum, graviy-galechnikli gruntlar, yetarli mustahkamlikka va sovuqqa chidamli bo'lgan qoyali jinslar ishlatiladi.

Gruntlarni suvga to'kib to'g'onlarni qurishda lyossimon sog' va tarkibida har xil yirik zarrali aralashmali muzliklarning ko'chishi ta'sirida hosil bo'lgan gruntlar ishlatiladi. Gilli va qum-graviyli gruntlar kam qo'llaniladi. Suvga to'kiladigan gruntlarga qo'yiladigan talablar inshoot konstruksiyasi bilan aniqlanadi.

Bir jinsli to'g'onlarni barpo etishda mustahkamligi va filtartsiya tavsiflari yuqori bo'lgan har qanday gruntlar ishlatiladi. Filtratsiyaga qarshi elementlar (ponurlar, ekranlar, yadrolar) ni barpo etishda ishlatiladigan gruntlarga qo'yiladigan asosiy talablardan biri, ularning suv o'tkazmasligi yetarli darajada bo'lishi kerakligidir.

Yuvma to'g'onlarda fraksiyasining maksimal o'lchami 100...150 mm bo'lgan gilli, qumli, graviy-galechnikli gruntlar qo'llaniladi. Karer gruntini to'g'onni yuvish uchun yaroqlilik darajasi uning donadorlik tarkibi bilan baholanadi (10.3-rasm). Hozirgi vaqtda qo'llaniladigan gidromexanizatsiya qurilmalari va yuvish texnologiyasi bo'yicha I va II guruhlardagi qumli va qumli-graviyli gruntlardan foydalanish afzaldir. I guruh gruntlari bir jinsli to'g'onlarni, II guruh gruntlari esa har xil jinsli to'g'onlar mayda qumli yadroli zonalarini yuvish uchun xizmat qiladi. QMQ ga ko'ra qumloq (III guruh), sog' va gil (IV guruh) va graviy-galechnik gruntlarini (V guruh) ishlatish texnik-iqtisodiy asoslashdan so'ng ruxsat etiladi; bunda sog' va qumoq (lyossimon gruntlar) bir jinsli to'g'onlarni yoki har xil jinsli to'g'onlar yadroli zonalarini yuvishda qo'llanilishi mumkin; sog' tuproq va gillar to'g'on yadrosini

yuvishda, graviy-galechnikli gruntlar – prizmali tirgakni yuvish uchun ishlatiladi.



10.3-rasm. **To‘g‘onlarni yuvish uchun ishlatiladigan gruntlar guruhi (I–V).**

Ba’zi bir hollarda yuvish uchun har xil karerlardan olinadigan gruntlarning sun’iy qorishmasidan foydalanish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

10.1.5. Gruntli to‘g‘onlar zaminlariga qo‘yiladigan talablar va ularning stvorini tanlash

Gruntli to‘g‘onlar zaminlariga qo‘yiladigan talablar. Gruntli to‘g‘onlarni qoyali, yarim qoyali va qoyamas zaminlarda qurish mumkin. Zaminda gilli va ko‘p namlangan gilli gruntlarning bo‘lishi, ularda g‘ovaklardagi bosimning paydo bo‘lishiga olib keladi, shu bilan birga gruntlarning siljishga qarshiligini kamaytiradi va zaminda drenaj qurilmalarni o‘rnatish tavsiya etiladi, o‘z navbatida to‘g‘onni qurish jadalligi pasayadi. Uncha katta bo‘lmagan bunday qatlamli gruntlar olib tashlanadi va to‘g‘on azaldan mustahkam bo‘lgan gruntlarda quriladi. To‘g‘on zaminida chirish darajasi 50% dan kam bo‘lmagan torf mavjud bo‘lsa, to‘g‘onning kuchli cho‘kishi mumkinligini hisobga olish lozim. Bunda chirimagan o‘simliklar ildizlari, yer ostida yashovchi jonivorlar hosil qilgan yo‘laklarni olib tashlash talab qilinadi yoki bu gruntlarni keyinroq notekis cho‘kishi ro‘y bermasligi aniq bo‘lsa, gerbitsidlar bilan ishlov berilgan maxsus suv o‘tkazmaydigan elementlar bilan to‘yintiriladi.

Qoyali zaminlar sifatini baholashda katta yoriqlar mavjudligi va ular tez yuviladigan mayda fraksiyali gruntlar bilan to'ldirilmaganligi va to'ldirilganligi, tektonik buzilishlar, kuchsizlangan zonalarning borligiga e'tibor berishimiz kerak.

To'g'on stvorini tanlash. To'g'on quriladigan joy gidrouzel tarkibiga kiruvchi asosiy inshootlar joylashuvi variantlarining texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida tanlanadi. Bunda quyidagi asosiy omillar hisobga olinadi:

1) topografik, to'g'on uzunligi va balandligini aniqlaydi. Boshqa bir xil sharoitlarda to'g'on stvori suv oqimlari o'zanining tor yerida gorizontallarga tik qilib joylashtiriladi. Ushbu holatda ish hajmlari eng kam miqdorda bo'ladi;

2) muhandislik - geologik, gruntlarning mustahkamlik tavsiflari, ularning suv o'tkazuvchanligi va qatlamlanish hosil bo'lish bilan baholanadi. Suv omborlari havzalaridagi gruntlarning suv o'tkazuvchanligi, ularning o'zaro joylashuvi va qatlamlarning pasayishi (tushishi) katta ahamiyatga ega. Ko'pincha suv ombori havzasi va to'g'on zaminidagi gruntlarning muhandislik-geologik tuzilishi to'g'on stvorini tanlashda hal qiluvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi;

3) gidrogeologik, suv omborini to'ldirish, toshqin paytidagi ortiqcha suvlarni pastki bef tushirib yuborish masalalarini hal qiladi;

4) suv tashlovchi inshootning joylashuvi gidrouzel narxiga va uni ekspluatatsiya qilishga ta'sir etadi;

5) har xil omillar, bu qurilish davridagi sarflarni o'tkazish, yo'l tarmog'i, sanitar talablar, elektr energiyasini olib kelish, inshootlarni qulay ekspluatatsiya qilish va boshqalar.

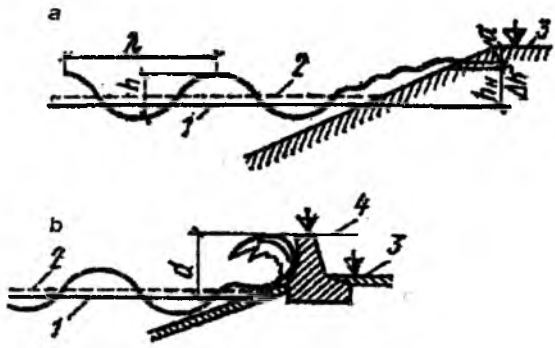
To'g'on stvorini tanlashda yo'l tarmog'ining mavjudligi, gidrouzelning qiymati narxi ko'rsatkichlari, uni ishga tushirish muddati, inshootni qulay ekspluatatsiya qilish, elektr uzatuvchi tarmoqlar, temirbeton mahsulotlari zavodlarinng uzoqligi va boshqalar hisobga olinadi. Barcha bu omillar variantlarni taqqoslash yo'li bilan asoslanadi.

10.1.6. To'g'on tepasining sath belgisini aniqlash

To'g'on tepasining sath belgisini aniqlashda havzada shamol ta'sirida paydo bo'ladigan suv to'lqinining balandligini hisobga olish lozim. To'g'on tepasi sathining suv ombordagi hisobiy suv sathidan ko'tarilish balandligi d quyidagi ifoda bo'yicha aniqlanadi:

$$d = \Delta h_{set} + h_{run,1\%} + a\,, \qquad (10.1.)$$

bunda: Δh_{set} – shamol ta'sirida suvning ko'tarilish balandligi; $h_{run,1\%}$ – shamol to'lqinining qiyalikka urilib chiqish bandligi; a – konstruktiv zaxira qiymati, 0,5 m va $0{,}1h_{1\%}$ qiymatlardan birining katta miqdori qabul qilinadi; $h_{1\%}$ to'lqinning 1% li ehtimollik bo'yicha ko'tarilish balandligi.



10.4-rasm. **To'g'on tepasining sath belgisini aniqlash sxemalari:** a – paraketsiz; b – paranet bilan; 1 – hisobiy statik sath; 2 – to'lqinning o'rtacha chizig'i; 3 – to'g'on tepasi; 4 – parapet tepasi.

(10.1) ifodani ikkita hisobiy holat uchun qo'llash mumkin:

1) suv sathi NDS da yoki undan yuqorida bo'lgan holat uchun (yuklanish va ta'sirlarning asosiy birikmasi);

2) maksimal suv sarfini o'tkazishda suv sathi JDS bo'lgan holat uchun (yuklanish va ta'sirlarning asosiy birikmasi).

Shamolning hisobiy tezligi birinchi holatda yil davomida kuzatilayotgan ko'tarilishning $0{,}1h_{1\%}$ li ehtimolligi, ikkinchi holatda esa, jadallashgan suv sathi paytida kuzatilayotgan 50% li ko'tarilish ehtimolligi bilan qabul qilinadi. QMQ ga asosan shamol to'lqini va shamol haydalishi elementlarini aniqlashda kuchli shamol tufayli ko'tarilish ehtimolligini I, II sinfidagi inshootlar uchun 2%, III, IV sinfdagi inshootlar uchun esa 4% qabul qilinadi.

Bunda havza ikki zonaga: chuqur suv zonalari $\left(H > 0{,}5\lambda_m\right)$, bunda havza tubi to'lqin parametrlariga ta'sir qilmaydi va sayoz suv zonalari $\left(H \le 0{,}5\lambda_m\right)$ga bo'linadi.

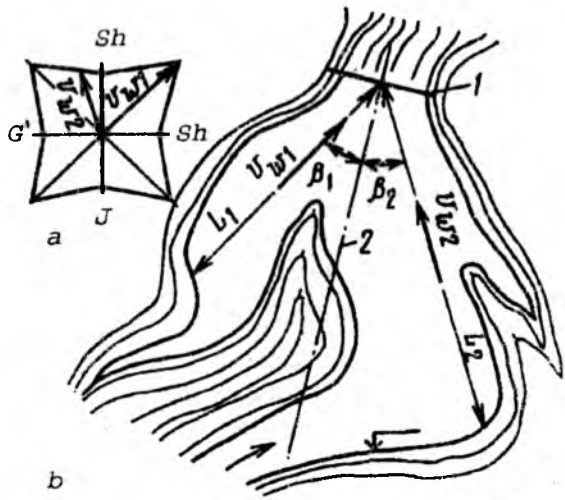
Shamol ta'sirida paydo bo'ladigan to'lqin balandligi ketma-ket yaqinlashuv uslubi bilan quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\Delta h_{set} = K_{\omega} \frac{\vartheta_{\omega}^2 L}{g\left(H + \Delta h_{set}\right)} \cos\beta, \qquad (10.2)$$

bunda: K_{ω} – shamol tezligiga bog'liq koeffitsiyent; ϑ_{ω} – suv sathidan 10 m balandlikdagi shamol tezligi, m/s; L – shamol to'lqinining haydalish uzunligi, ya'ni shamol yo'nalishi bo'yicha suv ombori uzunligi, m (10.5-rasm); H – suv omboridagi suv chuqurligi, m; g – erkin tushish tezlanishi, m/s²; β – suv ombori bo'ylama o'qi bilan shamol yo'nalishi orasidagi burchak

ϑ_{ω}, m/s	20	30	40	50
K_{ω}	$2{,}1 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$3 \cdot 10^{-6}$	$4{,}8 \cdot 10^{-6}$

(10.2) formulaning maxrajidagi Δh_{set} qiymati H ga nisbatan juda kichik bo'lganligi uchun uni nolga teng deb qabul qilinadi va hisoblar $\vartheta_{\omega}, L, H, \alpha$ larning ma'lum qiymatlari uchun bajariladi.



10.5-rasm. **Shamol parametrlarini hisoblash sxemasi:**
a – shamollar tavsifi; b – suv ombori plani; 1 – to'g'on stvori; 2 – havza o'qi.

Chuqur suv zonalarida to'lqinning o'rtacha parametrlari $h_m(m)$, $\lambda_m(m)$ va $T_m(s)$ quyidagi tartibda aniqlanadi:

1) o'lchamsiz komplekslar hisoblanadi

$$\xi = gL/\vartheta_\omega \text{ va } \tau = gt/\vartheta_\omega,$$

bunda: t – shamol ta'sir etishining davomiyligi, ma'lumotlar bo'lmaganda $t = 21600\ s$ qabul qilinadi.

2) ε parametri va grafik (10.6-rasm) ning yuqori eguvchisi 1 bo'yicha ε va η ning qiymati aniqlanadi; xuddi shunga o'xshash τ ning qiymati bo'yicha ε va η lar topiladi;

3) $\varepsilon_{\min}$ va $\eta_{\min}$ ning minimal qiymatlari bo'yicha $T_m = \dfrac{\varepsilon_{\min}\vartheta_\omega}{g}$ va

$h_m = \dfrac{\eta_{\min}\vartheta_\omega^2}{g}$ hisoblanadi;

4) T_m ning ma'lum bo'lgan qiymatida o'rtacha to'lqin balandligi aniqlanadi:

$$\lambda_m = gT_m^2/(2\pi). \qquad (10.3.)$$

5) i % li ehtimollik bo'yicha to'lqinning ko'tarilish balandligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$h_i = h_m K_i, \qquad (10.4.)$$

bunda: K_i – koeffitsiyent, ξ qiymati va i_d hisobiy ehtimollikdagi to'lqin balandligi bo'yicha aniqlanadi (10.7-rasm, a).

Sayoz suv zonalarida to'lqinning taxminiy balandligi $h_{d,est}$ va uning o'rtacha uzunligi $\lambda_{m,est}$ ni quyidagi ifodadan aniqlash mumkin:

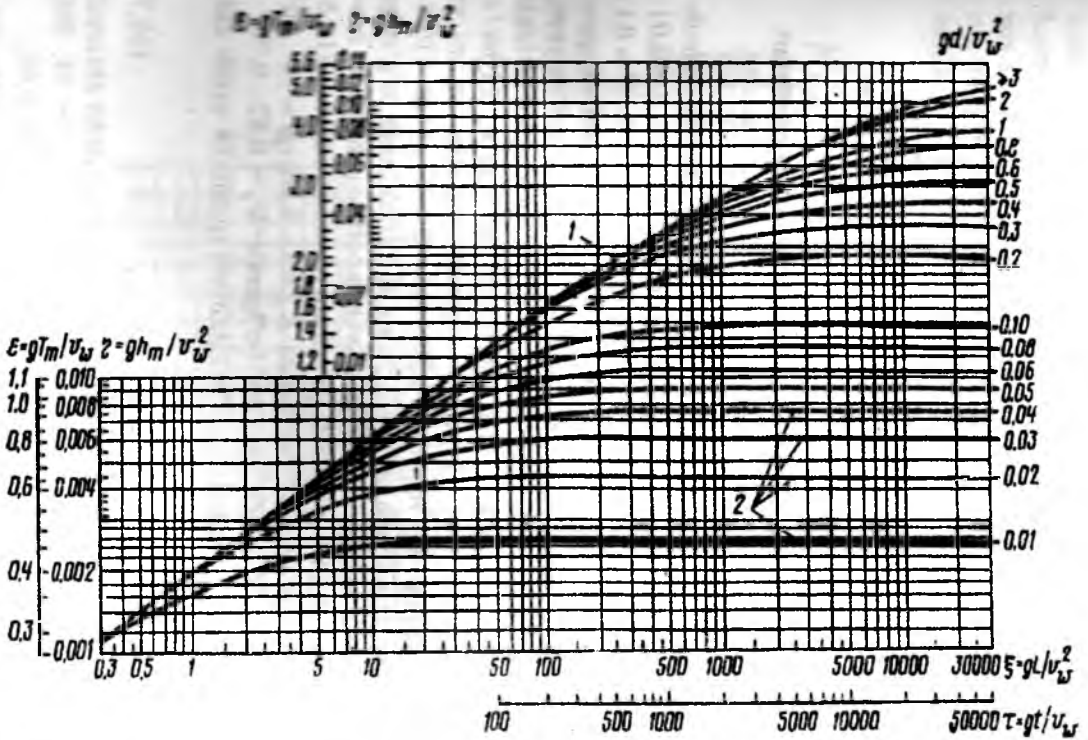
$$h_{d,est} = h_i\beta;\ \ \lambda_{m,est} = \lambda_m\alpha, \qquad (10.5)$$

bunda α va β koeffitsiyentlar, grafikdan aniqlanadi (10.6-rasm, b).

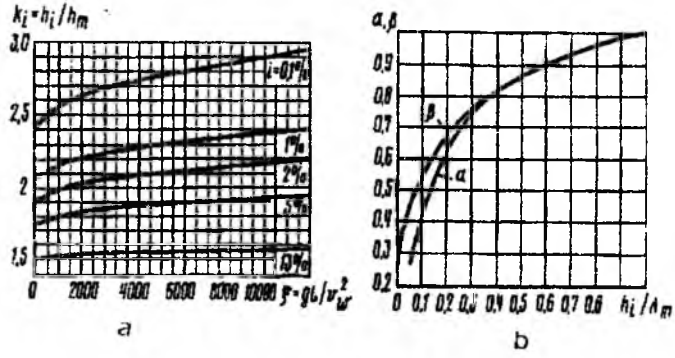
1% li shamol to'lqinining qiyalikka urilib chiqish balandligi ehtimollikdagi ko'tarilishi quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$h_{run,1\%} = K_{gr}K_{sp}K_{run}K_b h_{1\%}, \qquad (10.6)$$

bunda: K_{gr} – qiyalik qoplamasining turiga va nisbiy g'adir-budurlik $\delta = d_{50}/h_{1\%}$ ga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent; d_{50} – qiyalik qoplamasi materiali zarrasining o'rtacha diametri; betonli (temir-beton-



10.6-rasm. **Shamol to'lqinining parametrlarini aniqlash grafiklari:**
1 – chuqur suv zonalari uchun buklIgan egri chizIqlar; 2 – sayoz suv zonalaridagi egri chiziqlar.



10.7-rasm. K_i **(a) hamda** α **va** β **(b) koeffitsiyentlari grafiklari.**

li) plitalar uchun $K_{gr} = 0,9$; $\delta < 0,02$ bo'lganda graviyli-galechnikli qorishma, tosh va betonli bloklar uchun $K_{gr} = 0,9$ $\delta = 0,01$; $K_{gr} = 0,79$ $\delta = 0,02$; $K_{gr} = 0,72$ $\delta = 0,05$; $K_{gr} = 0,56$ $\delta = 0,1$; $K_{gr} = 0,45$ $\delta = 0,2$; $K_{gr} = 0,33$ K_{gr} – shamol tezligini va qiyalikning yotiqligi $m_h = ctg\alpha_1$ ni hisobga oluvchi koeffitsiyent; $v_w \geq 20 m/s$ va $m_h = 1...2,3...5$ va 5 dan ortiq bo'lganda mos ravishda $K_{gr} = 1,4$; 1,5; 1,6; yotiqlik m_h ning o'sha qiymatlarida va $v_w \leq 10 m/s$ bo'lganda $K_{gr} = 11$; 1,1; 1,2; K_{run} – qiyalik yotiqligi m_h ni va to'lqinning yotiqligi $\lambda_m / h_{1\%}$ ni tavsiflaydigan koeffitsiyent, (10.8-rasm) grafiklar dan aniqlanadi; K_β – to'lqin frontining to'g'onga β burchak ostida kelishini hisobga oluvchi koeffitsiyent [β – havzaning bo'ylama o'qi bilan shamol yo'nalishi orasidagi burchak (10.5-rasmga qarang)], $\beta = 0...20^0$ bo'lganda $K_\beta = 1...0,96$; $\beta = 20...40^0$ bo'lganda $K_\beta = 0,96...0,87$; $\beta = 40^0$ bo'lganda $K_\beta = 0,82...0,76$;

$i\%$ li ehtimollikdagi shamol to'lqinining qiyalikka urilib chiqish balandligi

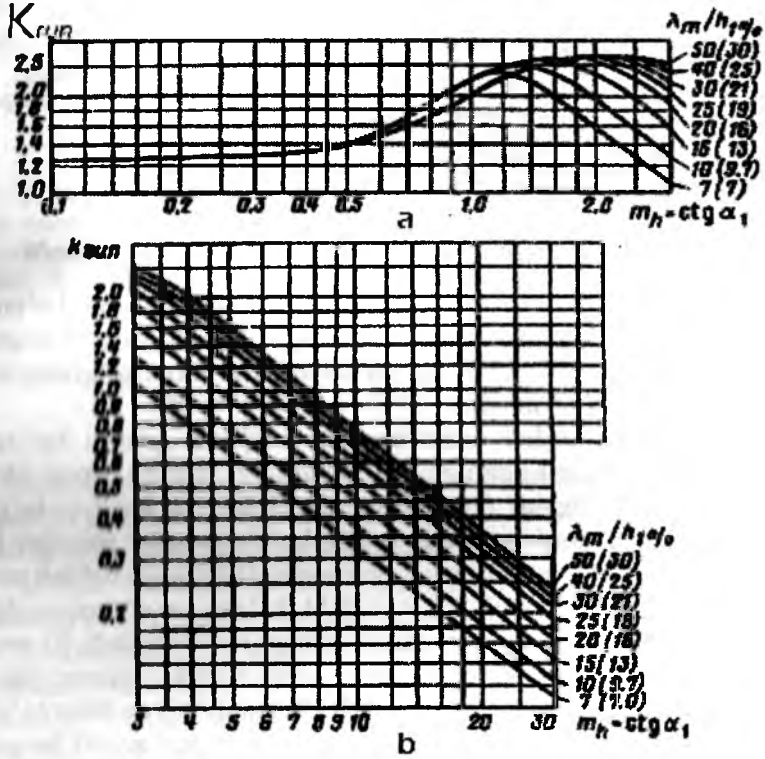
$$h_{run,i\%} = h_{run,i\%} K_{i,run}, \qquad (10.7)$$

bunda: $K_{i,run}$ – qiyalikka urilib chiqish balandligi bo'yicha ehtimolligini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $i = 0,1$; 1; 2; 5; 10; 30; 50% bo'lganda mos ravishda $K_{i,run} = 1,1$; 1,0; 0,96; 0,86; 0,76; 0,68.

To'g'on tepasi sath belgisi (TTS) quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\nabla TTS = \nabla NDS + d \text{ va } \nabla TTS = \nabla JDS + d \qquad (10.8)$$

To‘g‘on tepasida betonli yoki temir-betonli parapetning o‘rnatilishi, uning yuqori qismi hisobiy suv sathidan d masofada baland qilib o‘rnatiladi. Parapetning bo‘lishi to‘g‘on tepasi pastroq qilib o‘rnatishga imkon beradi, bu o‘z navbatida to‘g‘on tanasi hajmini kamaytirishga olib keladi. Bunda to‘g‘on tepasi sath belgsi maksimal suv sarfining eng yuqori suv sathidan pastda joylashmasligi kerak, o‘z navbatida NDS dan 0,3 m yuqori va JDS dan pastda bo‘lmasligi kerak.



10.8-rasm. **Koefftsiyenti grafigi:**
a – 0,1 dan 3,0 gacha bo‘lganda qiyalikning yotiqligi $m_h = ctg\alpha_1$;
b – $m_h = 3$ dan 40 gacha. Inshoot oldidagi chuqurlik $H < 2h_{1\%}$ bo‘lganda K_{run} koeffitsiyenti qavs ichida ko‘rsatilgan to‘lqinning yotiqligi $\lambda_m / h_{1\%}$ qiymatlari bo‘yicha aniqlanadi.

Nazorat savollari

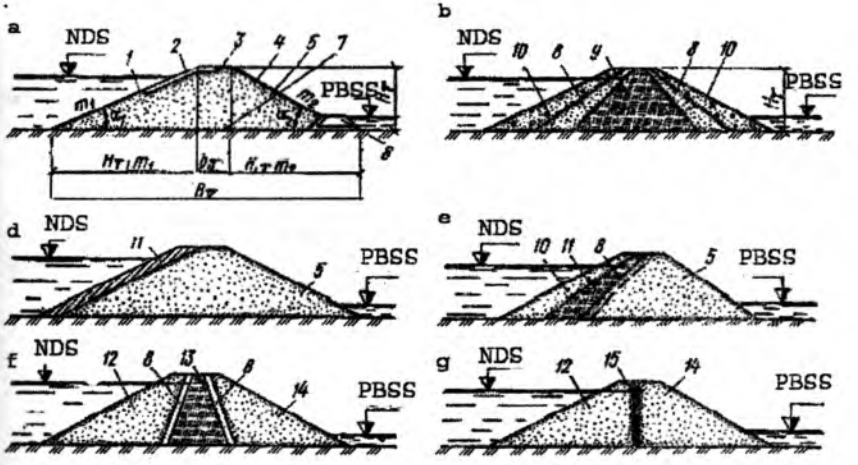
1. Gruntli to'g'onlar haqida umumiy ma'lumot bering.
2. Gruntli to'g'onlarni loyihasini tuzishda va ularni qurishda qanday talablar inobatga olinadi?
3. Suv omboridagi mavjud suv sathlarini izohlang.
4. Gruntli materiallardan barpo etiladigan to'g'onlar tasnifini keltiring.
5. To'g'on zaminida qidiruv va tadqiqot ishlari tarkibi nimalardan iborat?
6. To'g'onlar qurish uchun mo'ljallangan gruntlarning qanday fizik-mexanik tavsiflarini bilasiz?
7. Gruntli to'g'onlarni barpo etish uchun ishlatiladigan gruntlarga qurilish materiali sifatida qanday talablar qo'yiladi?
8. To'g'on stvori qanday tanlanadi?
9. To'g'on tepasining sath belgisi qanday aniqlanadi?
10. To'g'on tepasi sath belgisini aniqlash chizmalarini tushuntiring.

10.2. Gruntli ko'tarma to'g'onlar

10.2.1. Gruntli ko'tarma to'g'onlarning tasnifi

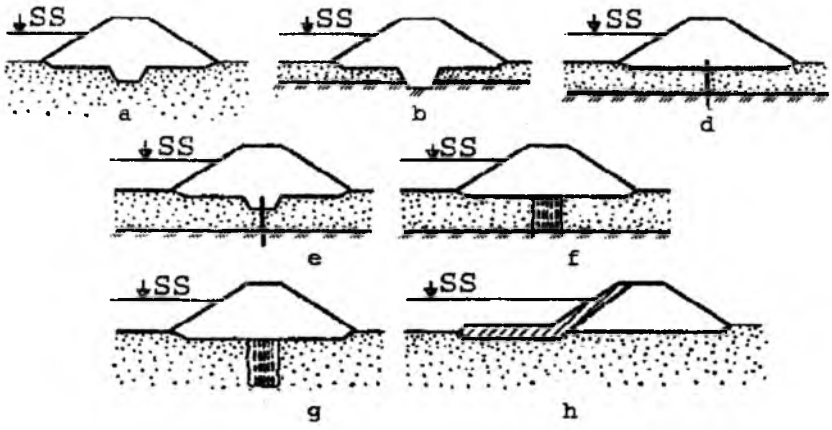
Umumiy tasnifdan tashqari (10.1.2-p. qarang) gruntli ko'tarma to'g'onlar ko'ndalang kesimi, zamindagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar konstruksiyalari va to'g'on tanasiga gruntni yotqizish usuli bo'yicha tasnifga bo'linadi.

Ko'ndalang kesimi konstruksiyasi bo'yicha gruntli ko'tarma to'g'onlar olti turga ajratiladi: 1) *bir jinsli* — to'g'on tanasi bir xil jinsdan tashkil topadi (10.9-rasm a); 2) *har xil jinsli* — to'g'on tanasi har xil gruntdan tashkil topadi; bunda gruntlar shunday joylashtiriladiki, to'g'onning suv o'tkazuvchanligi yuqori befdan pastki bef tomonga oshib boradi (10.9-rasm,b), ba'zan suv o'tkazmaydigan gruntni to'g'on kesimining markaziy qismiga joylashtiriladi; 3) *gruntli bo'lmagan materialli ekran bilan* — asfalt-beton, polimer plyonkalar va boshqalardan (10.9-rasm, d); 4) *gruntli ekran bilan* to'g'on tanasi katta suv o'tkazuvchanlikka ega bo'lsa yuqori qiyalik bo'yicha joylashtiriladi (10.9-rasm, e); 5) *gruntli yadro bilan* ko'ndalang kesim o'rta qismiga yoki yuqori bef tomonga siljitib joylashtiriladi (10.9-rasm, f); 6) *gruntmas materialli diafragma bilan* — beton, polietilen plyonka, asfalt-beton, temir-beton shu kabilardan bajariladi (10.9-rasm, g).



10.9-rasm. **Gruntli ko'tarma to'g'on turlari:**
a – bir jinsli gruntdan; b – har xil jinsli gruntdan; d – gruntli bo'lmagan materialli ekran bilan; e – gruntli yadro bilan; f – diafragma bilan; 1 – yuqori qiyalik; 2 – qiyalik qoplamasi; 3 – to'g'on tepasi; 4 – pastki qiyalik; 5 – to'g'on tanasi; 6 – prizmali drenaj; 7 – tovon; 8 – o'tish zonalari; 9 – markaziy prizma; 10 – himoya qatlami; 11 – ekran; 12 – yuqori prizma; 13 – yadro; 14 – pastki prizma; 15 – diafragma; b_T – to'g'on tepasi kengligi; B_T – to'g'on pastki qismi kengligi; H_T – to'g'on balandligi; $m_1 = ctg\alpha_1$; $m_2 = ctg\alpha_2$.

Zamindagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar bo'yicha (10.10-rasm) gruntli to'g'onlarning quyidagilari mavjud: 1) tishli – chiqib turadigan gruntli, suv o'tkazmaydigan qatlamgacha yetmaydi; 2) qulfli – chiqib turadigan gruntli, zamindagi suv o'tkazuvchi grunt qatlamini kesib o'tadi va suv o'tkazmaydigan qatlamga o'yib kirgiziladi; 3) diafragmali – devorli, zamindagi suv o'tkazmaydigan grunt qatlamini kesib o'tadi; 4) birga qo'shilgan tishli va diafragmali, bunda zamindagi chuqur bo'lgan suv o'tkazadigan qatlamlar kesib o'tiladi; 5) inyeksiyali to'siq pardali – filtratsiyaga qarshi devorli, zamindagi gruntga sement va boshqa bog'lovchi materialni yuborish natijasida hosil bo'ladi; 6) osilib turuvchi inyeksiyali to'siq pardali – suv o'tkazmaydigan qatlamgacha yetmagan to'siq parda; 7) ponurli – kam suv o'tkazadigan gorizontal to'shak, odatda ekran birga qo'llaniladi.

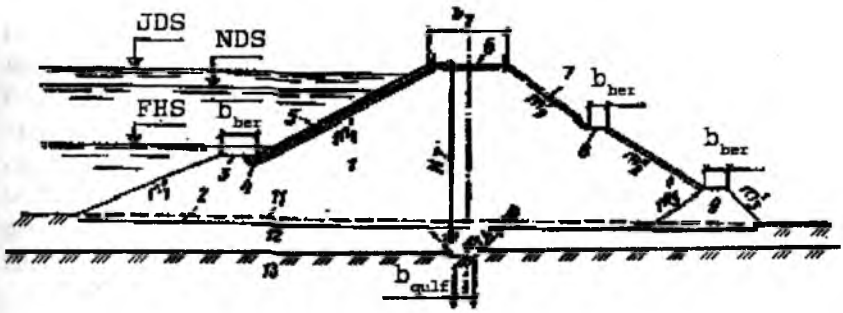


10.10-rasm. **Gruntli to'g'onlar zaminlaridagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar:**
a – tish; b – qulf; d – diafragma (shpuntli devor); e – birga qo'shilgan diafragma va tish; f – suv o'tkazmaydigan qatlamgacha yetkazilgan inyeksiyali to'siq parda; g – osilib turuvchi inyeksiyali to'siq parda; h – ponur ekran bilan.

Gruntni yotqizish usuli bo'yicha gruntli to'g'onlar quyidagilarga bo'linadi: 1) quruq holda to'kilgan gruntni qatlamlarga bo'lib mexanizmlar bilan zichlash; 2) pioner usuli bilan barpo etiladigan mexanizmlar bilan zichlanmagan gruntni suvga to'kish; 3) muzlagan ko'tarma to'g'onlar - muzlagan sochiluvchan gruntdan barpo etish yoki quruq holda to'kilgan grunt qatlamni suv bilan bostirish va uni mexanizmlar bilan zichlash.

10.2.2. To'g'onning ko'ndalang profili va uning konstruktiv elementlari

To'g'onni loyihalashda mustahkam va iqtisodiy jihatdan afzal profil tanlanadi. To'g'on profilining o'lchamlari to'g'on balandligiga, zamindagi gruntlarning tavsifiga, qurilish sharoitlari va ekspluatatsiya talablariga bog'liq. To'g'on ko'ndalang profili trapetsiya shakldagi zich gruntli ko'tarma ko'rinishida bo'ladi. To'g'on ko'ndalang kesimining xarakterli elementlari 10.11-rasmda ko'rsatilgan.



10.11-rasm. **Gruntli to'g'on ko'ndalang profili:**
1 – to'g'on tanasi; 2 – to'g'on tovoni; 3 – yuqori qiyalik bermasi; 4 – qoplama tayanchi; 5 – yuqori qiyalik qoplamasi; 6 – to'g'on tepasi; 7 – pastki qiyalik qoplamasi; 8 – pastki qiyalik bermasi; 9 – drenaj; 10 – qulf; 11 – gruntning tabiiy yuzasi; 12 – suv o'tkazuvchi grunt; 13 – suv o'tkazmaydigan qatlam.

To'g'on tepasi. Odatda to'g'on tepasidan transport qatnaydigan yo'l mo'ljallanadi, uning o'lchamlari me'yoriy hujjatlar talablariga amal qilingan holda belgilanadi. To'g'on tepasi kengligi yo'l toifasiga bog'liq. Har xil toifali avtomobil yo'llari ko'ndalang kesimlarining asosiy parametrlari 10.3-jadvalda keltirilgan.

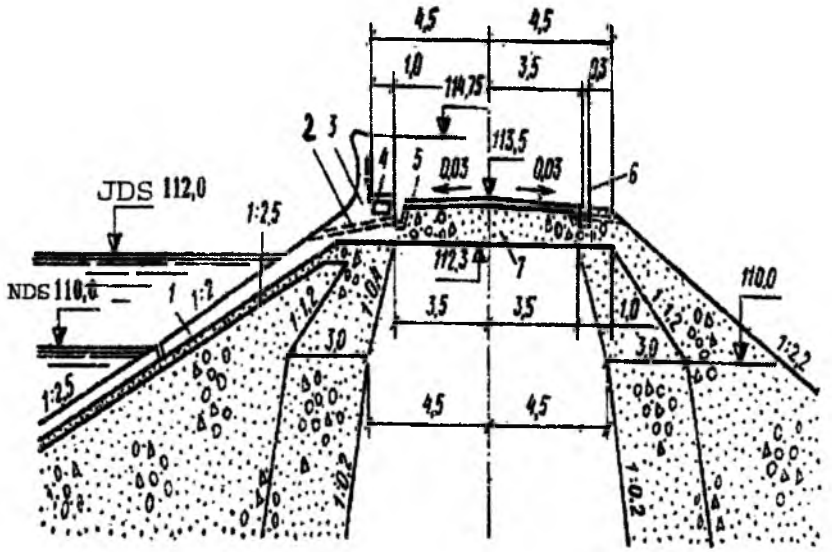
10.3-jadval

Avtomobil yo'llari ko'ndalang kesimlarining asosiy parametrlari

Yo'l toifasi	Kengligi, m		
	Transport qatnaydigan qism	Yo'l chetlari	Tuproq to'kilgan qism
I	15,0	3,75	27,5
II	7,5	3,75	15
III	7,0	2,5	12
IV	6,0	2,00	10
V	4,5	1,75	8

Agar to'g'on tepasidan yo'l mo'ljallanmasa, uning kengligini, balandligi past va o'rta to'g'onlarda 4,5 m dan va balandligi yuqori bo'lgan to'g'onlar uchun 6 m dan kam bo'lmagan qiymatlarda qabul

qilinadi. Transport qatnaydigan qism qoplamasi yo'l toifasiga muvofiq bajariladi. Uni qumli, graviyli va shebenli gruntli to'shama ustiga yotqiziladi. Agar to'g'on tepasi gilli gruntlardan tashkil topgan bo'lsa, uni muzlashdan yoki qurib qolishdan saqlash uchun zarralari bog'lanmagan grunt qatlami yotqiziladi. To'g'on tepasi himoya qatlami qoplamasi qalinligi shu hududdagi gruntning mavsumiy muzlash chuqurligidan kam bo'lmasligi kerak.



10.12-rasm. **To'g'on tepasi konstruksiyasi:**
1 – temir-beton plitali qoplama; 2 – yomg'ir, jala suvlarini tushuruvchi quvur; 3 – parapet; 4 – kabellarni yotqizish kanali; 5 – asfalt-beton qoplama; 6 – ustunlar; 7 – shag'al-qum aralashmali to'shama.

To'g'on tepasi transport qatnaydigan qismining to'g'ri chiziqli uchastkalariga ikki tomonga yo'nalgan nishablik beriladi, uning qiymati qoplama turiga bog'liq holda 1,5...4% ga teng qilib qabul qilinadi. Yo'l chetlari nishabliklari 1...3% ga ko'p bo'ladi. To'g'on tepasi chetlarida to'lqindan himoya qiluvchi parapet (yuqori bef tomonidan) yoki yo'l chetlariga har xil ko'rinishdagi to'suvchi qurilmalar (ustunlar, qoziqlar, devorlar va boshqalar) o'rnatiladi. To'g'on tepasi konstruksiyasi 10.12-rasmda keltirilgan.

To'g'on qiyaliklari. Dastlabki loyihalash bosqichlarida gruntli to'g'onlar qiyaliklari o'xshash bo'lgan inshootlar qurilish va ekspluatatsiyasiga asoslanib qabul qilinadi. Qabul qilingan qiyaliklar, qiyalikka ta'sir etuvchi kuchlarni hisobga olib ustuvorlikka tekshiriladi va zarur bo'lgan hollarda aniqlashtiriladi.

Zaminidagi grunt mustahkamligi to'g'on tanasidagi grunt mustahkamligidan kam bo'lmagan gil va qumli gruntlardan qurilgan gruntli to'g'onlar qiyaligining o'rtacha qiymatlari 10.4-jadvalda keltirilgan.

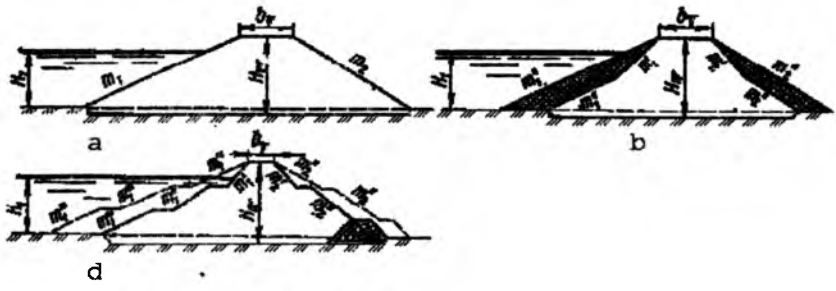
10.4-jadval

Gruntli ko'tarma to'g'onlar qiyaliklarining taxminiy qiymatlari

Qiyalik	To'g'on tanasi gruntlari	To'g'on balandligi, m		
		5 gacha	5 dan 10 gacha	10 dan 15 gacha
Yuqori	gilli	2,0	2,5	3
	qumli	2,5[x]; 2	3; 2,5[xx]	3[x]
Pastki:	gilli	1,5	1,75	1,75
drenajli	qumli	2	2	2
drenajsiz	gilli	1,75	2	2,25
	qumli	2	2,25	2,25

x – ekransiz yoki ekrani yupqa to'g'onlar uchun.
xx – to'g'oning oldi qismi sog' va qumoq gruntlardan iborat bo'lgan hol uchun.

To'g'on balandligi oshgan sari ularning qiyaliklari yotiqroq olinadi. Balandligi 10 m gacha bo'lgan to'g'onlar qiyaliklari qiymati o'zgarmas qabul qilinadi (10.13-rasm, a). Ko'tarma hajmini kamaytirish uchun qiyaliklar qiymatini o'zgaruvchan qabul qilish maqsadga muvofiqdir, ya'ni zamin yaqinida kattaroq va to'g'on tepasi yaqinida kichikroq. To'g'on balandligi bo'yicha har 10...15 m dan so'ng qiyaliklar o'zgarishi belgilanadi, o'zgarish yuqori qiyalik uchun 0,5 m va pastki qiyalik uchun 0,25 m qabul qilinadi. Qiyaliklar o'zgarishini bermasiz (10.13-rasm, b) yoki bermali (10.13-rasm, d) qilib bajarish mumkin.

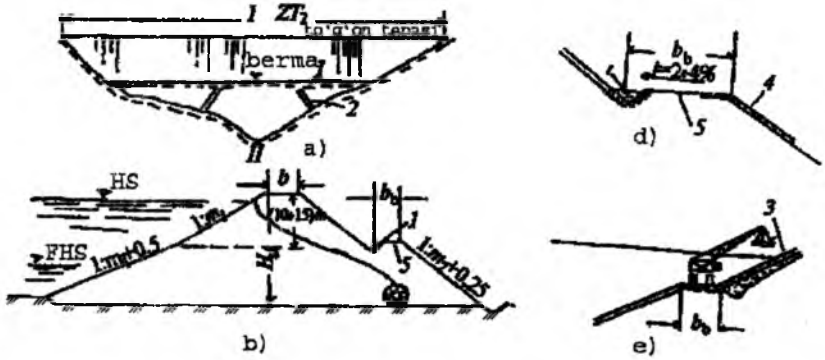


10.13-rasm. **To'g'on qiyaliklari.**
a – o'zgarmas; b – bermasiz o'zgaruvchan; d – bermali o'zgaruvchan.

To'g'onning yuqori qiyaligi balandligi bo'yicha doimo suv ostida bo'lganligi uchun uning qiyaligi pastki qiyalikka nisbatan yotiqroq bajariladi.

Bermalar to'g'on qoplamlarining holatini kuzatish va ularni ta'mirlash ishlarini bajarish hamda filtratsiya yo'lini uzaytirish uchun to'g'on zamini kengligini kengaytirish vazifasini bajaradi. Bermalar yuqori va pastki qiyaliklarda quriladi.

Yuqori qiyalikka bermalar qurilish sharoitlaridan kelib chiqqan holda o'rnatiladi. Bermalarda qiyalikka temir-betonli plitalarni joy-



10.14-rasm. **Bermalarni to'g'on qiyaliklarda joylashuvi:**
1 – kyuvet; 2 – suvni chiqarib tashlovchi nov; 3 – yuqori qiyalik qoplamasi; 4 – pastki qiyalik qoplamasi; 5 – berma.

lashtirish uchun kranlar o'rnatiladi va ular plitalarni qurilish joyiga yetkazishda avtomobillar uchun yo'l vazifasini bajaradi. Bermalarni qiyalik o'zgargan joylarga o'rnatiladi. Yuqori qiyaliklardagi bermalar qoplamalar uchun tirgak vazifasini bajaradi.

Pastki qiyalikni yomg'ir va qor suvlari yuvib ketmasligi uchun to'g'on balandligi bo'yicha har 10...15 m dan keyin kengligi 2...3 m, zarur bo'lgan hollarda kengligi 6 m gacha bermalar quriladi. Berma ichki tomoniga pastki qiyalikdan oqib kelayotgan suvlarni tashlab yuborish uchun kyuvetlar o'rnatiladi, ulardan suv novga chiqarib yuboriladi. Berma chetlari chim yoki beton bilan qoplanadi.

Yuqori qiyaliklarni mustahkamlash. Yuqori qiyalikka har xil turdagi kuchlar ta'sir qiladi, ularning asosiylaridan biri to'lqin ta'siri kuchlaridir. To'g'on yuqori qiyaligini buzilishidan saqlash uchun tosh, beton, temir-beton, asfalt-beton va biologik qoplamalari qo'llaniladi.

To'g'on qiyaliklari tosh bilan mustahkamlanganda avvalo qiyalik sirtiga teskari filtr o'rnatiladi, yoki 60...70% qismi shag'aldan iborat qum-shag'al aralashmasi solib tayyorlangan qiyalikka toshlar tashlanadi (10.15-rasm, a), yoki teriladi (10.15-rasm, b), yoki beton qutilar tosh bilan to'ldiriladi (10.15-rasm, d). Qiyaliklarni mustahkamlash uchun ishlatiladigan toshlar turi mustahkam, sovuqqa hamda suv ta'siriga chidamli bo'lishi kerak.

To'lqin ta'siriga ustuvor bo'lgan toshning og'irligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

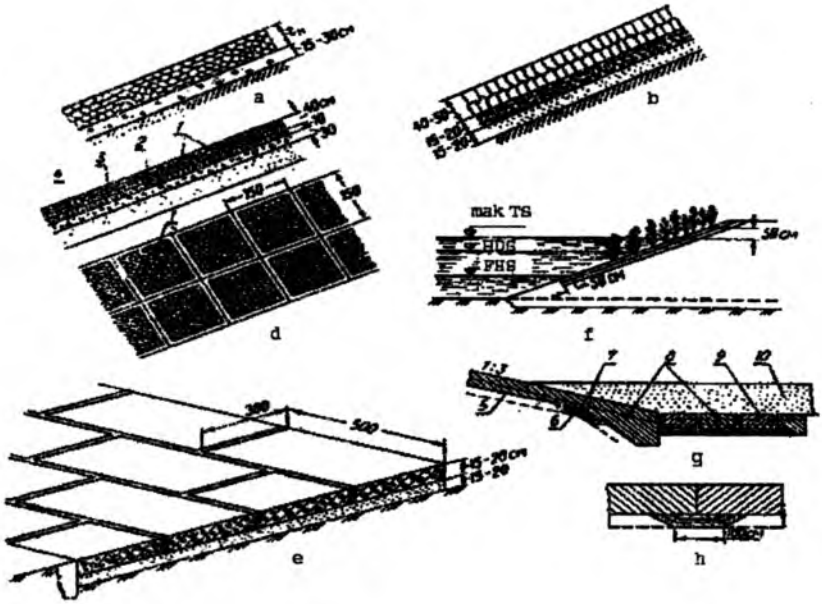
$$Q_T = \eta \cdot \mu \frac{\rho_T \cdot \rho_c h^2 \lambda}{(\rho_T - \rho_c)\sqrt{1+m^2}}, \qquad (10.9)$$

bunda: η – zaxira koeffitsiyenti, saralangan to'kilgan tosh uchun 1,5, tog' massasi uchun 2 ga teng; μ – raqamli koeffitsiyent, to'kilgan tosh uchun 0,025 ga teng; ρ_T va ρ_c – mos ravishda toshning va suvning hajm massasi.

To'kilgan tosh qalinligini $3D_{sh}$ miqdorida qabul qilinadi, bunda D_{sh} – sharga keltirilgan diametr, quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$D_{sh} = 0{,}9\sqrt[3]{Q_T}. \qquad (10.10)$$

Gruntli to'g'onlar yuqori qiyaliklarini terib yotqiziladigan tosh bilan mustahkamlash yo'l qoplamlari singari bajariladi. Ular bir



10.15-rasm. **Gruntli to'g'onlar yuqori qiyaliklarini mustahkamlash turlari:**
a – to'kilgan tosh; b – ikki qatlam terilgan tosh; d – tosh bilan to'ldirilgan beton qutilar; e – beton plitalar; f – biologik mustahkamlash; g – mustahkamlashning pastki oxirgi qismi; h – chok ostiga o'rnatilgan teskari filtr; 1 – to'kilgan tosh; 2 – saralangan shag'al; 3 – qum-shag'al aralashmasi; 4 – qum; 5 – plita; 6 – teskari filtr; 7 – drenaj tirqishi; 8 – armatura; 9 – temir-betonli to'shak; 10 – to'kilgan grunt.

qatlamli va ikki qatlamli bo'lishi mumkin. Tosh tomonlari 1:2 nisbatgacha bo'ladi, u uzunroq ponasimon shaklda bo'ladi.

To'lqin ta'siriga ustuvor bo'lgan terib yotqiziladigan tosh qatlamining qalinligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$\delta = 1{,}7h / \frac{\rho_c}{\rho_T - \rho_c} \frac{\sqrt{1+m^2}}{m(m+2)} \qquad (10.11)$$

Toshni terib joylashtirilganda uning sarfi kam bo'ladi, lekin to'g'on deformatsiyalansa terilgan toshning konstruksiyasi buzilib ketadi. Bundan tashqari tosh terilganida u tanlab joylashtiriladi va bu

ishni mexanizatsiyalashtirib bo'lmaydi. Past bosimli to'g'onlarda bunday konstruksiyadan foydalanish mumkin.

Beton va temir-beton bilan to'g'on qiyaligi yaxlit yoki tayyor plitalar bilan mustahkamlanadi. Plitalar qalinligi 8...10 dan 15...20 sm gacha, o'lchamlari 1, 5x1, 5 dan 5,0x5,0 m gacha qabul qilinadi (10.15-rasm, e). Ularni teskari filtr turidagi to'shak ustiga o'rnatiladi va plitalar bir-biri bilan sharnirli qilib birlashtiriladi. Qiyalikka plitalar o'rnatilgandan so'ng, ularni sement qorishmalari bilan birlashtirilib katta plitalar holiga keltirilishi mumkin. Plitalar o'rtasidagi choklar asfalt-beton yoki maxsus tayyorlangan rezinalar yordamida yaxlitlanadi. Agar plitalar o'rtasidagi choklar ochiq holda bo'lsa, choklar ostiga teskari filtr o'rnatiladi (10.15-rasm, h).

Beton va temir-beton plitalarning o'lchamlari hisoblar asosida qabul qilinadi. Beton plita qalinligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta = 0{,}07\eta h \frac{\rho_c}{\rho_{pl} - \rho_c} \sqrt[3]{\frac{\lambda}{B} \cdot \frac{\sqrt{m^2+1}}{m}}, \qquad (10.12)$$

bunda: B – plita o'lchami; η – koeffitsiyent, monolit plitalar uchun 1,0, yig'ma plitalar uchun – 1,1 qabul qilinadi; ρ_{pl} – plita massasining hajm og'irligi.

Temir-betonli plitalar o'lchami kran yuk ko'tarish qobiliyatini hisobga olgan holda belgilanadi.

Beton qutilarga tosh solib qiyalikni mustahkamlash konstruksiyasi beton qutilardan iborat bo'lib, ular shaxmat ko'rinishida joylashtiriladi. Bu konstruksiyaning bir qancha afzalliklari bor: 1) beton qutilarni zavod sharoitida tayyorlash, qutilarni tosh bilan to'ldirish hamda teskari filtrlarni qurish ishlarini mexanizatsiyalashtirish imkoniyatlari borligi tufayli qurilish ishlari arzonga tushadi; 2) qiyalik bitta quti atrofida tuziladi. Bu esa qimmatga tushadigan ta'mirlash ishlarini keskin qisqartirishga olib keladi.

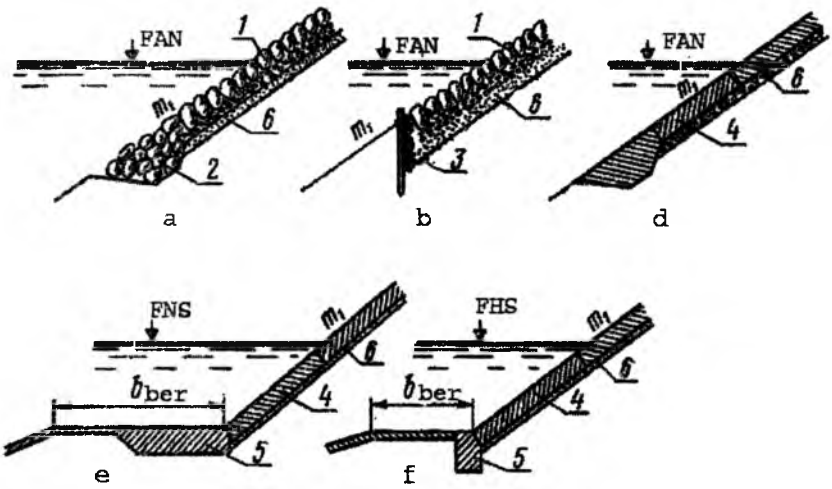
Yuqori qiyaliklarni mustahkamlashda ikkita chegara o'rnatiladi: 1) yuqori – hisobiy suv sathidan balandda; 2) pastki – suv omboridan suv chiqarilganda minimal suv sathi ostida. Yuqori qiyalik ikki tartibda: (asosiy) og'ir va yengil konstruksiyalar bilan mustahkamlanadi. Ekspluatatsiya qilish davrida yuqori qiyalikning suv to'lqini maksimal suv ta'siri ostida bo'lgan qismi asosiy konstruksiyalar bilan mustahkamlanadi. Asosiy konstruksiyalar bilan to'g'onning

tepasigacha mustahkamlanadi, agar to'g'onning tepasi bilan suvning hisobiy sath belgisi orasidagi masofa katta bo'lsa, to'lqinning balandligiga qadar asosiy konstruksiya bilan va qolgan qismi yengil konstruksiya bilan mustahkamlanadi.

Asosiy mustahkamlashning pastki chegrasi FHS dan hisoblangandan $a = 2h_{run,1\%}$ ga teng chuqurlikda pastda joylashtiriladi ($h_{run,1\%}$ – 1% li ehtimollikda to'lqin balandligi). Bunda mustahkamlashning pastki chegarasi suv ostidagi muz qirrasidan muz qatlamining yarmiga teng bo'lgan masofada bo'lishi kerak.

Mustahkamlash tirgaklari. Mustahkamlashning ustuvorligini oshirish uchun tirgaklar qo'llaniladi. Ularni mustahkamlanmagan qiyalikka o'tish joylarida va bermalarda o'rnatiladi (10.16-rasm). Ular qiyalikdagi qoplamani o'pirilib tushishiga qarshilik ko'rsatadi va uning pastki qismini yuvilishdan saqlaydi. Bermaning o'rnatilishi tirgaklarni o'rnatishni osonlashtiradi va ularni ishonchliroq qiladi.

Bermalarning FHS dan yuqori gorizontal uchastkalari to'g'onning qiyaliklari singari mustahkamlanadi. Betonli tirgaklar monolit

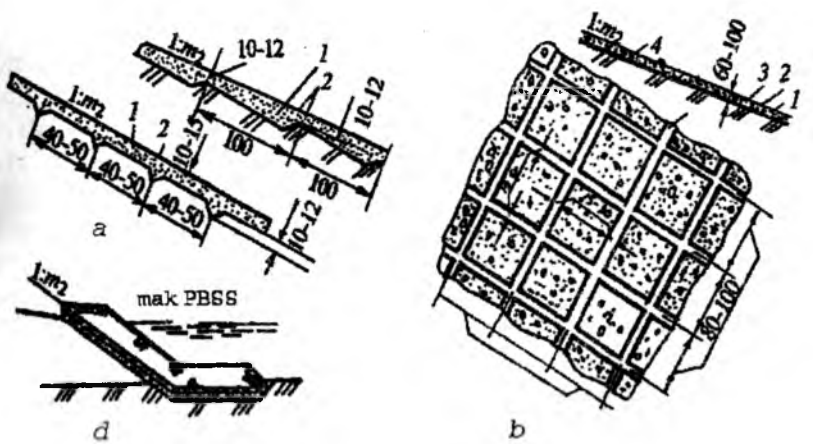


10.16-rasm. **Tirgak konstruksiyalari:**
a,b,d – qiyalikda; e,f – bermada; 1 – terilgan tosh; 2 – toshli tirgak; 3 – yog'ochli tirgak (devor); 4 – temir-betonli plita; 5 – betonli tirgak; 6 – qoplama ostidagi to'shama.

va yig'ma bajariladi, ularni armaturalash va montaj ishlari uchun sharoitlar yaratish ko'zda tutiladi.

Pastki qiyaliklarni mustahkamlash. Pastki qiyaliklar shamol, atmosfera yog'ingarchiliklari va boshqa ta'sirlar natijasida nuraydi. Bu ta'sirlar natijasida qoplama bilan himoyalanmagan qiyaliklar deformatsiyalanadi. Pastki qiyaliklarni mustahkamlashning eng oddiy va arzon usuli o't ekish va chim bostirishdir. Gilli va qumli gruntlarda o'tlarni tez o'sishini tezlashtirish uchun qiyalik yuzasiga 10...12 sm qalinlikdagi o'simlikli grunt qatlami to'kiladi. O'tloqli qoplamalar o'tlarning ildiz tizimi mustahkam o'rnashgandan so'ng, ya'ni bir yildan kam bo'lmagan muddatda o'zining himoya xossalarini namoyon qila boshlaydi. (10.17-rasm, a,b).

Qiyaliklarni o't ekib va chim bostirib mustahkamlashda o'tlar unib chiqishi uchun qulay sharoitlar bo'lganda qo'llaniladi. Iqlimi issiq va kuchli shamollar bo'lgan hududlarda qiyaliklar qalinligi 10–20 sm li graviy-galechnikli gruntlar to'kib himoyalanadi. Suv bilan yuviladigan pastki qiyalik uchastkalari yuqori qiyalik singari mustahkamlanadi. Pastki qiyalikka suvning o'zgarishi va to'lqin ta'sirlari chegarasida toshli yoki qiya drenaj o'rnatiladi (10.17-rasm, d).



10.17–rasm. **Gruntli to'g'onlar pastki qiyaliklarini mustahkamlash turlari:**
a – o't ekish; b-chim bostirish; d – toshli drenaj; 1 – o'simlik grunt qatlami; 2 – ekilgan o't; 3 – chim kletkalar; 4 – yog'och taxtalar.

10.2.3. Gruntli ko'tarma to'g'onlarning drenajlari

Gruntli ko'tarma to'g'onlarda drenajlar depressiyasi egri chizig'ini pasaytirish, filtratsiya oqimini qiyalikka chiqishiga yo'l qo'ymaslik va to'g'on tanasi orqali o'tadigan filtratsiya suvlarini pastki befga chiqarib yuborish uchun xizmat qiladi.

Yuqoridagi keltirilgan drenajlar bajaradigan ishlardan kelib chiqqan holda, drenajlari ikkita asosiy qismga bo'linadi: qabul qiluvchi va chiqarib yuboruvchi. Qabul qiluvchi qism bir necha qatlamdan tashkil topgan qum, shag'al yoki shebendan hamda g'ovakli betondan yoki sintetik tolali materialli teskari filtrdan iborat. U to'g'on tanasi hamda uning zaminidan keladigan filtratsiya oqimini qabul qiladi. Chiqarib yuboruvchi qism tirqishli quvurdan yoki tasmasimon yirik sheben va toshdan tashkil topadi. U filtrlangan suvni to'g'on chegarasidan chiqarib yuboradi.

Drenajlarni loyihalashda to'g'on tanasi va zamindagi gruntlarning tavsiflari, ularni suffoziya xossalari va drenaj zonasidagi filtratsiya sharoitlari hisobga olinadi. To'g'on tanasi va zaminini drenaj bilan birlashtirishda teskari filtr o'rnatiladi. Drenaj konstruksiyalari texnik-iqtisodiy variantlarni taqqoslash asosida qabul qilinadi.

Gidrotexnika inshootlari amaliyotida juda ko'p drenaj konstruksiyalari qo'llaniladi. Quyida ularning asosiylarini keltiramiz.

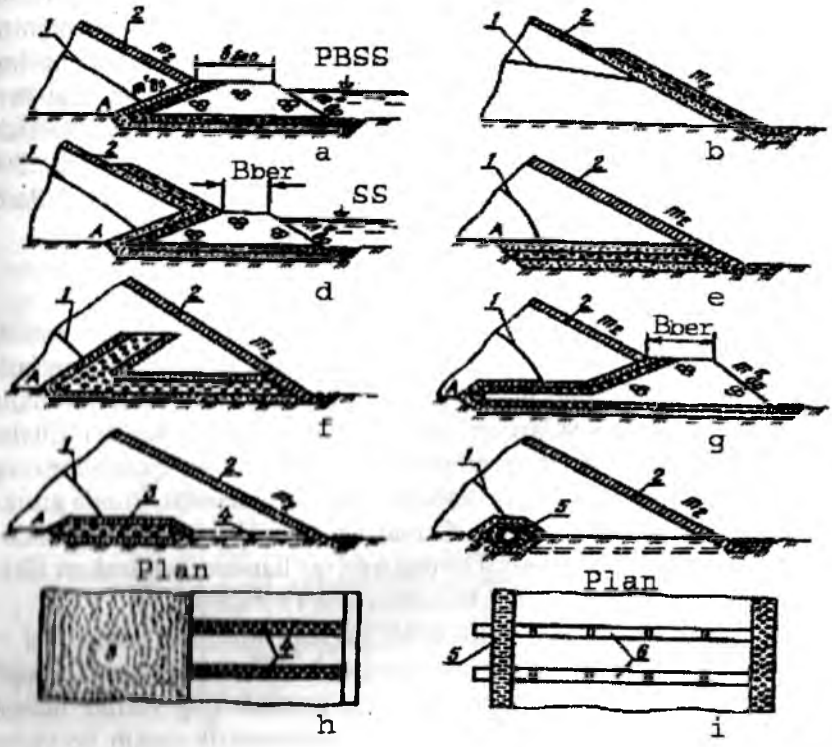
Prizmali drenaj. Qurilish hududida toshlar yetarli bo'lganda to'g'onning o'zanli uchastkasida prizma shaklida drenaj quriladi (10.18-rasm, a). Drenajlar tosh to'kmalar ko'rinishida bo'ladi va ular pastki qiyalik uchun tayanch vazifasini ham bajaradi. Drenaj usti sath belgisi, pastki befdagi suv sathi va to'lqin balandligini hisobga olgan holda 0,5 m zaxira bilan ta'minlanadi. Drenaj pastki befda suvning o'zgaruvchan sathida ishlaydi. Drenaj tepasining kengligi ishni bajarish sharoitlarini hisobga olib 1 m dan katta qilib tashlanadi ichki qiyaligi $m_{dr} = 1...1,5$ va tashqi qiyaligi $m_{dr} = 1,5...2,0$ qabul qilinadi.

Qatlamli drenaj pastki qiyalikka teskari filtr qatlamlarining yotqizilishi ko'rinishida bo'ladi (10.18-rasm, b). U drenaj sifatida ishlamaydi va depressiya egri chizig'ini pasaytirmaydi. Qatlamli drenaj pastki qiyalikni filtratsiya deformatsiyalaridan himoya qiladi.

Qurama drenaj – prizmali drenaj bilan qatlamli drenaj birikmasidir (10.18-rasm, d). Pastki befda prizmali drenaj bermasidan suv sathi qisqa muddatli yuqoriga ko'tarilganda qo'llaniladi.

Gorizontal yassi drenaj teskari filtr qatlamlaridan tashkil topgan to'shamadan iborat (10.18-rasm, e), u to'g'on tanasi va zaminni drenajlashga imkon yaratadi. Pastki befda suv bo'lmagan hollarda qo'llaniladi yoki suv sathidan yuqorida joylashtiriladi.

Qiya-gorizontal drenaj (10.18-rasm, f) pastki befda suv kelishi ehtimoli bo'lganda qo'llaniladi.



10.18-rasm. **Gruntli to'g'onlar drenajlarining asosiy turlari:** a – prizmali drenaj; b – qatlamli drenaj; d – qurama drenaj; e – gorizontal yassi drenaj; f – qiya-gorizontal drenaj; g – qurama drenaj; h – tasmasimon drenaj; i – quvurli drenaj; 1 – depressiya egri chizig'i; 2 – pastki qiyalik qoplamasi; 3 – tasmasimon drenajning qabul qiluvchi qismi; 4 – tasmasimon drenajning chiqarib yuboruvchi qismi; 5 – quvurli drenajning qabul qiluvchi qismi; 6 – drenajning chiqarib yuboruvchi qismi.

Qurama drenaj – gorizontal va prizmali drenaj birikmasidir (10.18-rasm, g), depressiya egri chizig'ini pasaytirish va zaminni drenajlash uchun qo'llaniladi. Uni pastki befda qisqa muddatli suv ko'tarilishda ham ishlatiladi.

Tasmasimon drenaj gorizontal drenajning bir ko'rinishidir (10.18-rasm, h). Bunda keng to'shama ensiz tasma bilan almashtiriladi va u qabul qiluvchi qism vazifasini bajaradi. Bu turdagi drenajlar tasmaga tushuvchi filtratsiya suvlarini chiqarib yuborish uchun mo'ljallanadi.

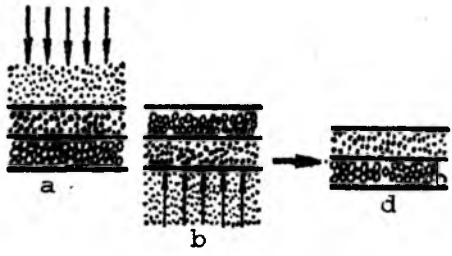
Quvurli drenaj pastki befda suv bo'lmagan hollarda qo'llaniladi yoki suv sathidan yuqorida o'rnatiladi (10.18-rasm, i). Drenajning qabul qiluvchi qismi g'alvirak asbestotsement, plastmassa yoki boshqa materialli quvurlardan iborat. Quvurning diametri quvurdagi suvning bosimsiz harakati sharti asosida hisoblar bo'yicha belgilanadi. Quvurning eng kichik diametri 0,2 m qabul qilinadi va har 50...200 m dan keyin drenaj yo'nalishi bo'yicha nazorat quduqlari o'rnatiladi.

10.2.4. Drenajlarning teskari filtrlari

Filtratsiya oqimi drenaj zonasiga yaqinlashishida bosim gradiyentlari oshadi va bu o'z navbatida to'g'on tanasi va zamin gruntlarida filtratsiya deformatsiyalarining yuz berishiga olib keladi. Drenajni bunday deformatsiyalardan himoya qilish uchun teskari filtrlar o'rnatiladi. Filtr himoya qilayotgan gruntlar filtr qatlamlarining ma'lum bo'lgan y_{gr}, y_m, φ, n tavsiflari asosida tanlanadi. Bunda gruntlarning donadorlik tarkibini ifodolovchi egri chiziqlar ko'rsatkichlaridan ham foydalaniladi. Drenajlarda qo'llaniladigan teskari filtrlar quyidagi asosiy turlarga bo'linadi (10.19-rasm).

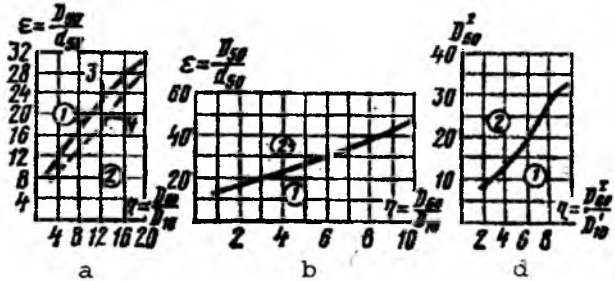
Filtrlarni tanlashda ikkita holat bo'lishi mumkin: birinchisi – karerdagi grunt parametrlari ma'lum va tarkibning donadorlik egri chiziqlari berilgan; hisob bo'yicha bu gruntlarning filtrlar uchun ishlatilishi aniqlanadi; ikkinchisi – granulometrik tarkib bo'yicha ma'lumotlar yo'q, ularning egri chiziqlari filtratsiya deformatsiyalari bo'lmagan holat uchun aniqlanadi.

Teskari filtrlarni tanlash usullari. Teskari filtr qatlamlariga qo'yiladigan asosiy talablar – yetarli darajada suv o'tkazuvchanlik, grunt zarralarining bir qatlamdan ikkinchisiga o'tib ketmasligi va kolmatatsiya bo'lmasligi. Teskari filtlarni V.S. Istomina ishlab chiqqan grafiklar bo'yicha tanlash mumkin (10.20-rasm).



10.19-rasm. **Teskari filtr turlari:**
a – filtratsiya oqimi yuqoridan pastga yo'nalgan, grunt zarralari o'zining og'irligi yo'nalishiga to'g'ri keladi; b – filtratsiya oqimi pastdan yuqoriga yo'nalgan, grunt zarrachalari xususiy og'irligiga teskari; d – filtratsiya oqimi yo'nalishi teskari filtr qatlamlariga parallel.

Ularni qurish grafik maydonini ikkita oblastga bo'lish prinsipiga asoslangan –yo'l qo'yiladigan (egri chiziq pastida) va yo'l qo'yilmaydigan (egri chiziq yuqorisida). Grafik bo'yicha grunt tavsiflari qo'yiladi; agar ular yo'l qo'yiladigan qiymatlar oblastida kesishsa, filtr uchun gruntni ishlatish mumkin.



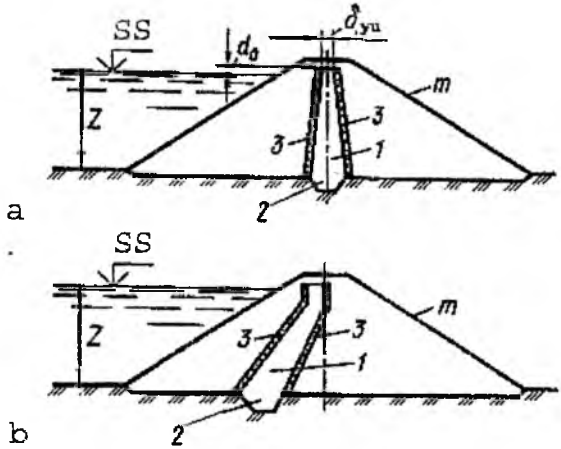
10.20-rasm. **Gruntli to'g'onlar drenajlari uchun teskari filtrlar qatlamlarini tanlash grafiklari:**
a – pastga yo'nalgan filtratsiya oqimi uchun; b – yuqoriga yo'nalgan filtratsiya oqimi uchun; d – zarrachalari bog'langan gruntlar bilan tutashgan joyda qatlamlarga ajralgan hol uchun; 2,1 – mos ravishda yo'l qo'yiladigan va yo'l qo'yilmaydigan tavsiflar oblasti; 3,4 – mos ravishda zarralari silliq va qirrali gruntlar uchun egri chiziqlar.

10.2.5. Gruntli ko'tarma to'g'onlar tanasidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar

Filtratsiyaga qarshi qurilmalar gruntli yoki gruntli bo'lmagan materialdan quriladi. Ularning vazifasi to'g'on tanasi va zamini orqali o'tadigan suvni filtratsiyaga yo'qolishlarini kamaytirish, gidravlik gradiyentlarni pasaytirish hamda pastki qiyalik ustuvorligini oshirishdir. To'g'on tanasidagi asosiy filtratsiyaga qarshi qurilmalarga yadrolar, diafragmalar kiradi. Ularni qurish uchun og'ir sog' tuproqlar, gillar, gilli betonlar, beton va temir-beton, polietilen plyonkalar qo'llaniladi.

Filtratsiyaga qarshi qurilmalar asosan gruntli to'g'on turiga, to'g'on tanasi va zamindagi gruntlar tavsifiga, qurilish joyida kam filtratsiya koeffitsiyentiga ega bo'lgan gruntlar borligiga, to'g'on balandligiga, suv o'tkazuvchi qatlam qiymatiga va ishni bajarish sharoitiga ko'ra tanlanadi.

Gruntli yadrolar gil yoki og'ir sog' tuproqdan barpo etiladi. Yadro ko'ndalang kesimi o'qi odatda vertikal loyihalanadi va to'g'on ko'ndalang kesimi o'qiga to'g'ri keladi (10.21-rasm, a). Yadro o'qi to'g'on o'qiga nisbatan yuqori bef tomonga siljigan bo'lishi mumkin va u qiya holatda bo'ladi (10.21-rasm, b). Yadro ko'ndalang kesimi trapetsiya shaklida bo'lib tubiga qarab kengayib boradi. Yadro qiya qilib bajarilganda filtratsiya kuchi kamayadi va quruq grunt hajmini



10.21-rasm.
Vertikal (a) va qiya (b) yadroli to'g'on.
1 – yadro; 2 – tish; 3 – o'tish zonalari.

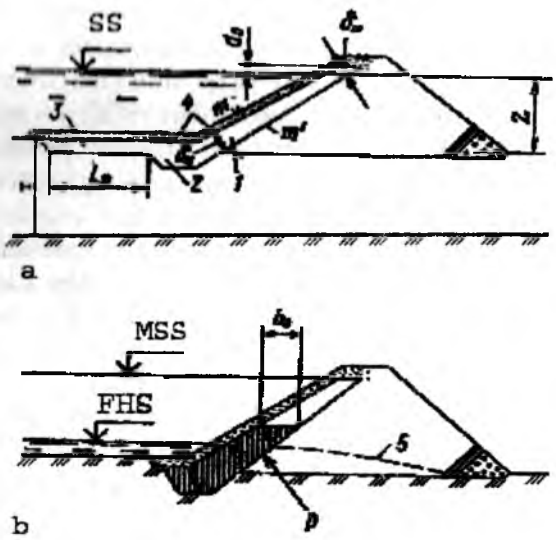
oshishi hisobiga pastki qiyalik ustuvorligini oshirish mumkin. Yadro usti qalinligi ishlarini bajarish sharoitidan kelib chiqqan holda 0,8 m dan kichik olinmaydi, pastki qismi esa yadrodan keyin dipressiya egri chizig'i sathi bo'yicha quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta_n = \frac{\Delta H}{J_{y.q.}}, \qquad (10.13)$$

bunda: ΔH – yadrodan oldin va undan keyin suv sathlari farqi; J_{yq} – yo'l qo'yiladigan gradiyent.

Yadro usti JDS dan yuqori qilib joylashtiriladi va o'z navbatida uning yuqorisidan to'g'on tepasigacha bo'lgan masofa muzlash chuqurligidan kichik bo'lmasligini hisobga olish kerak. Yadro va to'g'on tanasi o'rtasiga yuqori va pastki tomonlardan o'tish zonalari o'rnatiladi, har bir qatlam qalinligi ish sharoitlarini hisobga olgan holda qabul qilinadi. O'tish zonalari ko'p qatlamli bo'lganda teskari filtr vazifasini bajaradi. Filtr qalinligining har biri hisob bo'yicha aniqlanadi. Baland va o'rta bosimli to'g'onlarda o'tish zonalari qalinligi 3...4 m ga yetadi, past bosimli to'g'onlarda esa 0,6 m ni tashkil etadi.

Gruntli ekran va ponurlar (10.22-rasm) kam suv o'tkazadigan gruntlardan bajariladi (odatda sog' tuproqlar, gillar yoki gilli betonlar). Gruntli ekran yuqori bef qiyaligi tomonidan joylashtiriladi.



10.22-rasm.
To'g'on ekran va ponur bilan (a) va ponursiz (b).
1 – ekran; 2 – tish; 3 – ponur; 4 – himoya qatlami; 5 – depressiya egri chizig'i; b – ponursiz ekranli to'g'on; b_0 – ekrandagi gruntni zichlaydigan kotok kengligi; P – NDS dan FHS gacha pasayganda qarshi bosim.

Ekran to‘g‘on tanasiga joylashtirilganda ekran sirtidagi himoya qatlamni siljishga ustuvorligini hamda ekran bilan birga himoya qatlamni to‘g‘on tanasi bo‘yicha ustuvorligi ta’minlanishi kerak. Ekran yuqorisi qalinligi 0,8 m dan katta va tovonining qalinligi (10.13) formula bo‘yicha aniqlanadi.

Ekran yuqorisi sath belgisi to‘lqinning shamol ta’sirida haydalish va qiyalikka urilishini hisobga olgan holda JDS dan yuqori qilib belgilanadi. Ekran ustiga muzlash chuqurligidan kam bo‘lmagan zarralari bog‘lanmagan grunt qatlami yotqiziladi.

Asfalt-beton ekranlar gidrotexnik asfalt-betondan yoki polimer asfalt-betondan bajariladi. Ular bir vaqtning o‘zida yuqori qiyalik qoplamasi vazifasini ham bajaradi. Bir qatlamli va ikki qatlamli ekranlar konstruksiyasi qiyaliklarini mustahkamlash konstruksiyalariga o‘xshash (10.15-rasmga qarang). Uch qatlamli ekranlar ancha yuqori bosimlar va yuqori befdagi suv sathi o‘zgarishi katta bo‘lganda qo‘llaniladi.

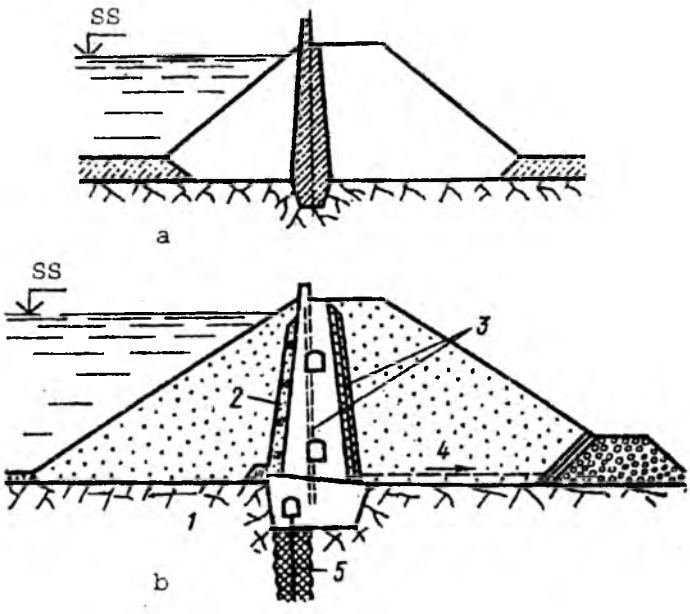
Ekranlar tekislangan qiyaliklarga asfalt yotqizgich yordamida 2,0...2,5 m kenglikda yotqiziladi va vibrokatoklar bilan 110...140° C issiq holda zichlanadi. Mexanizmlar qiyalik bo‘yicha to‘g‘on ustida o‘rnatilgan chig‘irlar yordamida siljitiladi. Ekranlarda deformatsiya choklari o‘rnatilmaydi.

Plyonkali ekranlar (polietilenli) plyonka matosini payvandlash, yelimlash yo‘li bilan bajariladi. Bunday ekranlar qalinligi 0,3...0,5 m li qumli to‘shama ustiga yotqiziladi va qalinligi 0,5 m dan kam bo‘lmagan qumli himoya qatlami bilan qoplanadi. Yotqiziladigan va qoplanadigan grunt fraksiyalari yirikligi 6 mm dan kichik bo‘lmasligi kerak. Kemiruvchilar va o‘simliklar plyonkaga ziyon keltirmasligi uchun to‘shamaga va himoya qatlamiga ishlatiladigan gruntlarga maxsus ishlov beriladi. To‘g‘on tanasi cho‘kishi natijasida plyonkani uzilishiga yo‘l qo‘ymaslik uchun kompensatorlar mo‘ljallanadi.

Betonli diafragmalar V20 sinfdan kam bo‘lmagan betondan bajariladi. Ba’zan ularning ko‘ndalang kesim o‘qi qiyalikning yuqori chetidan o‘tuvchi vertikal qilib joylashtiriladi (10.23-rasm). Bu diafragmalar yuqori qismi qalinligi 0,5...0,7 m belgilanadi: yon qirralari vertikal o‘qqa biroz qiya qilib (20...1)...(10...1) nishablikda bajariladi. Diafragmalarda harorat – cho‘kish deformatsiyalari ehtimoli bo‘lishini hisobga olib ularni bo‘ylama va ko‘ndalang choklarga ajratiladi.

Diafragma ko'p suv o'tkazmasligi uchun uning oldi tomoni idroizolatsiya bilan qoplanadi. Diafragma orqali sizib o'tgan suvlarni tutib qolish uchun uning pastki tomoniga ba'zan yirik zarrali naterialdan bajarilgan vertikal drenaj qatlami joylatiriladi. Balandligi atta bo'lgan to'g'on betonli diafragmalari qo'shimcha vertikal qurli drenaj bilan ta'minlanadi, shu bilan birga diafragma tanasida orizontal nazorat galereyalari o'rnatiladi.

Asfalt beton diafragmalar vertikal yoki qiya devor ko'rinishida o'ladi. Diafragmalar quyma, plastik yoki zichlanadigan mayda zarrali idrotexnik asfalt betondan bajariladi. Ba'zida quyma asfalt betonga osh (uning hajmidan 30...40 %, shu bilan birga tosh o'lchami iafragma qalinligining uchdan biridan katta bo'lmasligi kerak) ralashtiriladi. Asfalt beton diafragmalar qalinligi (0,02...0,03) H ga



10.23-rasm. **Betonli diafragma:**
a – diafragma sxemasi; b – diafragma konstruksiyasi sxemasi;
1 – qoya; 2 – gil; 3 – drenaj; 4 – suv chiqaruvchi tarmoq;
5 – inyeksiyali to'siq parda.

teng qilib olinadi (bunda H - to‘g‘onga ta’sir qiluvchi bosim), ammo 04...0,6 m dan kam bo‘lmasligi kerak. Diafragmaning yuqori va pastki tomonlaridan har birining qalinligi 0,5 m dan katta bo‘lmagan bir yoki bir nechta qumli yoki graviyli gruntli o‘tuvchi qatlamlar o‘rnatiladi. Qatlamlar soni to‘g‘on tayanch prizmalardagi gruntning fraksion tarkibiga bog‘liq.

Metall diafragmalar listli po‘latni payvandlashdan hosil bo‘lgan metall shpuntlar ko‘rinishida yoki to‘siqlar ko‘rinishida bajariladi. Bunday diafragmalarda metallni korroziyadan himoyalash uchun gidroizolatsiya bilan qoplanadi. Shpuntli diafragmalar alohida qoziqlari bir-biri bilan tushadigan joylarida zichlagichlar o‘rnatilishi kerak.

Ko‘rib chiqilgan u yoki bu turdagi filtratsiyaga qarshi qurilmalarni ushbu muayyan hol uchun yuqorida keltirilganlarni hisobga olib hamda to‘g‘on tanasi variantlarini texnik - iqtisodiy taqqoslash asosida qabul qilinadi.

Nazorat savollari

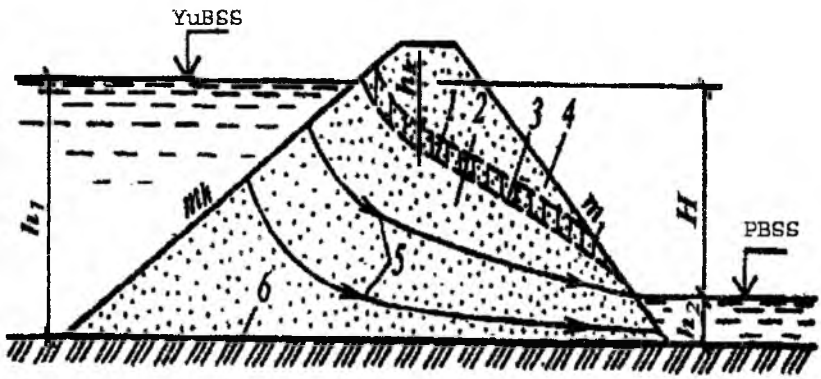
1. Gruntli ko‘tarma to‘g‘onlar tasnifini keltiring.
2. Ko‘nadalang kesimi konstruksiyasi bo‘yicha gruntli ko‘tarma to‘g‘onlarning qanday turlarini bilasiz?
3. Gruntli to‘g‘onlar zaminlaridagi filtratsiyaga qarshi qurilmalarni izohlab bering.
4. Gruntli to‘g‘onlar gruntni yotqizish usuli bo‘yicha qanday turlarga bo‘linadi?
5. Gruntli to‘g‘on ko‘ndalang profili o‘lchamlari nimalarga bog‘liq.
6. To‘g‘on tepasi konstruksiyasini tushuntiring.
7. To‘g‘on qiyaliklari qiymatlari qanday aniqlanadi?
8. Bermalar nima vazifani bajaradi?
9. To‘g‘on yuqori qiyaligini mustahkamlashdan maqsad nima?
10. Gruntli to‘g‘onlar yuqori qiyaliklarini mustahkamlashning qanday turlari mavjud?
11. To‘g‘on pastki qiyaliklari qanday mustahkamlanadi?
12. To‘g‘onlarning drenaj qurilmalarini vazifasi nimadan iborat?
13. Gidrotexnika inshootlari amaliyotida qanday drenaj konstruksiyalari qo‘llaniladi?
14. Drenajlarning teskari filtrlari haqida ma’lumot bering.
15. Gruntli ko‘tarma to‘g‘onlardagi filtratsiyaga qarshi qurilmalarni qanday turlari bor?

10.3. Gruntli to‘g‘onlar filtratsiya va ustuvorlik hisoblari

10.3.1. Gruntli to‘g‘onlarda barqaror filtratsiya hisoblarining asoslari

To‘g‘on oldida dimlangan suv bosimi ta’sirida to‘g‘on tanasi va zaminlari (agar zamin suv o‘tkazadigan bo‘lsa) orqali yuqori befdan pastki bef tomon suv sizib o‘tadi (10.24-rasm). Filtratsiya oqimi bosimsiz harakat qiladigan bo‘lsa, bu oqimning ust tomoni erkin yuza bilan chegaralanadi va bu erkin yuzaning barcha nuqtalardagi bosim atmosfera bosimiga teng bo‘ladi.

Filtratsiya oqimining erkin yuzasi *depressiya yuzasi* deyiladi va vertikal tekislik bilan kesishish natijasida hosil bo‘ladigan chiziq *depressiya egri chizig‘i* deyiladi. Depressiya yuzasidan pastda joylashgan grunt suvga to‘yinadi va muallaq holatda bo‘ladi, buning oqibatida to‘g‘on qiyaliklari ustuvorligi kamayadi. Depressiya chizig‘idan yuqorida suvning kapillar ko‘tarilish zonasi mavjud. Depressiya egri chizig‘idan grunt kapillarlari orqali suvning ko‘tarilish balandligi



10.24-rasm. **Suv o‘tkazmaydigan zamindagi to‘g‘on tanasi orqali o‘tuvchi filtratsiya oqimining sxemasi:**

1 – dipressiya egri chizig‘i; 2 – gruntning to‘liq suvga to‘yingan zonasi; 3 – kapillar ko‘tarilish hisobiga gruntning qisman suvga to‘yingan zonasi; 4 – gruntning quruq zonasi; 5 – tok chiziqlari; 6 – suv o‘tkazmaydigan qatlam h_k – kapiliar ko‘tarilish balandligi.

grunt zarralarining katta-kichikligiga bog'liq. Qumli gruntlarda 0,1—0,4 m, gilli gruntlarda 0,5—3,0 m va undan yuqori bo'lishi mumkin. Kapillar zonadan yuqorida yotgan grunt tabiiy namlikka ega bo'ladi.

Agar kapillar ko'tarilish balandligi katta bo'lsa, to'g'on pastki qiyaligi muzlash zonasida gruntning namlanib ketishiga yo'l qo'ymaslik uchun depressiya egri chizig'i pasaytirish kerak.

Yuqorida suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli, drenajsiz to'g'onning filtratsiya sxemasi ko'rib chiqildi. Har bir muayyan holat uchun filtratsiya oqimining tavsifi hisobga olinishi kerak. Filtratsiya oqimining tavsifi to'g'on turiga, drenaj qurilmalari sxemalariga, relyef va to'g'on joylashgan yerdagi zaminning va qirg'oqlarning geologik tuzilishiga bog'liq.

Filtratsiya hisoblarining vazifalari va maqsadlari. QMQ ga ko'ra filtratsiya hisoblari bo'yicha to'g'on tanasi, uning zamini va qirg'oqlarining filtratsion mustahkamligi; to'g'on va qirg'oqlar qiyaliklarining ustuvorligi to'g'on o'lchamlari va konstruksiyalarining ratsional va tejamkor shakllarini aniqlash uchun bajariladi.

Hisoblarni bajarish mobaynida depressiya egri chizig'i holati, to'g'on tanasi va zamini orqali o'tuvchi filtratsiya sarfi, to'g'on tanasi zaminida, drenajga, pastki befga, har xil tavsifli gruntlarning tutashgan joylarida va filtratsiyaga qarshi qurilmalarning chegaralarida tezliklar va filtratsiya oqimining bosim gradiyentlari aniqlanadi.

Hisoblardagi yo'l qo'yarliklar va hisobiy sxemalar. Gruntli to'g'onlar filtratsiya hisoblarini bajarishda quyidagi yo'l qo'yarliklar qabul qilinadi: 1) filtratsiya bitta tekislikda bajariladi; 2) tezlikni tashkil etuvchilar shu tekislikka perpendikular, ularni nolga teng qilib olinadi; 3) to'g'on tanasi grunti bir jinsli —izotropli deb hisoblanadi; 4) suv o'tkazmaydigan qatlam nazariy jihatdan suv o'tkazmaydigan deb hisoblanadi; 5) bir jinsli to'g'onlarda depressiya egri chizig'i holati grunt sifatiga bog'liq bo'lmaydi, u to'g'on profilining geometrik o'lchamlari bo'yicha aniqlanadi.

Hisobiy sxemalar. Loyihaviy to'g'on profilini hisobiy sxemaga keltiriladi, undagi detallar olib boshlanadi va suv o'tkazmaydigan ponur, ekran ustiga yotqizilgan yirik g'ovakli to'kilgan gruntdagi bosim yo'qolishi hisobga olinmaydi.

To'g'onning asosiy filtratsiya hisoblari eng katta hisobiy bosim uchun olib boriladi. Odatda u yuqori befdagi NDS va pastki befda suv sathi minimal bo'lganda paydo bo'ladi va bu sathlar hisobiy

hisoblanadi. Soy va qurigan kichik daryolarda qurilgan to'g'onlarda, agar gidrouzel tarkibida suv chiqarish bo'lmasa, filtratsiya hisoblari pastki befda suv bo'lmagan holat uchun olib boriladi. Filtratsiya hisobiy sxemasini tuzishda zamindagi grunt tavsifini ham hisobga olish kerak. Shundan kelib chiqqan holda ikkita asosiy sxema qabul qilinadi – suv o'tkazmaydigan zamindagi to'g'onlar va suv o'tkazadigan zamindagi to'g'onlar. Bu ikkita asosiy sxemalar uchun filtratsiya hisobiy formulalari tuzilgan. Shuni qayd qilishimiz kerakki, filtratsiya nazariyasi zaminidagi suv o'tkazmaydigan to'g'onlar uchun batafsilroq ishlab chiqilgan.

Filtratsiya hisoblarining uslublari. Filtratsiya hisoblari gidromexanik, eksperimental va gidravlik uslublarda bajariladi.

Gidromexanik uslublar berilgan chegaraviy shartlar uchun Laplas tenglamasini yechishga asoslangan bo'lib, filtratsiya oblastining istalgan nuqtasida filtratsiya oqimi parametrlarini aniqlashga imkon beradi. Ammo, gidromexanik uslublar bo'yicha hisoblash ancha murakkab bo'lganligi sababli amalda keng qo'llanilmaydi.

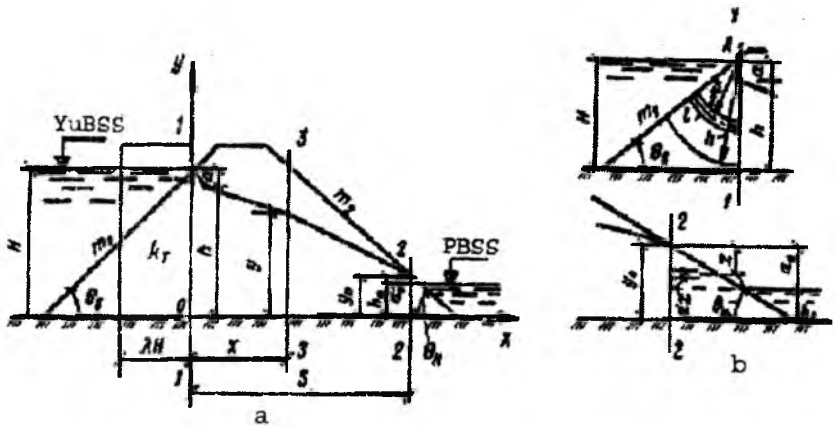
Eksperimental uslublar – EGDO' uslubi keng qo'llaniladi. Ushbu uslub zaminlar murakab geologik tuzilishga ega bo'lsa yoki to'g'on konstruksiyasi murakkab bo'lganda, shuningdek, to'g'on tanasi va zamindagi filtratsiyani ikki o'lchamli deb emas, fazoviy masalani yechish deb qaralganda qo'llaniladi.

Gruntli to'g'onlarda ikki o'lchamli barqaror filtratsiyani ko'rib chiqishda gidravlik uslublar bo'yicha hisoblash keng qo'llaniladi. Gidravlik yechimlar depressiya egri chizig'i holatini aniqlashga, filtratsiya sarfini va filtratsiya oqimining o'rtacha gradiyentlarini va tezliklarini hisoblashga imkon beradi.

N.N. Pavlovskiy tomonidan ishlab chiqilgan filtratsiya hisobini umumiy gidravlik uslubiga asosan, qaralayotgan to'g'on profili bir nechta fragmentlarga ajratiladi va u yoki bu yo'l qo'yarliklar bilan ularning har biri uchun filtratsiya sarfining tenglamasi tuziladi. So'ngra filtratsiya oqimi parametrlari (filtratsiya sarfi, depressiya egri chizig'i koordinatalari, deperessiya egri chizig'ini pastki qiyalikka chiqish ordinatasi) ni aniqlash uchun bir nechta noma'lumli tenglama sistemasi yechiladi. N.N. Pavlovskiydan tashqari, gidravlik uslublarda hisoblarni ishlab chiqishda B.Z. Zamarin, A.A. Ugunchis, P.A. Shankin, V.M. Shestakov, A.M. Mxitaryan va boshqalar shug'ullanganlar.

10.3.2. Suv o'tkazmaydigan zamindagi to'g'oniar filtratsiya hisobi

Bir jinsli to'g'on. N.N. Pavlovskiy uslubiga muvofiq to'g'on ko'ndalang profilini uchta xarakterli uchastkaga bo'linadi (10.25-rasm, a) yuqori qism, yuqori qiyalik va yuqori bef chizig'idan o'tkazilgan vertikal bilan chegaralangan; o'rta qism, 1-1 va 2-2 vertikal kesimlar oralig'i va pastki qism, 2-2 va pastki qiyalik bilan chegaralangan.



10.25-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli to'g'on filtratsiya hisobi sxemasi.**

Yuqori qismdagi filtratsiya tenglamasini A nuqtadan boshlab chiziladigan aylana yoylari bilan filtratsiya oqimi jilg'asi traektoriyasi mos kelishi haqidagi P.A. Shankin yo'l qo'yarligini inobatga olib hosil qilish mumkin (10.25-rasm, b). P.A. Shankin to'g'on uzunligi birligiga to'g'ri keladigan filtratsiya sarfini taqriban quyidagicha, ya'ni $h/2$ radiusli jilg'a uchun filtratsiyaning o'rtacha $v_{o'r}$ tezligini kesimning h balandligiga ko'paytmasi sifatida aniqlashni taklif qilgan:

$$q = \vartheta_{o'r} h = K_T J_{o'r} h = \frac{K_T (H-h)h}{\frac{\pi(90^\circ - \theta_v)}{180^\circ}\frac{h}{2}} \approx \frac{115^\circ K_T (H-h)}{90^\circ - \theta_v} \quad . \quad (10.14)$$

O'rta qismda filtratsiya tezligi nishablik dy/dx o'zgarishi bilan o'zgaradi (koordinata o'qlari yo'nalishi 10.25-rasm, a da ko'rsatilgan).

Dyupyui formulasiga muvofiq qandaydir 3-3 kesimda (10.25-rasm, a ga qarang) filtratsiya tezligi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\vartheta_{o'r} = -K_T \frac{dy}{dx}. \qquad (10.15)$$

Harakat barqaror bo'lganda ixtiyoriy vertikal kesim uchun solishtirma filtratsiya sarfi o'zgarmas bo'ladi.

$$q = \vartheta_{o'r} \cdot y = -K_T y \frac{dy}{dx}. \qquad (10.16)$$

(10.16) ifodani integrallab va ixtiyoriy o'zgarmas qiymatini integrallashni $x = 0$ va $y=h$ teng bo'lishi shartidan quyidagiga ega bo'lamiz

$$x = \frac{K_T}{2q}\left(h^2 - y^2\right). \qquad (10.17)$$

(10.17) formula bo'yicha to'g'on o'rta qismi uchun dipressiya egri chizig'i hisoblanadi. x ga O dan S gacha har xil qiymatlar berib bu egri chiziqni qurish mumkin. $x = S$ va $y = y_0$ bo'lganda to'g'on o'rta qismi uchun filtratsiya tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$q = \frac{K_T}{2S}\left(h^2 - y_0^2\right). \qquad (10.18)$$

N.N. Pavlovskiy pastki qism filtratsiya tenglamasini tuzish uchun (10.25-rasm, d), uni ikkita zonaga bo'ladi: pastki bef sathdan yuqori va pastki. Pastki qismda qalinligi dz va uzunligi $l = zm_2 = zctg\theta_n$ bo'lgan elementar hisobiy jilg'alar gorizontal qabul qilinadi.

Yuqori zonadagi elementar jilg'alar uchun solishtirma sarf

$$dq_1 = K_T J_1 dz = K_T \frac{z}{zm_2} dz. \qquad (10.19)$$

(10.19) ifodani integrallab, to'liq solishtirma filtratsiya sarfi quyidagicha bo'ladi

$$q = \int_0^{a_0} \frac{K_T}{m_2} dz = \frac{K_T a_0}{m_2}. \qquad (10.20)$$

Pastki bef sathidan pastki zonada elementar jilg'alarda bosim yo'qolishi a_0 ga teng bo'lishini inobatga olib, hosil qilamiz:

$$dq_2 = K_T J_2 dz = K_T \frac{a_0}{zm_2} dz. \qquad (10.21)$$

Pastki zonadagi solishtirma filtratsiya sarfi

$$q_2 = \int_{z_0}^{a_0+h_0} K_T \frac{a_0}{zm_2} dz = \frac{K_T a_0}{m_2} \ln \frac{a_0 + h_0}{a_0}. \qquad (10.22)$$

Pastki qismdan o'tadigan to'liq filtratsiya sarfi quyidagiga teng bo'ladi.

$$q = q_1 + q_2 = \frac{K_T a_0}{m_2} \left(1 + \ln \frac{a_0 + h_0}{a_0} \right). \qquad (10.23)$$

To'g'onning o'rta qismi uchun topilgan (10.14), (10.18) va (10.23) filtratsiya tenglamalar sistemasini yechish, ularga kiruvchi α_0, h va q noma'lumlar qiymatlarni aniqlashga imkon beradi.

Tizimning dastlabki ikkita (10.14) va (10.18) tenglamalaridan bitta tenglama tuzilsa, masala ancha soddalashadi. Bunga yuqori qismni unga filtratsiya nuqtayi nazardan ekvivalent (teng) bo'lgan λH kenglikdagi prizmaga almashtirib hamda uni va to'g'onning o'rta qismini bir butun deb qarab erishish mumkin:

$$\lambda = \frac{m_1}{1 + 2m_1}. \qquad (10.24)$$

Bu holda to'g'onning yuqori va o'rta qismlari uchun filtratsiya tenglamasi (10.18) tenglama kabi tuzilishi mumkin:

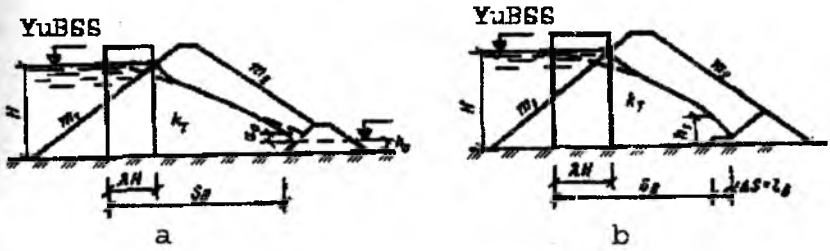
$$q = \frac{K_T}{2(\lambda H + S)} \left(H^2 - y_0^2 \right). \qquad (10.25)$$

α_0 va q no'ma'lumlarini (13.23) va (13.25) tenglamalarini birgalikda yechib aniqlanadi.

Bir jinsli drenajli to'g'on. Bu holatda filtratsiya oqimi drenajga tushayotgani uchun pastki qismdagi filtratsiya tenglamasi tushirib qoldiriladi (10.26-rasm, a). Depressiya egri chizig'i drenajga pastki bef sathiga chiqadi deb hisoblab, taqribiy yechimga ega bo'lishi mumkin. U holda, yuqori qismni ekvivalent (teng) prizmaga avvaldan almashtirib, izlanayotgan filtratsiya tenglamasini hosil qilamiz

$$q = \frac{K_T}{2S_\partial}\left(H^2 - h_0^2\right). \qquad (10.26)$$

Bu tenglamadan pastki buefda suv bo'lmaganda quvurli drenajli to'g'onlardagi filtratsiyani taqribiy hisoblash uchun ham foydalanish mumkin. Bu holda h_0 qiymatini drenaj balandligining yarmiga teng deb qabul qilinadi.



10.26-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli drenajli to'g'on filtratsiya hisobi sxemasi:**
a – pastki befga suv bo'lganda; b – pastki befda suv bo'lmaganda.

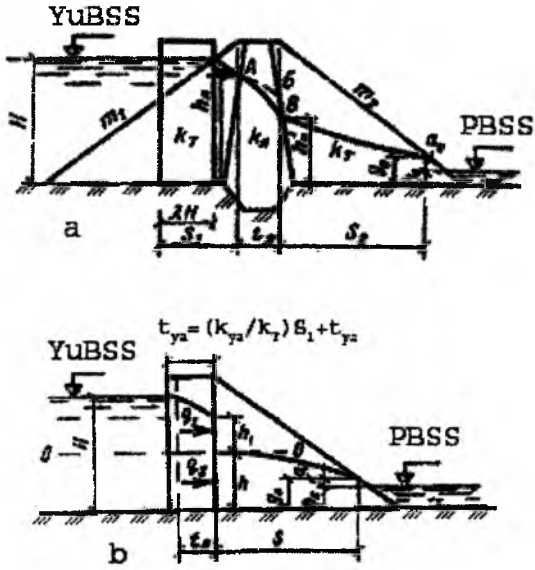
Depressiya egri chizig'i haqiqatdan ham pastki buef sathidan yuqoriroqda drenajga kelib tushishini (10.26-rasm, a dagi punktir chiziq), ya'ni suvning a_0 ko'tarilish ordinatasi mavjudligini hisobga oladigan yanada aniqroq yechimlari mavjud.

Pastki buefda suv bo'lmaganda (10.26-rasm, b), shuningdek, P.Ya. Polibarinova – Kochinaning gidromexanik yechimidan ham foydalanish mumkin:

$$h_1 = \sqrt{1{,}82S_Д^2 + H^2} - 1{,}35S_Д\,;\; q = 1{,}35\,K_T h_1\,. \qquad (13.27)$$

Yadroli to'g'on. Odatda yadro gruntining filtratsiya koeffitsiyenti K_{ya} to'g'on tanasi grunti filtratsiya koeffitsiyenti K_T dan kichik, shuning uchun yadro chegarasida nisbatan ko'p bosim yo'qolishi va dipressiya egri chizig'i keskin pasayishi kuzatiladi (10.27-rasm, a).

Yadroda filtratsiya sarfini ifodalash uchun N.N. Pavlovskiy Dyupyui formulasini qo'llagan. Bunday holatda hisoblarni soddalashtirish uchun trapetsiya shaklidagi yadro kesimi xuddi shunday ko'ndalang kesim yuzasiga va o'rtacha qalinligi t_{ya} ga ega bo'lgan to'g'ri burchakli kesimga o'zgartirib oladi. Yuqori va pastki tayanch priz-



10.27-rasm. **(10.28) formulalar bo'yicha yadroli to'g'on filtratsiya hisobi sxemalari.**

malar chegaralarida filtratsiya sarfi xuddi bir jinsli to'g'onlar hisoblarida bajarilganidek aniqlanadi. Shunday qilib, yadroli to'g'onning filtratsiya hisoblarini bajarish uchun quyidagi tenlamalar sistemasini yechish lozim:

$$\left.\begin{aligned} q &= \frac{K_T}{2S_1}\left(H^2 - h_{ya}^2\right); \\ q &= \frac{K_{ya}}{2t_{ya}}\left[h_{ya}^2 - \left(h_{ya}^{'}\right)^2\right]; \\ q &= \frac{K_T}{2S_2}\left[\left(h_{ya}^{'}\right)^2 - \left(a_0 + h_0\right)^2\right] \\ q &= \frac{K_T a_0}{m_2}\left(1 + \ln\frac{a_0 + h_0}{a_0}\right). \end{aligned}\right\} \qquad (10.28)$$

(10.28) tenglamalar sistemasidagi $t_f h_{ya}$, h_{ya}, a_0 va q noma'lumlarni aniqlash usuli murakab hisoblanadi. N.N. Pavlovskiy tomonidan taklif etilgan virtual usul qo'llanilganda masala yechimini topish ancha soddalashadi. Ushbu usulda turli filtratsion tavsifli gruntlardan tashkil topgan to'g'on bir jinsliga keltiriladi. Filtratsiya koeffitsiyenti K_{ya} ga ega bo'lgan yadro grunti soxta ravishda $K_T < K_{ya}$ filtratsiya koeffitsiyentiga ega bo'lgan to'g'on tanasi gruntiga almashtiriladi. Soxta grunt zonasi kengligi t_f shunday bo'lish kerakki, filtratsiya sarfi egri chizig'i q va depressiya egri chizig'i pasayishi $(H-h)$ xuddi t_{ya} o'rtacha kenglikka ega bo'lgan yadrodagi singari qolishi lozim (10.28-rasm,a). Shunday qilib, yadrodagi filtratsiya sarfini aniqlovchi va uni soxta grunt zonasida o'zgartiruvchi tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi.

$$t_{ya} - (k_{ya} / KT)S_1 + t_{ya}\, q = \frac{K_{ya}}{2t_{ya}}(H^2 - H^2);$$

$$q = \frac{K_T}{2t_f}(H^2 - H^2). \qquad (10.29)$$

Tenglamaning o'ng tomonlarini o'zaro tenglashtirib, mos ravishda qisqartirilgandan so'ng quyidagiga ega bo'lamiz

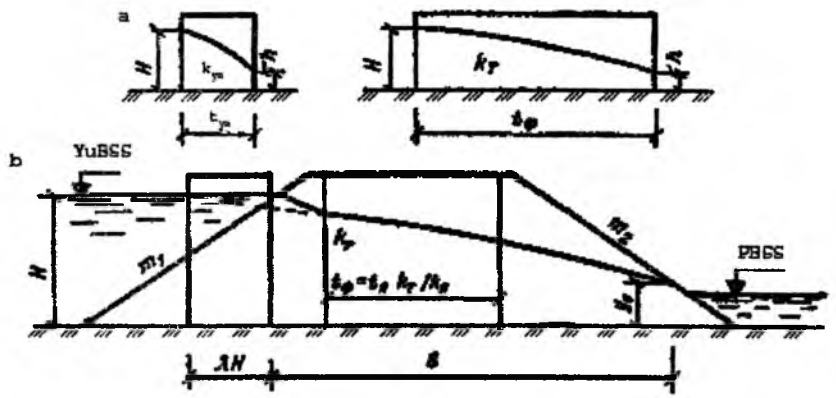
$$t_f = t_{ya} K_T / K_{ya}. \qquad (10.30)$$

Demak, to'g'on tepasining keltirilgan kengligi haqiqiy kenglikdan $t_{ya}(K_T/K_{ya}-1)$ qiymatga katta bo'lishi kerak.

To'g'on yuqori qismini ekvivalent prizma bilan almashtirilgandan so'ng (10.28-rasm, b) bizga tanish bo'lgan hisobiy sxema hosil bo'ladi va masalaning yechimi ikki noma'lumli (10.23) va (10.25) tenglamalarini yechishga keltiradi.

Yadroli to'g'onlar hisobida yadrodagi AB depressiya egri chizig'ini tik holatda deb hisobga olib bo'lmaydi va bunda haqiqatdan ham $БВ$ sizib chiqish ordinatasi hosil bo'ladi hamda yadrodagi depressiya egri chizig'i yotiqroq bo'lishi kuzatiladi (10.27-rasm, a) dagi AB punktir chizig'i.

Qayd etilganlarni inobatga olish uchun N.P. Rozanov quyidagicha ish yurttishni taklif etadi. S_1 uzunlikdagi yuqori prizmani (10.27-rasm, a) yadro gruntiga keltiriladi va hisoblarga $t_{ya} - (k_{ya} / KT)S_1 + t_{ya}$



10.28-rasm. **Virtual usul bilan yadroli to'g'on filtratsiya hisobi sxemalari.**

qalinlikdagi yadro kiritiladi (10.27-rasm, b). Yadro balandligi bo'yicha yadrodan so'ng suv sathi bo'yicha o'tuvchi *OO* kesim ikki qismga bo'linadi. Yadroning yuqori qismi uchun (10.27) formuladan foydalanilsa bo'ladi, yani

$$q_1 = 1{,}35K_{ya}\left[\sqrt{1{,}82(t_{ya})^2 + (H-h)^2} - 1{,}35t_{ya}\right]. \qquad (10.31)$$

Yadroning pastki qismi uchun

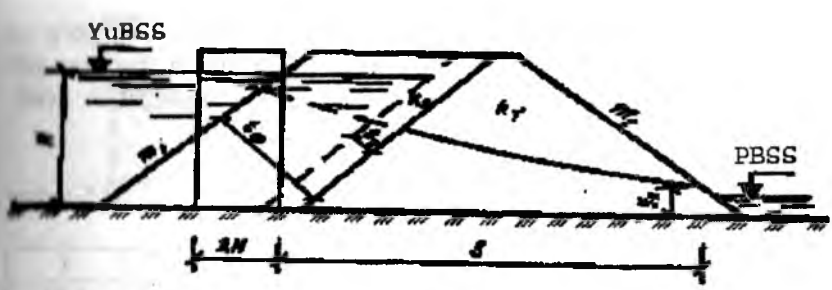
$$q_2 = K_{ya}J_{o'r}h = K_{ya}\frac{H-h}{t_{ya}}. \qquad (10.32)$$

Yadrodan o'tuvchi to'liq solishtirma sarf

$$q = q_1 + q_2. \qquad (10.33)$$

Shunday qilib, q, h va a_0 noma'lumlarni aniqlash uchun (10.18), (10.23) va (10.33) tenlamalarni yechish lozim.

t_{ya} uzunlikdagi uchastka chegarasida taxminan depressiya egri chizig'ini qurish uchun (10.17) formuladan foydalanish mumkin. Bunda h o'rniga $H-h$ ni OO chizig'idan y masofani o'lchab, K_T ni K_{ya} ga, q ni q_1 ga almashtirish lozim. $(K_{ya}/K_T)S_1$ qalinlikdagi yadroning boshlang'ich uchastkasida abssissa nuqtalari (K_T/K_{ya}) martaga oshiriladi; λH uzunlikdagi yuqori prizmani real yuqori qismga keltiriladi, uning chegarasida depressiya egri chizig'i qo'l bilan chiziladi.



10.29-rasm. **Virtual usul bilan ekranli to'g'on filtratsiya hisobi sxemasi.**

Ekranli to'g'on. Bunda ham xuddi yadroli to'g'onlardagidek filtratsiya hisoblarini bajarish uchun virtual usulni qo'llasa bo'ladi hamda t_e o'rtacha qalinlikdagi ekran qalinligi $t_f = t_e K_T / K_e$ bo'lgan grunt zonasi bilan almashtiriladi (10.29-rasm). So'ngra hisoblar bir jinsli to'g'onlar singari (10.14), (10.18) va (10.23) yoki (10.23) va (10.25) formulalar orqali olib boriladi. Ushbu masalani boshqa usul bilan ham yechsa bo'ladi (N.N. Pavlovskiy bo'yicha): to'liq filtratsiya sarfi yoki ekranda depressiya egri chizig'i pasayishini aniqlash, to'g'onning boshqa qismlari uchun bir jinsli to'g'on filtratsiya hisoblari formulalaridan foydalanish.

10.3.3. Suv o'tkazadigan zamindagi to'g'onlar filtratsiya hisobi

Bir jinsli drenajsiz to'g'on. (10.30-rasm). Bunda to'g'on tanasi filtratsiya koeffitsiyentlari K_T va zaminining K_0 bir xil yoki har xil bo'lishi mumkin. Hisob taxminiy uslubda bir - biriga bog'liq bo'lmagan ikkita sxema uchun beriladi. Birinchi holda to'g'on suv o'tkazuvchan, zamini esa suv o'tkazmaydigan hisoblanadi va bu sxema uchun filtratsiya sarfi q_1 aniqlanadi va depressiya egri chizig'i quriladi. So'ngra to'g'onni o'zi suv o'tkazmaydigan, zaminini esa suv o'tkazadigan deb hisoblanadigan sxema olinadi va filtratsiya sarfi q_2 quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$q_2 = K_0 T \frac{H}{nL}. \qquad (10.34)$$

bunda: T – zaminning suv o'tkazuvchi chuqurligi; L – to'g'on kengligi; N – to'g'on oldidagi bosim; n – egrilanish hisobiga filtratsiya jilg'alari uzunligi oshishini hisobga oluvchi tuzatish koeffitsiyenti, L/T nisbatiga bog'liq holda qabul qilinadi

10.5-jadval

L/T	20	5	4	3	2	1
n	1,15	1,18	1,23	1,30	1,44	1,87

Umumiy filtratsiya sarfi to'g'on tanasi va zamindagi sarflar yig'indisi bo'yicha aniqlanadi:

$$q = q_1 + q_2 . \tag{10.35}$$

Agar to'g'on tanasi va zamini filtratsiya koeffitsiyentlari bir xil bo'lsa, filtratsiya sarfini aniqlash uchun A.P.Voshinin tuzgan grafikdan foydalanish mumkin (10.30-rasm). Grafikdan H, T, L_1 qiymatlarini bilgan holda, keltirilgan filtratsiya sarfi q_{kel} aniqlanadi, u bo'yicha esa haqiqiy sarf aniqlanadi:

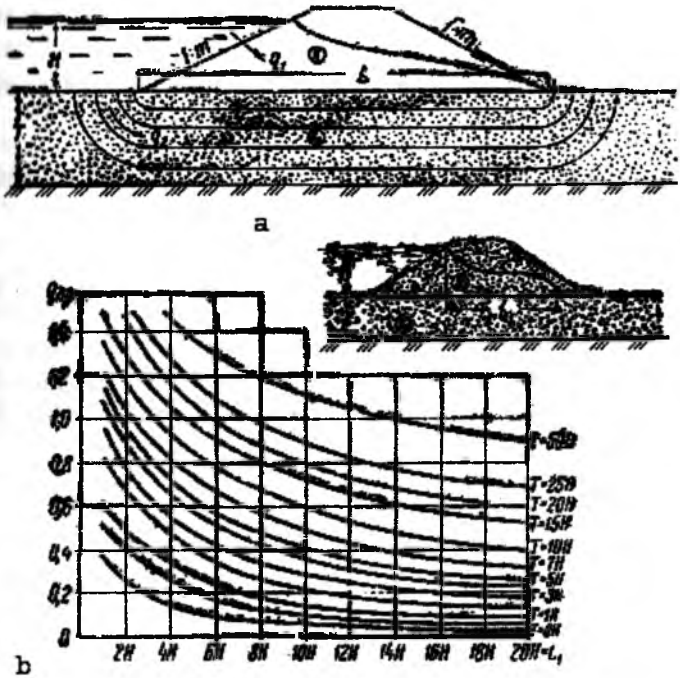
$$q_{haq} = 1{,}05 \cdot q_{kel} K_f H , \tag{10.36}$$

bunda: K_f – gruntning filtratsiya koeffitsiyenti; H – to'g'on oldidagi bosim.

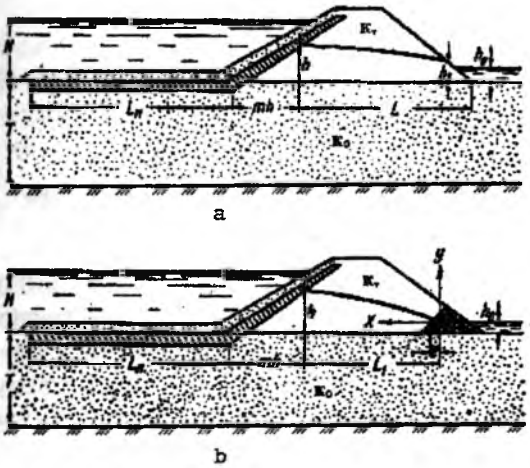
Grafikdan foydalanib L_1 ni yuqori befdagi suv sathini qiyalik bilan kesishgan joyidan drenaj boshlanish joyigacha bo'lgan masofa qiymati qabul qilinadi. Drenajsiz gruntli to'g'onlar uchun L_1 ni yuqori befdagi suv sathini qiyalik bilan kesishgan joyidan pastki qiyalikni to'g'on tovoni bilan kesishgan joyigacha bo'lgan masofa qabul qilinadi.

Ekran va ponurli to'g'on. Katta qalinlikdagi suv o'tkazuvchan zaminlarda suv o'tkazmaydigan ponur o'rnatiladi. Filtratsiya hisobini bajarish uchun E.A. Zamarin taxminiy hisoblash usulini taklif etdi. Ponur va uzunligi mh bo'lgan to'g'on qismining chegarasida (10.31-rasm) filtratsiya sarfi q quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$q = \upsilon\omega = K_0 J\omega = K_0 \frac{T(H-h)}{n(L_n + mh)}, \tag{10.37}$$



10.30-rasm. **Cheklangan qalinlikdagi suv o'tkazadigan zaminlardagi to'g'on filtratsiya hisobi sxemalari va grafigi.**



10.31-rasm. **Ekran va ponurli to'g'on filtratsiya hisob sxemasi:**
a – drenajsiz;
b – drenajli.

bunda: K_0 – zamin gruntining filtratsiya koeffitsiyenti; n – tuzatish koeffitsiyenti; unda $\frac{L}{T}$ nisbatini $\frac{L_n + mh + L}{T}$ nisbatiga almashtiriladi.

To'g'on chegarasida oqimning qolgan qismi uchun o'sha sarf quyidagicha bo'ladi:

$$q = \frac{h - h_0}{L}\left(K_T \frac{h + h_0}{2} + K_0 T\right), \qquad (10.38)$$

bunda: K_T – to'g'on tanasi grunti filtratsiya koeffitsiyenti.

Barqaror harakat uchun (10.37) va (10.38) tenglamalarning o'ng tomonlarini tenglashtirish mumkin va unda hisobiy formula quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{q}{K_T} = \frac{T(H-h)}{h(L_n + mh)} = \frac{h - h_0}{L}\left(\frac{h + h_0}{2}\frac{K_T}{K_0} + T\right). \qquad (10.39)$$

Bu formula bo'yicha tanlov usuli bilan ekran orqasidagi filtratsiya oqimi chuqurligi h aniqlanadi. Keyingi hisoblar bir jinsli to'g'on hisoblari kabi bajariladi:

$h_0 > 0$ bo'lganda drenajli to'g'onlar uchun (10.31-rasm, b) (10.39) formula o'z kuchida qoladi.

Depressiya egri chizig'i koordinatalari quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$y^2 = \frac{(h - h_0)^2}{L_1} x. \qquad (10.40)$$

10.3.4. Gruntli baland to'g'onlar filtratsiya hisobi (V.P. Nedriga va G.I. Pokrovskiy bo'yicha)

Gruntli materiallardan, ayniqsa zarralari bog'langan gruntlardan barpo etiladigan to'g'onlarda ularning fizik-mexanik va filtratsion parametrlariga to'g'on o'zining og'irligi va suvning gidrostatik bosimi salmoqli ta'sir ko'rsatadi. Bu esa bunday to'g'onlarning filtratsiya hisoblarida kuchlanganlik – deformatsiyalanish holatini hisobga olish zarurligini ko'rsatadi.

Kuchlanishlarni aniqlashda to'g'on tanasi tarkibidagi grunt bir jinsli izotrop hisoblanadi va chiziqli – deformatsiyalanadigan muhit sifatida qaraladi, unda deformatsiyalar ularni yuzaga keltiruvchi kuchlanishlarga proporsional.

Oddiy hollarda to'g'on tanasi ichidagi bosimni hisoblashda taxminan gidrostatik bosim qonuniyati bo'yicha taqsimlangan deb qabul qilinadi, unda teng bosimlar chizig'i siniq chiziqlar ko'rinishda bo'ladi (10.32-rasm, a).

Zarralari bog'langan gruntlarning filtratsiya koeffitsiyentiga zichlanishdagi ta'sirini laboratoriya sharoitlarida ularni filtratsion - kompressor asboblarida sinash natijalari asosida aniqlanadi, ular gruntlarni zichlash jarayonida uning strukturasi shakllanishi sharoitlarini yetarli darajada aks ettiradi.

10.32-rasm, a dan ko'rinib turibdiki, kuchlanganlik-deformatsiya sharoitida to'g'on tanasi filtratsiyaga nisbatan filtratsiya koeffitsiyenti z va x o'qlari bo'yicha o'zgaruvchan oblastni ifodalaydi.

Bunday oblastning filtratsiya hisobi – o'ta murakkab masaladir. Uni soddalashtirish uchun filtratsiya koeffitsiyenti z va x o'qlar bo'yicha o'zgaradigan haqiqiy oblastni faqat z o'qi bo'yicha o'zgaradigan soxta vertual oblastga keltiriladi (10.32-rasm, b). Bunday o'zgartirishlar alohida uchastkalar bo'yicha quyidagi bog'lanishlardan foydalanish orqali amalga oshiriladi

$$L_{vir} = \sum_{m=1}^{c} \frac{K_{\Pi} l_m}{K_{m-1} - K_m} \ln \frac{K_{m-1}}{K_m}, \qquad (10.41)$$

bunda: K_{Π} – gorizontal yo'nalishda gruntning o'zgaruvchan filtratsiya koeffitsiyentiga ega bo'lgan oblasti, keltiriladigan to'g'on tanasidagi gruntning uning tepasi ostiga joylashgan tovonidagi filtratsiya koeffitsiyenti; l_m – uchastka uzunligi (l_1, l_2, l_3 va hokazo); K_{m-1} – ko'riladigan uchastka boshidagi filtratsiya koeffitsiyenti; K_m – o'sha uchastkaning oxiridagi filtratsiya koeffitsiyenti.

Masalan, 10.32-rasm, b da tasvirlangan to'g'on yuqori uchastkasi uchun to'g'on tovoni yaqinidagi grunt qatlami uchun (10.41) ifoda quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$L_{vir1} = \frac{K_{\Pi} l_1}{K_1 - K_2} \ln \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_{\Pi} l_2}{K_2 - K_{\Pi}} \ln \frac{K_2}{K_{\Pi}}, \qquad (10.42)$$

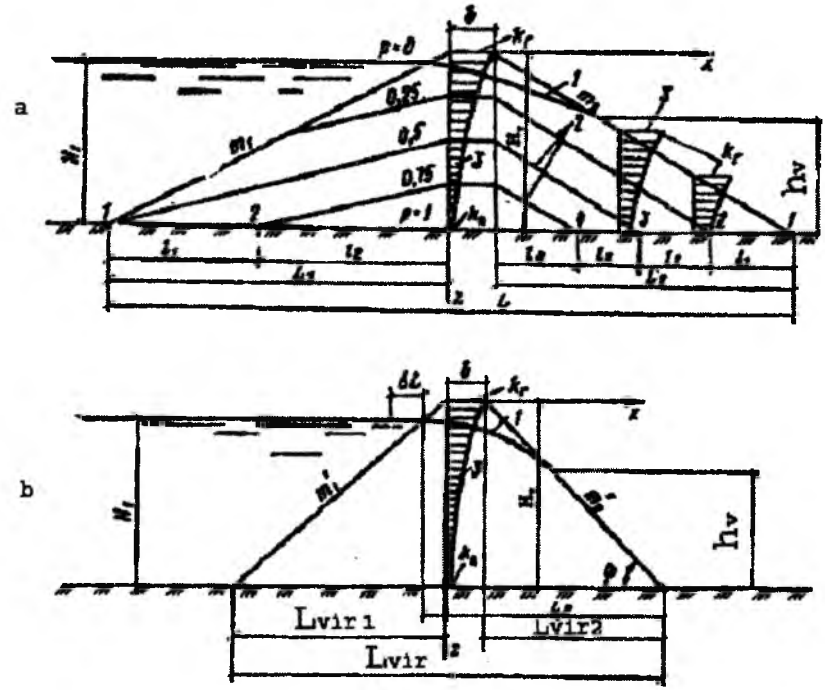
pastki qism uchun esa

$$L_{vir2} = \frac{K_П l_1}{K_1 - K_2} \ln \frac{K_1}{K_2} + \frac{K_П l_2}{K_2 - K_3} \ln \frac{K_2}{K_3} +$$

$$+ \frac{K_П l_3}{K_3 - K_4} \ln \frac{K_3}{K_4} + \frac{K_П l_4}{K_4 - K_П} \ln \frac{K_4}{K_П} \qquad (10.43)$$

Shunday yo'l bilan to'g'on asosining kengligi L bo'lgan haqiqiy to'g'on L_{vir} kenglikdagi to'g'onga aylantiriladi.

Bundan keyin faqat z o'qi bo'yicha o'zgaradigan filtratsiya koeffitsiyentli keltirilgan to'g'on tanasi uchun filtratsiya oqimi parametrlari aniqlanadi.



10.32-rasm. **To'g'on tanasida filtratsiya koeffitsiyenti qiymatlarini taqsimlanish xarakteri:**
a – to'g'onning haqiqiy profili; b – keltirilgan profili; 1 – depressiya egri chizig'i; 2 – teng bosimlar chiziqlari; 3 – filtratsiya koeffitsiyentlari epyuralari.

Virtual to'g'on tanasidagi gruntning filtratsiya koeffitsiyenti epyurasi parabolani, umumiy tenglamasi to'g'on tepasi ostida z o'qi bo'yicha vertikal pastga yo'nalganda, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$K_z = A(z - H_T)^2 + K_П, \tag{10.44}$$

bunda H_T – to'g'on qurilish balandligi.

$$A = \frac{K_g - K_П}{H_T^2}, \tag{10.45}$$

bunda: K_g – to'g'on tepasi yaqinida grunt qatlamining filtratsiya koeffitsiyenti.

Kesimi trapetsiya shaklidagi to'g'onlarning qiya bo'lgan yuqori qismlari to'g'ri burchakli prizmaga almashtiriladi, uning kengligi

$$\Delta L = \beta H_1, \tag{10.46}$$

bunda: β – to'g'on tanasining nojinslilik darajasi σ ga bog'liq koeffitsiyent (10.33-rasm)

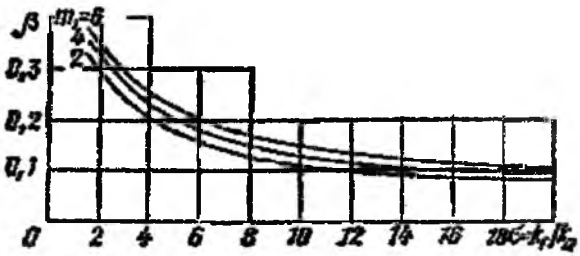
$$\sigma = K_g / K_П \tag{10.47}$$

To'g'onning hisobiy kengligi (10.32-rasm ga qarang):

$$L_h = L_0 + \Delta L, \tag{10.48}$$

bunda

$$L_0 = m_1'(H_T - H_1) + b + m_2' H_T \tag{10.49}$$



10.33-rasm. K_f **ning qiymati to'g'on balandligi bo'yicha parabola ko'rinishda o'zgarganda,** β **koeffitsiyentini to'g'on tanasining nojinslilik darajasi** σ **va to'g'on yuqori qiyaligi qiymati** m_1 **ga bog'liqligi.**

To‘g‘onning birlik uzunligiga to‘g‘ri keluvchi filtratsiya sarfi:

$$q=\frac{1}{m_2'}\left[A\left(\frac{L_hH_1}{m_2'}\frac{2L_h-m_2'H_1}{2m_2'}-\frac{H_1^3}{6}-\frac{L_h^2}{m_2'^2}\frac{L_h-m_2'H_1}{m_2'}\ln\frac{L_h}{L_h-m_2'H_1}\right)+\right.$$

$$\left.+K_{\Pi}\left(H_1-\frac{L_h-m_2'H_1}{m_2'}\ln\frac{L_h}{L_h-m_2'H_1}\right)\right]. \qquad (10.50)$$

Filtratsiya oqimini to‘g‘on pastki qiyaligiga sizib chiqish balandligi h ni quyidagi tenglamani yechish orqali topish mumkin:

$$h_v=(B_h^{\,2}+c)-q=0\ , \qquad (10.51)$$

bunda: $B=\frac{A}{3}\sin\varphi\ ;\ C=K_{\Pi}\sin\varphi\ ;$ (10.52)

bunda: φ – pastki qirrani gorizontga og‘ish burchagi.

Sizib chiqish balandligiga to‘rtta qiymat berib (10.50) tenglamani grafoanalitik uslubda yechish maqsadga muvofiqdir.

Depressiya egri chizig‘ini qurish quyidagi tenglama bo‘yicha bajariladi:

$$x_{vir}=L_h-\left[m_2'h_v+\frac{A}{12q}\left(h_h^4-h_v^4\right)+\frac{K_{\Pi}}{2q}\left(h_h^2-h_v^2\right)\right]$$

$$H_1\geq h_h\geq h_v \text{ bo‘lganda.} \qquad (10.53)$$

(10.53) tenglama yordamida topilgan virtual to‘g‘onlar uchun depressiya egri chizig‘i ordinatasi haqiqiy to‘g‘onlarga ko‘chiriladi.

10.3.5. Filtratsiyaga qarshi qurilmasi bo‘lmagan portlatish bilan barpo etiladigan to‘g‘onlar filtratsiya hisobi (V.P. Nedriga va G.I. Pokrovskiy bo‘yicha)

Portlatish bilan barpo etiladigan to‘g‘onlarni hisoblash uchun VNII VODGEO tomonidan o‘tkazilgan S.Ya. Juk nomidagi SAO Gidroproekt va Qirg‘iziston suv xo‘jaligi ilmiy tadqiqot institutida olingan natijalar inobatga olingan.

Tadqiqotlarga ko‘ra qoyali gruntlardan barpo etiladigan to‘g‘onlarda suv harakati chiziqli bo‘lmagan qonunga bo‘ysunadi:

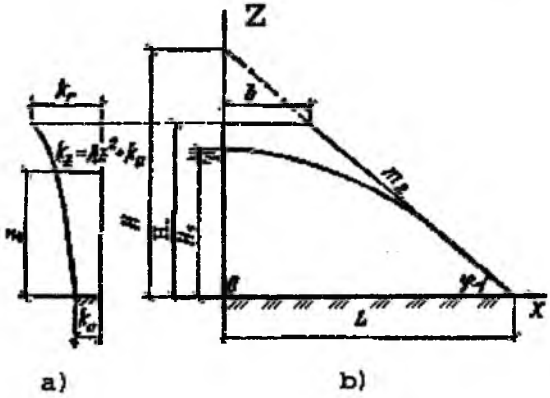
$$\vartheta_x = -K_z (dh/dx)^{1/n}, \qquad (10.54)$$

bunda ϑ_x – filtratsiya tezligi; K_z – inshoot balandligi bo‘yicha o‘zgaradigan filtratsiya koeffitsiyenti; $2 \geq n \geq 1$.

Portlatish bilan barpo etiladigan to‘g‘onlarning dala sharoitlaridagi tadqiqot ishlari shuni ko‘rsatdiki, to‘g‘on tanasini tashkil etuvchi gruntlar (zichlik, g‘ovaklik, filtratsiya koeffitsiyenti) ning fizik-mexanik xossalari inshoot chuqurligi bo‘yicha doimiy bo‘lmaydi. Grunt suv o‘tkazuvchanligining haqiqiy o‘zgarishi murakkab xarakterga ega. z –o‘qida (10.34-rasm) to‘g‘on tanasi gruntining taxminiy filtratsiya koeffitsiyenti parabola ko‘rinishidagi bog‘liqlik bo‘yicha o‘zgarishi mumkin:

$$K_z = Az^2 + K_P, \qquad (10.55)$$

bunda A – ning qiymati (10.45) formuladan aniqlanadi



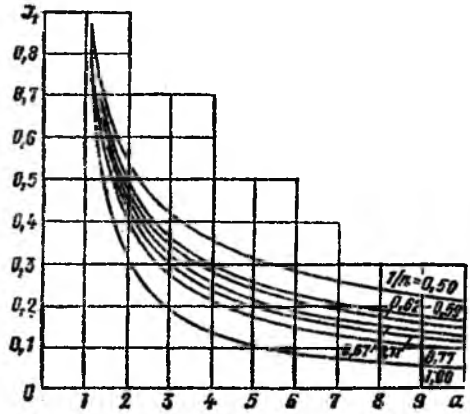
10.34-rasm. **Inshoot balandligi bo‘yicha filtratsiya koeffitsiyentining o‘zgarish epyurasi (a) va to‘g‘on hisobiy sxemasi (b).**

To‘g‘onning birlik uzunlikdagi filtratsiya sarfi:

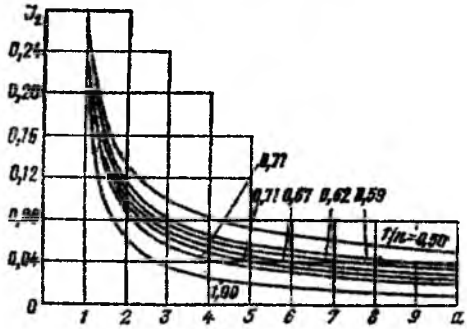
$$q = (1/m_2)^{1/n} \left(K_P H_1 J_1 + A H_1^3 J_2\right), \qquad (10.56)$$

bunda J_1 va J_2 - $1/n$ va $a = H/H_1$ parametrlariga bog‘liq funksiyalar (10.35 va 10.36 rasmlar).

To‘g‘on tanasi va tovoni yaqinidagi gruntlarning filtratsiya koeffitsiyentlari qiymatlarini filtratsiya asboblari bilan laboratoriyada yoki dala sharoitida gruntning chegaraviy yumshatilish va zich yotqizilishiga mos keluvchi g‘ovaklik uchun aniqlanadi. Balandligi 100 m gacha bo‘lgan to‘g‘onlar uchun chegaraviy yumshatilishni $\rho = 1{,}75..1{,}8$ g/sm³, chegaraviy zich yotqizilishini esa $\rho = 2{,}0...2{,}1$ g/sm³ bo‘lganda qabul qilish mumkin.



10.35-rasm. $J_1 = \int_0^1 \left(\frac{1-x}{a-x}\right)^{1/n} dx$ **funksiyasi grafigi.**



10.36-rasm. $J_2 = \int_0^1 \left(\frac{1-x}{a-x}\right)^{1/n} x^2 dx$ **funksiyasi grafigi.**

Pastki qiyalikka sizib chiqish balandligini (10.51) dan tenglamadan aniqlanadi, bunda:

$$B = \frac{A}{3}(\sin\varphi)^{1/n};\ C = K_{\Pi}(\sin\varphi)^{1/n}. \qquad (10.57)$$

Keltirilgan barcha yechimlar yuqori qiyaligi vertikal bo'lgan to'g'onlarga taalluqlidir. Trapetsiya kesimli to'g'onlar uchun yuqori qismini (10.46) formula bo'yicha aniqlanadigan ΔL kenglikdagi to'g'ri burchakli prizmaga almashtiriladi, bunda β koeffitsiyenti qiymatini $1/n \approx 0{,}7...0{,}8$ bo'lganda 10.33-rasmdagi grafikdan aniqlanadi, $1/n \approx 0{,}5$ va $m \geq 2$ bo'lganda esa 0,4 ga teng qilib qabul qilinadi.

10.3.6. Gruntli to'g'onlarda nobarqaror filtratsiya

Gruntli to'g'onlarni ishonchli ishlashini ta'minlashda suv omboridagi suv sathi keskin pasayganda to'g'onning yuqori qismi zonasi va qirg'oqlar qiyaliklarida yuzaga keladigan nobarqaror filtratsiya muhim o'rin tutadi. Bunda suv omboridagi suv sathini pasayishi ekspluatatsiya xarakteri, toshqin kelishi oldidan suv ombori bo'shatilishi, shuningdek, avariya holatlari ham izohlanadi. To'g'ondagi filtratsiya oqimining depressiya yuzasini yuqori befdagi suv sathidan ancha orqada kelishi, to'g'onni yuqori qismining va shuningdek, yuqori qiyalikdagi qoplamalar ustuvorligiga sezilarli darajada ta'sir qilish mumkin.

Bundan keyin bir jinsli to'g'on tepasi va to'g'onning gil ekranli qiyaligi qoplamasi ostida suv omborida suv sathi pasayish tezligini aniqlash uchun hisobiy bog'liqliklar keltirilgan.

1.Bir jinsli to'g'on (10.37-rasm) (hisob V.M. Shestakov bo'yicha)

Yuqori befda suv sathi pasayishida depressiya yuzasi holati ikki bosqichda o'rnatiladi:

1) boshlang'ich paytda $t = 0$ (10.37-rasm, a)

$$h_0 = \sqrt{h_{1(0)}^2 - \left(h_{1(0)}^2 - h_{2(0)}^2\right)x/L}\ , \qquad (10.58)$$

bunda I–I kesimdan $x$ni hisoblash boshlanadi, bunda

$$m_1' = \frac{m_1^2}{m_1 + 0{,}5}; \qquad (10.59)$$

2) t – vaqt o'tishi bo'yicha (10.37-rasm, b)

$$h_t = \left\{ h_0^2 - \vartheta t \left[h_{1(0)} + h_1 + \frac{m_1 \left(h_{1(0)}^2 - h_{2(0)}^2 \right)}{L} \right] \times \right.$$

$$\left. \times \left[F(\lambda, n) - \frac{x + m_1 \vartheta t}{L + m_1 \vartheta t} F(\lambda_L, n) \right] \right\}^{1/2} \qquad (10.60)$$

bunda: ϑ – yuqori befda suv sathini pasayishi o'rtacha tezligi; $h_t = h_{1(0)} - \vartheta t$; $F(\lambda, n)$ va $F(\lambda_L, n)$ funksiyalar (10.37-rasm, d) bunda:

$$\lambda = n \frac{x}{2\sqrt{at}}; \qquad (10.61)$$

$$\lambda_L = h + \frac{L}{2\sqrt{at}}; \qquad (10.62)$$

$$n = \frac{m_1 \vartheta t}{2\sqrt{at}}; \qquad (10.63)$$

$$a = K_T \left(h_{1(0)} + h_1 \right) / (2\mu);$$

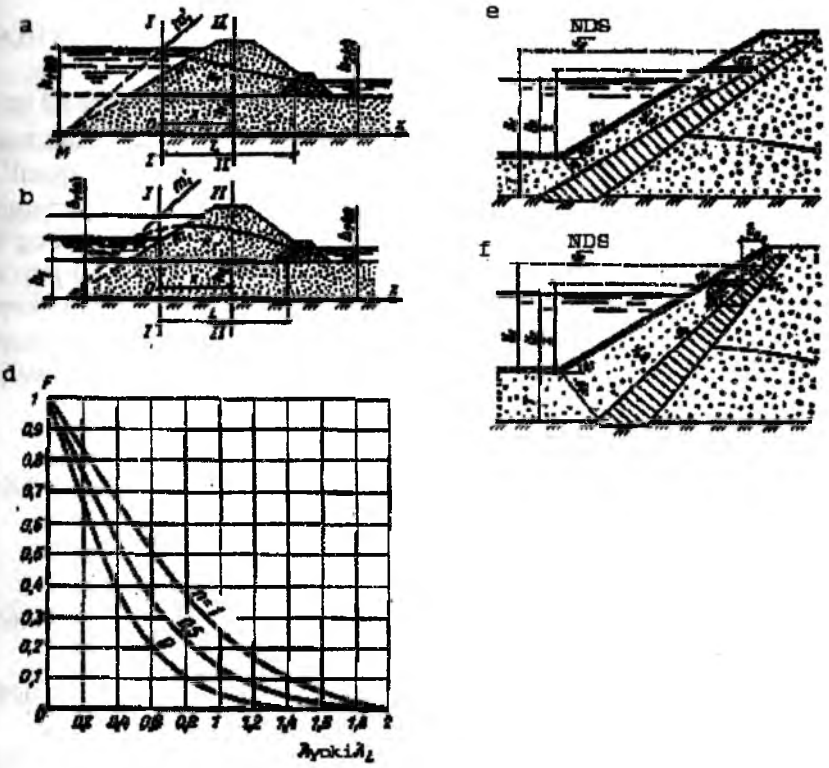
μ – suv berish koeffitsiyenti; $x > 0$, agar II–II kesim I–I kesimdan o'ngga joylashsa.

Qatlamli yoki ichkarida joylashgan drenajli to'g'onlar uchun hisob shunga o'xshash bajariladi.

2. To'g'on yuqori qiyaligi himoya qoplamasi ostidagi qum qatlamli drenaj (hisob V.P. Nedriga bo'yicha)

Grunt ekranli suv o'tkazmaydigan to'g'on qiyaligi ostidagi qumli qatlamda depressiya yuzasining pasayish tezligini aniqlash bog'lanishlari 10.37-rasm, e, f larda ko'rsatilgan qumli qatlamning

ikkita xarakterli ko'rinishidagi sxemalarini qo'llash uchun berilgan. Bu sxemalarning birinchisi qiyalikka to'kilgan doimiy qalinlikdagi bir jinsli qumli qatlamdir, ikkinchisi esa qiyalik balandligi bo'yicha to'kilgan o'zgaruvchan qalinlikdagi bir jinsli qumli qatlamdir.



10.37-rasm. **Yuqori befda suv sathini pasayishida filtratsiya hisobi sxemalari.**

Hisoblar suv omboridagi suv sathini keskin pasayishi singari uni toshqin davri oldidan suv omborini bo'shatish holatiga to'g'ri keladigan sekin, bir tekis pasayishi uchun ham amalga oshiriladi.

1. Doimiy qalinlikdagi qumli qatlamda depressiya yuzasi pasayish vaqti quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

a) suv omborida suv sathini tez pasayishida

$$t = \frac{\mu}{K_f \sin\alpha}\left[(H_1 - z)\sqrt{1+m_1^2} + \right.$$

$$\left. + \left(H_2\sqrt{1+m_1^2} + \frac{a}{2}\right)\ln\frac{H_1 - H_2}{z - H_2}\right], \qquad (10.64)$$

bunda μ –gruntning suv berish koeffitsiyenti qiymatini har xil holat uchun tajriba yo'li bilan aniqlanadi (taxminiy hisoblar uchun mayda va yirik zarrali qumlar uchun 0,5...0,20, yirik qum va qumli – graviyli gruntlarda 0,23...0,28 teng qilib qabul qilinadi); K_f – qumli qatlam filtratsiya koeffitsiyenti; α – qoplamani gorizontga og'ish burchagi; H_1 va H_2 – mos ravishda boshlanish vaqti $(t = 0)$ paytida qoplama ostidagi va suv omboridagi sath tez pasaygandan keyin suv chuqurligi; z – qoplama orqasidagi oquvchan depressiya yuzasi ordinatasi $H_1 \geq z \geq H_2$; m_1 – to'g'on yuqori qiyaligi koeffitsiyenti; a – qumli qatlam qalinligi.

Burchak

$$\alpha = arctg(1/m_1); \qquad (10.65)$$

b) suv omborida suv sathini bir tekis pasayishida

$$t = \frac{\mu(H_1 - z)}{2K_f \Delta H \sin\alpha}\left[(H_1 + z)\sqrt{1+m_1^2} + a\right], \qquad (10.66)$$

bunda ΔH – qoplama ostida va suv omborida suv sathining berilgan yo'l qo'yarlik tushishi; qolgan belgilashlar oldin berilgan.

2. O'zgaruvchan qalinlikdagi qumli qatlamda depressiya yuzasini pasayishi vaqti quyidagicha hisoblanadi:

a) suv omboridagi suv sathining keskin pasayishida alohida n intervallar bo'yicha har bir qumli qatlamdagi suv chiqib ketishi o'zgarmas deb taxmin qilinganda:

$$\Delta t_n = \frac{\mu b_n L_{pn}}{K_f a_n}\ln\frac{H_{1.n} - H_2}{z_n - H_2} \qquad (10.67)$$

Ko'rilayotgan interval chegarasida qumli qatlam parametrlari L_{pn}, a_n va b_n quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$L_{pn} = \frac{a_n z_n \sqrt{1+m_1^2}}{a_p - a_n} \ln \frac{a_p}{a_n} + \frac{a_n}{2}; \qquad (10.68)$$

$$a_n = a_0 + \lambda_2 (H_1 - z); \qquad (10.69)$$

$$b_n = b_0 + \lambda (H_1 - z), \qquad (10.70)$$

bunda $a_p = a_0 + \lambda_2 H_1$; $\lambda_1 = m_1 + m_2$; $\lambda_2 = (m_1 - m_2)\sqrt{1+m_1^2}/(1+ + m_1 + m_2)$; b_0 va a_0 – mos ravishda boshlang'ich vaqt (t=0) paytida qoplama ostidagi filtirlaydigan qum qatlami kengligi va qalinligi;

b) suv omborida suv sathini sekin pasayishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$t = \frac{\mu}{K_f \Delta H} \left[D(H_1 - z) + N(H_1 - z)^2 - M(H_1 - z)^3 \right], \qquad (10.71)$$

bunda

$$\left.\begin{aligned}
D &= b_0 (AC_1 + 0{,}5); \\
N &= \frac{1}{4} \left[2A(C_1 \lambda_1 - Bb_0) + \lambda_1 \right] \\
M &= \frac{1}{3} AB\lambda_1; \\
A &= \frac{1 + m_1 m_2}{m_1 - m_2}; \\
B &= \frac{C_1 - C_2}{H_1 - H_2}; \\
C_1 &= \ln \frac{a_0 + \lambda_2 H_1}{a_0}; \\
C_2 &= \ln \frac{a_0 + \lambda_2 H_1}{a_0 + \lambda_2 (H_1 - H_2)}.
\end{aligned}\right\} \qquad (10.72)$$

Alohida intervallar chegarasida (10.69) va (10.70) formulalar bo'yicha aniqlanadigan a_n va b_n parametrlar o'zgarmas deb taxmin qilingan holat uchun har bir interval bo'yicha hisoblar bajarilsa, hisobiy formula quyidagi sodda ko'rinishga keladi:

$$\Delta t_n = \frac{\mu b_n L_{pn}}{K_f a_n \Delta H} \Delta z_n , \qquad (10.73)$$

yoki

$$\Delta t_n = \frac{\mu b_n}{K_f \Delta H q_{r,n}} \Delta z_n . \qquad (10.74)$$

So'nggi formuladan ko'rilayotgan har bir interval uchun keltirilgan $q_{r,n}$ sarf oldindan ma'lum bo'lgan sharoitlarda foydalanish mumkin. Bunda keltirilgan sarf $\Delta H = 1$ va $K_f = 1$ qiymatlar bilan EGDO' uslubida aniqlanadi.

10.3.7. Bir jinsli yuvma to'g'onlarni barpo etish jarayonidagi filtratsiya hisobi (V.P. Nedriga bo'yicha)

1. Filtratsiya sxemalari

Yuvma to'g'onni barpo etish jarayonida filtratsion oqim umumiy holda nobarqarordir va uning tavsifi asosan tindirgich – havzadan suvning sizishi, yuvilgan joy yuzasidan boshlanadigan infiltratsiya hamda to'g'on tanasini drenajlashtirish sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

To'g'onni ikki tomonlama yuvishda unda filtratsiya oqimlarining bir nechta xarakterli sxemalari kuzatiladi (10.38-rasm).

To'g'on tanasining suv bilan to'yingan chegaraviy sxemasi (10.38-rasm, a) odatda uning pastki va o'rta qismlari jadal yuvilganda kuzatiladi. Bu sxema bo'yicha tashqi qiyalik (drenaj) tomon yo'nalgan asosiy oqim bilan bir qatorda tindirgich –havzaga harakat qilayotgan oqim ham vujudga keladi.

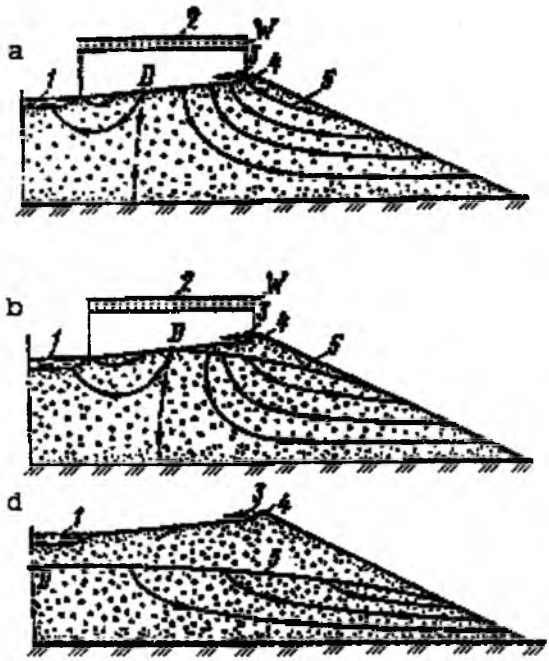
Chuqurlashgan depressiya yuzasi bilan yuviladigan qirg'oq (10.38-rasm, b) qismlariga oqim sxemasi to'g'on yuqori qismini yuvishda, shuningdek, yuvishning kichik jadalligida uning o'rta qismida ko'proq

uchraydi. Bundan tashqari, ushbu sxema to'g'onni yuvib barpo qilinishi davridagi qisqa tanaffuslarda ham kuzatiladi.

Yuvilish yuzasidan depressiya yuzasini to'liq ajralishi oqim sxemasi (10.38-rasm, d) yuvib barpo qilish jarayonidagi uzoq tanaffuslarda ham ro'y beradi.

Filtratsiya hisobi yuvilish yuzasidan infiltratsiya qiymati doimiy va hisobiy davr uchun o'rtacha infiltratsiyaga teng deb taxmin qilib, gruntli to'g'on yarim profilini hosil qilish uchun bajariladi.

Infiltratsiya W kattaligi, ya'ni birlik yuzadan vaqt birligi ichida gruntga singadigan suv miqdori quyidagicha aniqlanadi:



10.38-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli to'g'onni yuvishda asosiy filtratsiya sxemalari:**
a – to'g'on tanasining suv bilan chegaraviy darajada to'yinish holatidagi oqim; b – yuvilish yuzasidan depressiya yuzasining qisman ajralish holatidagi oqim; d – yuvilish yuzasidan depressiya yuzasining to'liq ajralish holatidagi oqim; 1 – tindirgich-havza; 2 – infiltratsiya zonasi; 3 – loyqa o'tkazuvchi; 4 – damba bilan o'rab olish; 5 – depressiya yuzasi; d – oqimni ajralish nuqtasi.

a) qirg'oqni suv bilan yuvilish jarayonida yuzadan filtrlanadigan suv hajmi orqali;

b) eniga yuviladigan ΔH qatlamli gruntning suv uzatishi orqali.

Umumiy holda depressiya yuzasi yuvilish yuzasidan ajralganda

$$W = K_T t / 24 + \mu_T \Delta H, \qquad (10.75)$$

bunda: K_T – to'g'on tanasi gruntining filtratsiya koeffitsiyenti, m/sut; t – sutka davomida to'g'onni yuvish vaqti, soat; μ_T – yuviladigan gruntning suv berish koeffitsiyenti; ΔH – sutkada yuviladigan grunt qatlamining balandligi, ya'ni yuvish jadalligi.

μ_T koeffitsiyenti qiymati tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Qumli, qumli-graviyli gruntlar uchun uning qiymatini 10.6-jadvaldan olish mumkin.

10.6-jadval

Suv berish koeffitsiyenti μ_T ning qiymatlari

Effektiv diametr, mm	μ_T
0,10	0,15
0,15	0,20
0,20	0,23
0,30	0,25
0,50	0,28

(10.75) formulani quyidagi shart bajarilganda qo'llash mumkin

$$h_c \geq y_T, \qquad (10.76)$$

bunda: h_c – yuvish boshlanishi oldidan loyqa o'tkazuvchi ostidagi quritiladigan grunt zonasi chuqurligi; y_T – yuvish vaqti t bo'lganda gruntga singadigan suv chuqurligi, tanlov usuli bilan Sunkera formulasidan aniqlanadi:

$$t = \frac{m - W_0}{K_T}\left[y_T - h_k \ln\left(1 + \frac{y_T}{h_k}\right)\right], \qquad (10.77)$$

bunda m – gruntning aktiv g'ovakligi; W_0 – gruntning boshlang'ich namligi, taxminan qum uchun 0,006...0,10; qumloq grunt uchun 0,10...0,15; sog' tuproqli grunt uchun 0,15...0,20 ga teng; y_T – t

vaqt ichida ho'llanish chuqurligi; h_k – ho'llanish frontidagi kapillar bosim, taxminan kapillar ko'tarilsh balandligini yarmiga teng.

(10.76) dagi me'zon bajarilmaganda filtratsiya oqimi butun yuvilish zonasi bo'yicha grunt suv bilan to'liq to'yingan deb faraz qilingan holat uchun qarab chiqilishi lozim.

Yuvilish zonasi to'liq suv bilan to'yingan zonadagi to'g'onda hosil bo'luvchi filtratsiya oqimi birinchi turdagi oqim, yuvilish zonasi suv bilan to'liq to'yinmaganda infiltratsiya tufayli hosil bo'luvchi oqim, ikkinchi turdagi oqim deb ataladi.

2. Suv o'tkazmaydigan zamindagi to'g'onlar

A. Pastki befda suv bo'lmaganda drenajsiz to'g'on (10.39-rasm, a). Filtratsiya sarfi yordamchi ikkita kesishadigan egri chiziqlar grafigini $q=f(h_h)$ qurish yo'li bilan aniqlanadi (10.39-rasm, b). Ulardan biri 10.40-rasmdagi hisobiy grafik yordamida h_h ga har xil qiymatlar berib quriladi, ikkinchisi esa h_p ning o'sha qiymatlarida quyidagi formula bo'yicha quriladi:

$$\frac{q}{K_T}=\frac{1}{m^2-0{,}25}\left[A-\sqrt{A^2-(m^2-0{,}25)h_h^2}\right], \qquad (10.78)$$

bunda m – to'g'on pastki qiyaligi qiyalik koeffitsiyenti

$$A=l_2-\frac{2m_0^2h_h}{1+2m_0}$$

bunda m_0 – 2–2 kesimda teng potensial chizig'ini joylashish shartlari, har bir qabul qilingan h_h uchun 10.41-rasmdagi grafigidan aniqlanadi.

Depressiya egri chizig'i 1–1 va 2–2 kesimlar oralig'ida quyidagi tenglama bo'yicha quriladi

$$h_h=\sqrt{2(l_2-mh_v-x)q/K_T+h_v^2}\ , \qquad (10.79)$$

bunda: $m_0h_h \le x \le mh_v$; $h_v=(0{,}5+m)q/K_T$

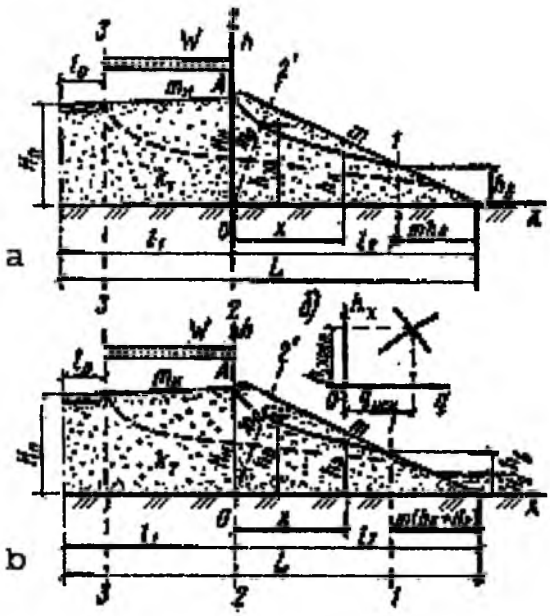
Egri chiziq boshlang'ich uchastkasini A nuqta bilan chizib birlashtiriladi.

Faqat tindirgich – havzadagi filtratsiya hisoblarida hisobiy formulalarda $l_1=l_2$; $l_2=L-l_0$ va $H_н=H_П$ qabul qilish kerak.

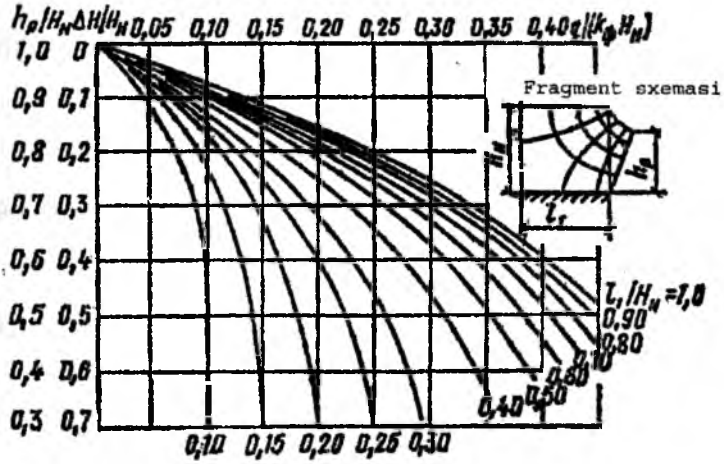
B. Pastki befda suv bo'lganda drenajsiz to'g'on (10.39-rasm, b). 2–2 kesimdagi filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi h_p ni 10.39-rasm, b dagi $q = f(h_p)$ funksiyasining yordamchi grafigidan aniqlanadi. Ammo bunda egri chiziqni 10.40-rasmdagi hisobiy grafik ma'lumotlari bo'yicha quriladi, ikkinchidan esa kutilishi mumkin bo'lgan chegarada sizib chiqish balandligi h_v ni qiymat berib quyida keltirilgan formulalar bo'yicha quriladi.

$$\frac{q}{K_T} = \frac{h_v}{\alpha}\left(1 + \frac{H_2}{h_v \dfrac{mH_2}{2\alpha^2}}\right); \qquad (10.80)$$

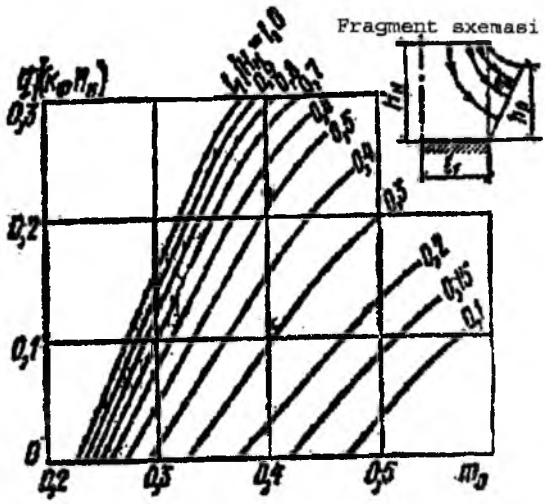
$$h_h = \sqrt{4\beta^2 (q/K_T)^2 + B} - 2\beta q / K_T \qquad (10.81)$$



10.39-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi drenajsiz bir jinsli yuvma to'g'on filtratsiya hisobi sxemalari:**
a – pastki befda suv bo'lmaganda; b – pastki befda suv bo'lmaganda.



10.40-rasm. **Yuvma to'g'on ichki fragmenti oblastida uning tanasi chegaraviy to'yinganda filtratsiya sarfi q ni aniqlash uchun hisobiy grafik.**



10.41-rasm. **Yuvma to'g'on ichki fragmenti pastki qirrasining m_0 qiyalik koeffitsiyentini aniqlash hisobiy grafigi.**

bunda $$a = m + 0{,}5; \beta = \frac{m_0^2}{1 + 2m_0} \qquad (10.82)$$

$$B = 2\left[l_2 - m(h_v + H_2)q / K_T + (h_v + H_2)^2\right]$$

1–1 va 2–2 kesimlar oralig'idagi depressiya egri chizig'i quyidagi formula bo'yicha quriladi

$$h_h = \sqrt{2\frac{q}{K_T}\left[l_2 - m(H_2 + h_v) - x\right] + h_v^2} \qquad (10.83)$$

bunda $m_0 h_h \le xm(H_2 + h_h)$ va yuvilish yuzasidagi A nuqta bilan chizib birlashtiriladi.

Keltirilgan formulalarni faqat tindirgich – havzadagi filtratsiyani hisoblash uchun qo'llash mumkin.

Bunda $H_n = H_n$; $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - L_0$ deb qabul qilinishi lozim.

D. Qatlamli drenajli to'g'on (10.42-rasm). Filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi H_x ni 10.42-rasm, b dagi $q = f(h_h)$ yordamchi grafigidan aniqlanadi. Egri chiziqlardan birini h_h ga har xil qiymatlar berib 10.40-rasmdagi hisobiy grafik ma'lumotlari bo'yicha quriladi, ikkinchisini esa h_h ning o'sha qiymatlarida va ularga mos keluvchi 10.41-rasmdagi grafikdan aniqlanadigan m_0 ning qiymatlarida quyidagi formula bo'ycha quriladi

$$\frac{q}{K_T} = \sqrt{L_h^2 + h_h^2} - L_h, \qquad (10.84)$$

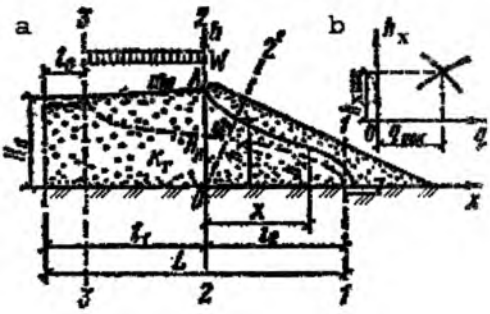
bunda $$L_h = L_2 - \frac{2m_0}{1 + 2m_0} h_h$$

1-1 va 2-2 kesimlar oralig'idagi depressiya egri chizig'i

$$h_h = \sqrt{2(L_h - x)q / K_T + (q / K_T)^2} \quad m_0 h_h \le x \le l_2 \qquad (10.85)$$

bo'lganda.

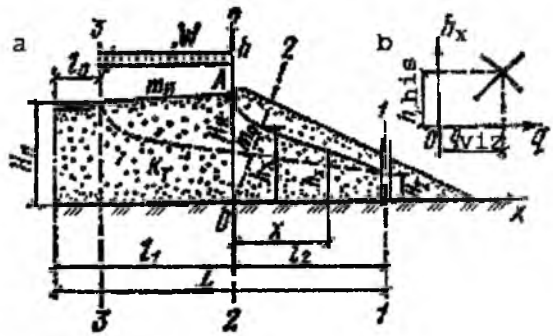
Egri chiziq boshlanish qismini yuvilish yuzasidagi A nuqta bilan chizib birlashtiriladi.



10.42-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi qatlamli drenajli bir jinsli yuvma to'g'on filtratsiya hisobi sxemasi.**

Faqat tindirgich - havzadagi filtratsiya uchun hisobni yuqorida keltirilgan formulalar bo'yicha olib boriladi, ularda $H_н = H_П$; $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$ qabul qilinadi.

E. Vertikal drenajli (ignafiltrli) to'g'onlar (10.43-rasm). 2–2 kesimdagi filtratsiya sarfi q va oqim chuqurligi h_h ni 10.43-rasm, b dagi $q = f(h_h)$ funksiyasi grafigidan aniqlanadi. Egri chiziqlardan birini 10.40-rasmdagi hisobiy grafik ma`lumotlari bo'yicha quriladi, ikkinchisi esa h_h ga har xil qiymatlar berib va 10.41-rasmdagi grafikdan ularga mos keluvchi m_0 ning qiymatlarida quriladi:



10.43-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi vertikal drenajli bir jinsli yuvma to'g'on filtratsiya hisobi sxemasi.**

$$\frac{q}{K_T} = \frac{h_h^2 - H_2^2}{2L_h} \qquad (10.86)$$

bunda $$L_h = l_2 - \frac{2m_0^2}{1+2m_0} h_h$$

Depressiya egri chizig'i quyidagi tenglama bo'yicha quriladi

$$h_h = \sqrt{2(l_2 - x)q / K_T + H_2^2} \quad m_0 h_h \le x \le l_2 \qquad (10.87)$$

bo'lganda.

Egri chiziq boshlanish uchastkasini yuvilish yuzasidagi A nuqta bilan chizib birlashtiriladi.

Keltirilgan formulalarni faqat tindirgich – havzadagi filtratsiya hisoblari uchun qo'llash mumkin. Bunda $H_н = H_П$; $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$ deb qabul qilish lozim.

F. Yarusli (qavatli) drenajli to'g'on (10.44-rasm). Filtratsiya sarfi q va h_h chuqurligi 10.44-rasm, D dagi $q = f(h_h)$ funksiyasi yordamchi grafigidan aniqlanadi. Egri chiziqlardan birini h_h ga har xil qiymatlar berib 10.40-rasmdagi hisobiy grafik ma'lumotlari bo'yicha quriladi, ikkinchisi esa h_h ning o'sha qiymatlarida va ularga mos keluvchi 10.41-rasmdagi grafikdan aniqlanadigan m_0 ning qiymatlarida quyidagi formula bo'yicha quriladi

$$q = K_T \frac{(h_h - B + h_н)^2 - B^2}{2C_1} \qquad (10.88)$$

bunda $$B = \frac{C_1}{C_2}\left(h_н + \frac{\pi C_2}{\ln\frac{2h_н}{\pi d} + \frac{\pi C_1 C_2}{l_2 h_н}}\right)$$

Diametri d bo'lgan birinchi drenajga tushadigan sarf (10.44-rasm, b):

$$q_{dr} = K_T\left[\frac{(h_h - h_н)^2}{2C_1} + \frac{\pi(h_h - h_н)}{\ln\frac{2h_н}{\pi d} + \frac{\pi C_1 C_2}{l_2 h_н}}\right] \qquad (10.89)$$

Keyingi (ikkinchi) tashqi fragment elementiga tushadigan sarf

$$q_{np} = q - q_{dr} \,. \qquad (10.90)$$

Drenaj va 2–2 kesim oralig'idagi depressiya egri chizig'i quyidagi formula bo'yicha quriladi

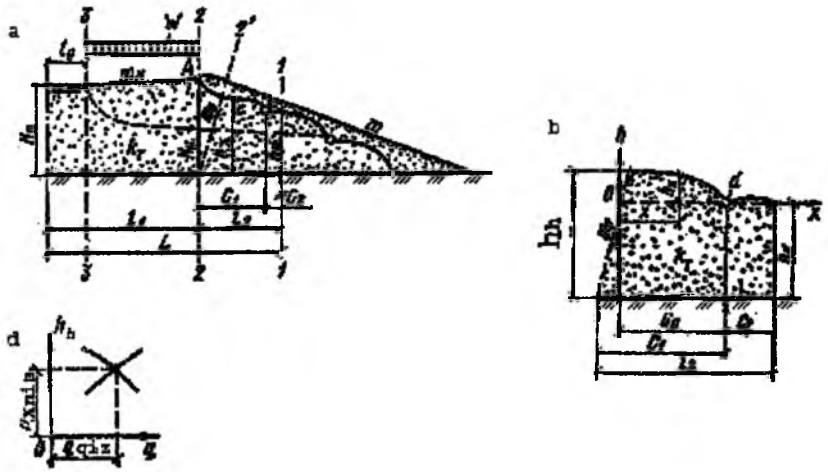
$$h_h = h_h - \sqrt{\left(h_h - h_u\right)^2 x / C_p} \qquad (10.91)$$

bunda

$$C_p = C_1 - \frac{m_0}{1+2m_0} h_h$$

Egri chiziq boshlanish uchastkasini yuvilish yuzasidagi A nuqta bilan chiziqli birlashtiriladi.

Fragmentning keyingi elementlaridagi hisoblar (10.90) formula bo'yicha aniqlanadigan suv sarfi va berilgan suv oqimi chuqurligi qiymatlaridan kelib chiqib, xuddi birinchi holatdagi singari bajariladi. Bunda (10.91) formulada $m_0 = 0$ qabul qilinadi.



10.44-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi yarusli drenajli bir jinsli yuvma to'g'on filtratsiya hisobi sxemasi:**
a – drenajlarning joylashuvi; b – hisobiy fragment; v – $q=f(h_h)$ funksiyasi grafigi.

Keltirilgan formulalarni faqat tindirgich - havza hisoblari uchun qo'llash mumkin. Bunda $H_н = H_п$; $l_1 = l_0$; va $l_2 = L - l_0$ deb qabul qilish lozim.

3. Suv o'tkazadigan zaminlardagi to'g'onlar

A. Drenajsiz to'g'on (10.45-rasm) suv bilan yuviladigan zonada to'g'on tanasini chegaraviy to'yinishiga mos keladigan birinchi turdagi oqim uchun (10.45-rasm, a) to'g'on tanasi va zaminidagi filtratsiya sarfi ikkita tenglamadan aniqlanadi:

$$q = K_T \frac{h_v}{\alpha}\left[1 + \frac{H_2}{h_v + \frac{mH_2}{2\alpha^2}} + \frac{\frac{K_z}{K_T}T}{h_v + \frac{mH_2 + 0{,}44T}{\alpha}}\right] \qquad (10.92)$$

bunda $\alpha = m + 0{,}5$;

$$q = K_z T \lambda \left[A - \sqrt{A^2 - B}th(\lambda l_1)\right] \qquad (10.93)$$

$$\left.\begin{aligned} A &= H_н + \frac{K_z}{K_T}T\left[1 + l_2 \lambda th(\lambda l_1)\right] \\ B &= \left(H_н + \frac{K_z}{K_T}T\right)^2 - \left(H_2 + h_v + \frac{K_z}{K_T}T^2\right) \\ l_2 &= L_2 - l_1 - m(H_2 + h_v) \\ \lambda &= \sqrt{\frac{K_T}{K_z}\frac{1}{H_н T}}. \end{aligned}\right\} \qquad (10.94)$$

(10.92) va (10.93) formulalar bo'yicha q va h_v ning qiymatlarini aniqlash uchun, h_v ga har xil qiymatlar berib $q = f(h_v)$ funksiyasi yordamchi grafigi quriladi (10.45-rasm, b).

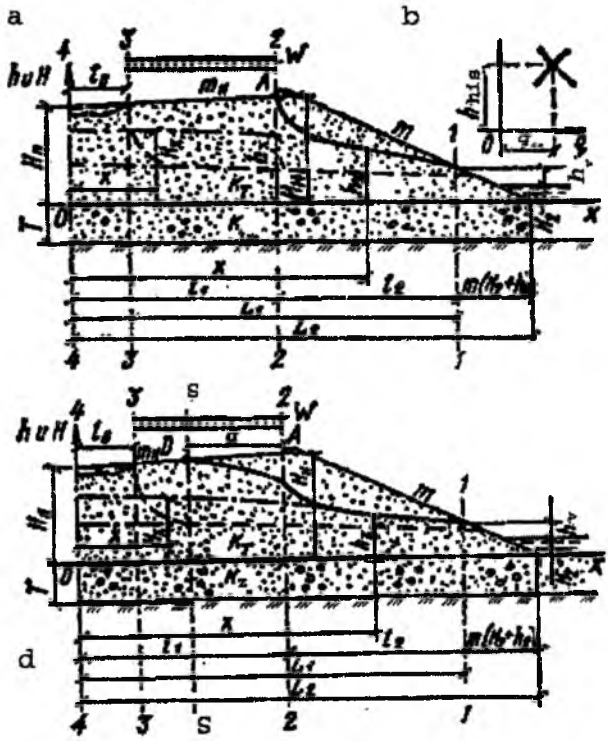
1–1 va 2–2 kesimlar depressiya egri chizig'i quyidagi formula bo'yicha quriladi.

$$h_h = \sqrt{2\frac{q}{K_T}(L_1 - x) + \left(H_2 + h_v + \frac{K_z}{K_T}T\right)^2} - \frac{K_z}{K_T}T$$

$l_1 \le x \le L_1$ bo'lganda (10.95)

Depressiya egri chizig'i boshlanish uchastkasini A nuqta bilan chiziqli birlashtiriladi.

2—2 va 4-4 kesimlari oralig'idagi zamindagi pezometrik bosim quyidagi formuladan hisoblanadi:



10.45-rasm. **Qalinligi cheklangan suv o'tkazadigan zamindagi drenajsiz bir jinsli yuvma to'g'on filtratsiya hisobi sxemalari.** a – to'g'on tanasini suv bilan chegaraviy darajada to'yinish holatidagi oqim; b – $q=f(h_v)$ funksiya grafigi; d – yuvilish yuzasidan depressiya yuzasining qisman ajralish holatidagi oqim.

$$H_h = \left[1 - \frac{ch(\lambda x)}{ch(\lambda l_1)}\right](H_H - h_h) + h_h$$

bunda $0 \le x \le l_1$, (10.96)

$$h_h = \sqrt{2l_2 \frac{q}{K_T} + \left(H_2 + h_v + \frac{K_z}{K_T} T\right)^2} - \frac{K_z}{K_T} T. \quad (10.97)$$

2–2 va 4–4 kesimlar uchastkasi oralig'ida to'g'on tanasiga yuvilish yuzasidan keladigan solishtirma sarf:

$$q = K_T \frac{H_H - h_h}{H_H} \frac{ch(\lambda x)}{ch(\lambda l_1)}$$

$0 \le x \le l_1$ bo'lganda (10.98)

Keltirilgan formulalarni faqat tindirgich – havzadagi filtratsiyani hisoblash uchun qo'llash mumkin. Bu holda formulalarda $H_H = H_П$; $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$ deb qabul qilinadi.

Ikkinchi turdagi oqim mavjud bo'lsa (10.45-rasm, d) to'g'on tanasi va zamindagi filtratsiya sarfi (10.92) tenglama bo'yicha va quyidagi tenglamadan aniqlanadi:

$$q = M - \sqrt{M^2 - N}, \quad (10.99)$$

bunda

$$\left.\begin{aligned}
M &= \frac{ED + D^2 Wa + l_2 / K_T}{D^2};\\
N &= \frac{E^2 + 2EDWa + D^2 W^2 a^2 - C^2}{D^2};\\
E &= H_H - \frac{a}{m_H} - \frac{Wa^2}{2K_z T} + \frac{K_{oc}}{K_T} T;\\
D &= \frac{1 + a\lambda_1 th\left[\lambda_1 (l_1 - a)\right]}{K_z T \lambda_1 th\left[(\lambda_1 - l_1)a\right]};\\
\lambda_1 &= \sqrt{\frac{K_T}{K_z} \frac{1}{(H_H - a/m_H)T}};\\
C &= H_2 + h_v + \frac{K_T}{K_z} T.
\end{aligned}\right\} \quad (10.100)$$

Bunda a taxminan quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$a_{\min} = \frac{1}{\lambda} arch \frac{\frac{W}{K_T} H_H ch(\lambda l_1)}{H_H - h_h} \qquad (10.101)$$

unga (10.97) va (10.94) bog'lanishlar bilan aniqlanadigan h_h va λ ni qo'yib, so'ngra ketma-ket yaqinlashuv usluli bilan quyidagi formula bo'yicha aniqlashtiriladi.

$$a = A_1 - \sqrt{A_1^2 - B_1}, \qquad (10.102)$$

bunda

$$A_1 = \frac{1}{W}\left(q + \frac{K_T - W}{m_n W}\frac{K_z}{K_T} T\right); \quad B_1 = \frac{2K_z T}{W}\left(\frac{K_T - W}{K_T} H_n - h_h\right)$$

Chegaraviy qiymat $a = l_1 - l_0$

h_v ga har xil qiymatlar berib, $q = f(h_v)$ funksiyasi yordamchi grafigini qurish yo'li bilan (10.45-rasm, b) (10.92) va (10.99) tenglamalar bo'yicha sarf q va chiqish balandligi h_v aniqlanadi.

Depressiya egri chizig'i quriladi:

a) (1–1 va 2–2 kesimlar oralig'ida 10.95) formula bo'yicha;

b) 2–2 va S–S kesimlar oralig'ida formula bo'yicha:

$$h_h = \frac{K_T}{K_T - W}\left[\frac{2q(l_1 - x) - W(l_1 - x)}{2K_z T} + h_h\right]$$

$l_1 - a \le x \le l_1$ bo'lganda (10.103)

$$h_h = \sqrt{\left(h_v + H_2 + \frac{K_z}{K_T} T\right) + 2L_1 - m(h_v + H_2)\frac{q}{h_v}} - \frac{K_z}{K_T} T \qquad (10.104)$$

(10.104) formulaga birinchi turdagi oqim uchun topilgan q sarf qabul qilinadi.

Zamindagi pezometrik bosimlarni quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

a) 2–2 va S–S kesimlar oralig'ida

$$H_h = \frac{1}{K_z T}\left[q(l_1 - x) - W\frac{(l_1 - x)^2}{2}\right] + h_h$$

$l_1 - a \le x \le l_1$ bo'lganda; (10.105)

b) S–S va 4–4 kesimlar oralig'ida

$$H_x = \left[1 - \frac{ch(\lambda_1 x)}{ch(l_1 - a)}\right]\left(H_н - \frac{a}{m_н} - H_a\right) + H_a$$

$0 \le x \le l_1 - a$ bo'lganda, (10.106)

bunda

$$H_a = \frac{1}{K_z T}\left(qa - W\frac{a^2}{2}\right) + h_h, \quad (10.107)$$

(10.105) va (10.107) formulalar uchun h_h ni (10.97) ifodadan topiladi.

Yuvilish yuzasidan to'g'on tanasiga keladigan solishtirma filtratsiya sarflari quyidagi formulalardan aniqlanadi.

a) 2–2 va S–S kesimlari oralig'ida

$$q = Wa; \quad (10.108)$$

b) S–S va 4–4 kesimlar oralig'ida

$$q = K_T \frac{H_н - a/m_н - H_н}{H_н - a/m_н} \frac{ch(\lambda_1 x)}{ch[(\lambda_1(l_1 - a)]}.$$

$0 \le x \le l_1 - a$ bo'lganda (10.109)

Bunda λ_1 va $H_н$ larni (10.100) va (10.107) ifodalar bo'yicha topiladi.

B. Qatlamli drenajli to'g'on (yoki prizmali drenaj) (10.46-rasm). birinchi turdagi oqim (10.46-rasm, a) solishtirma filtratsiya sarfi quyidagi formuladan topiladi

$$q = K_z T\lambda(C - \sqrt{C^2 - D})th(\lambda L_1), \quad (10.110)$$

bunda

$$\left.\begin{aligned} C &= H_н + \frac{K_z}{K_T}T + \frac{Kz}{K_T}T\lambda(l_2+T)th(\lambda l_1) \\ D &= \left(H_н + \frac{K_z}{K_T}T\right)^2 - \left(\frac{K_z}{K_T}T\right)^2; \\ \lambda &= \sqrt{\frac{K_T}{K_z}\frac{1}{H_н T}}. \end{aligned}\right\} \qquad (10.111)$$

Depressiya egri chizig'ini quyidagi formulalar bo'yicha quriladi:
a) drenaj va 1–1 kesimlar oralig'idagi uchastkada

$$h_x = \frac{h_1^2}{T}\sqrt{\left(\frac{T^2}{h_1^2}-1\right)\left(1+2\frac{L-x}{T}\right)+1};$$

$L \le x \le L + T/2$ bo'lganda; (10.112)

$$h_1 = \sqrt{\frac{T^2}{4}\left(\frac{K_z}{K_T}\right)^2 T\frac{q}{K_T}} - \frac{K_z}{K_T}\frac{T}{2} \qquad (10.113)$$

b) 1–1 va 2–2 kesimlar oralig'idagi uchastkada

$$h_h = \sqrt{2\frac{q}{K_T}(L-x)+\left(h_1+\frac{K_z}{K_T}T\right)^2} - \frac{K_z}{K_T}T$$

$l_1 \le x \le L$ bo'lganda. (10.114)

Depressiya egri chizig'i boshlanish uchastkasi A nuqta bilan chizib birlashtiriladi.

2–2 va 4–4 kesimlar oralig'idagi pozometrik bosim va solishtirma filtratsiya sarfi (10.96) va (10.98) formulalar bo'yicha ularni o'rniga

$$h_h = \sqrt{2(l_2+T)\frac{q}{K_T}+\left(\frac{K_z}{K_T}T\right)^2} - \frac{K_z}{K_T}T \qquad (10.115)$$

ni qo'yib hisoblanadi.

Keltirilgan formulalar faqat tindirgich-havzadagi filtratsiyani hisoblash uchun qo'llash mumkin. Bu holda $H_н = H_П$; $l_1 = l_0$ va $l_2 = L - l_0$ deb qabul qilinadi.

Ikkinchi turdagi oqim uchun (10.46-rasm, b) solishtirma filtratsiya sarfi

$$q = B - \sqrt{B^2 - c}, \qquad (10.116)$$

bunda

$$\left.\begin{aligned} B &= \frac{ED + D^2 Wa + \dfrac{l_2 + T}{K_T}}{D^2}; \\ C &= \frac{E^2 + 2EDWa + D^2 W^2 a^2 - \left(\dfrac{K_z}{K_T} T\right)^2}{D^2}; \\ E &= H_н - \frac{a}{m_н} - \frac{Wa^2}{2K_z T} + \frac{K_z}{K_T} T; \\ D &= \frac{1 + a\lambda_1 th\left[\lambda_1 (l_1 - a)\right]}{K_z T \lambda_1 th\left[\lambda_1 (l_1 - a)\right]}; \\ \lambda_1 &= \sqrt{\frac{K_T}{K_z} \frac{1}{(H_н - a/m_н)T}}. \end{aligned}\right\} \qquad (10.117)$$

Infiltratsiya zonasi uzunligi a_{min} ni oldin taxminan (10.101) ifoda bo'yicha topiladi va so'ngra ketma-ket yaqinlashuv bilan (10.102) ifoda bo'yicha aniqlashtiriladi.

Depressiya egri chizig'i quriladi:

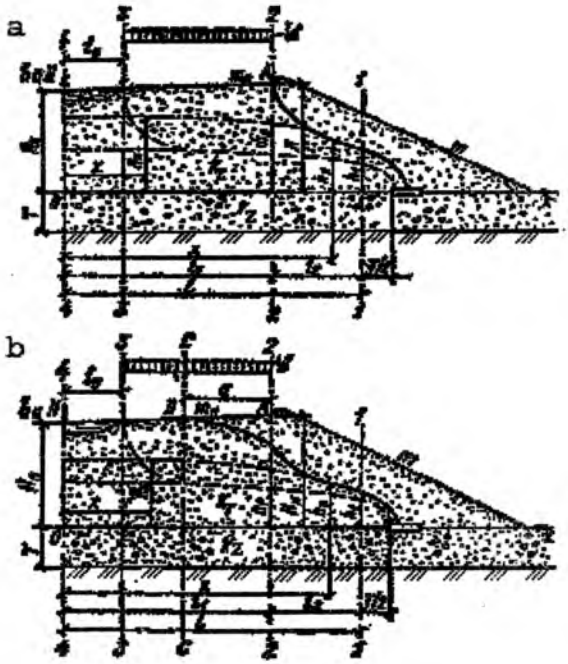
a) (10.112) – (10.114) formulalar bo'yicha drenaj va 2–2 kesim oralig'ida;

b) h_h ni (10.115) ifoda bo'yicha hisoblab 2–2 va S–S kesimlar oralig'ida (10.103) formula bo'yicha.

Pezometrik bosimlar aniqlanadi:

a) (10.105) formula bo'yicha 2–2 va S–S kesimlar oralig'ida;

b) (10.106) va (10.107) formulalar bo'yicha S–S va 4–4 kesimlar oralig'ida



10.46-rasm. **Cheklangan qalinlikdagi suv o'tkazadigan zamindagi qatlamli drenaji mavjud bo'lgan bir jinsli yuvma to'g'on filtratsiya hisobi sxemalari:**
a – to'g'on tanasi suv bilan chegaraviy to'yinish holatidagi oqim;
b – yuvilish yuzasidan depressiya yuzasini qisman ajralishidagi oqim.

(10.105) va (10.107) formulalardagi h_h qiymatini (10.114) ifodadan topiladi.

Yuvilish yuzasidagi solishtirma filtratsiya suv sarfi λ_1 va H_0 larni (10.100) va (10.107) bog'lanishlar bo'yicha aniqlab, ularni (10.108) va (10.109) formulalarga qo'yib hisoblanadi.

4. To'g'onlarda depressiya yuzasini pasayish tezligini hisoblash

A. Suv o'tkazmaydigan zamindagi drenajsiz to'g'on. Qaralayotgan yarusda yuvish to'xtatilgandan so'ng, ya'ni yuvishning alohida sikllari o'rtasidagi vaqt davomida depressiya yuzasini pasayish tezligi,

inshootni yuvib barpo qilish jadalligini tanlash maqsadida aniqlanadi. Hisoblar "statsionar holatlarni ketma-ket almashtirish uslubi" ga asoslangan bo'lib, uning mohiyatiga ko'ra nobarqaror oqimni vaqt bo'yicha o'zgaruvchan parametrga ega barqaror oqim to'plami deb qaraladi.

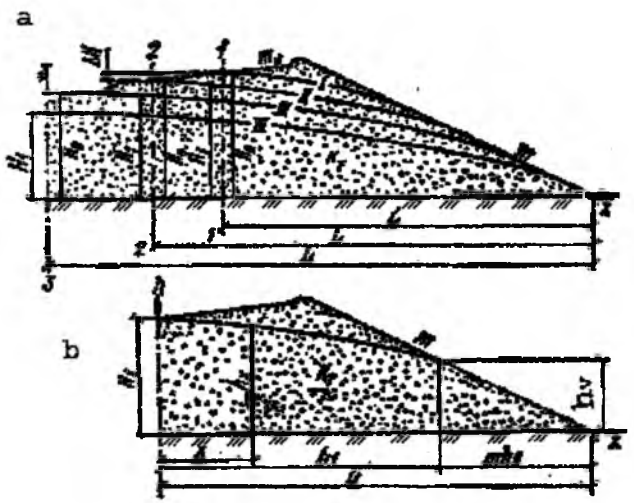
Depressiya yuzasining pasayishi uchastkalar bo'yicha hisoblanadi (10.47-rasm, a). Uchastkalar soni ularning har birida tushish $\Delta H = H_0 - H$ 1 m dan oshmasligi sharti asosida belgilanadi.

Har bir uchastkaning chap tomoni chegarasida depressiya yuzasining H_0 dan H_1 gacha pasayish vaqti:

$$t = mL\frac{\mu_T}{K_T}\left[\ln\frac{H_0}{H_1} + \frac{7}{12m}\left(\frac{1}{\eta_1} - \frac{1}{\eta_0}\right) - \right.$$

$$\left. - 2m(\eta_0 - \eta_1) + \frac{5m^3}{36}\left(\eta_0^3 - \eta_1^3\right)\right] \qquad (10.118)$$

bunda $\eta_0 = H_0 / L$; $\eta_1 = H_1 / L$.



10.47-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi bir jinsli drenajsiz yuvma to'g'onda depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini hisoblash sxemalari:**
I–IV – depressiya egri chizig'ining ketma-ket holatlari.

Solishtirma filtratsiya sarfi

$$q = K_T H_1^2 / L . \qquad (10.119)$$

Depressiya egri chizig'i quyidagi tenglama bo'yicha quriladi.

$$h_h = H_1 \sqrt{1 - \frac{x^2}{L^2 - m^2 H_1^2}}$$

$0 \le x \le L - m^2 H_1^2 / L$ bo'lganda. (10.120)

Ordinata o'qini qaralayotgan uchastkaning chap chegarasida qabul qilinadi (10.47-rasm, b).

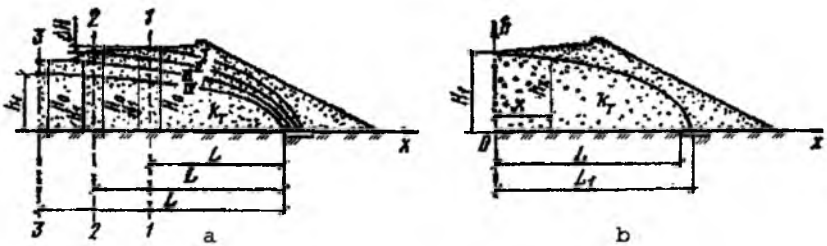
B. Suv o'tkazmaydigan zamindagi qatlamli drenajli to'g'on. Depressiya yuzasini pasayishi uchastkalar bo'yicha hisoblanadi (10.48-rasm, a), ularning soni yuzaning pasayish boshlanishidagi xarakteriga bog'liq bo'lib, lekin to'rttadan ortiq qabul qilinmaydi.

Har bir uchastkaning chap tomon chegarasida depressiya yuzasining H dan H_1 gacha pasayish vaqti:

$$t = \frac{\pi \mu_T L}{8 K_T} \left[F\left(\frac{H_1}{L}\right) - F\left(\frac{H_0}{L}\right) \right], \qquad (10.121)$$

bunda

$$F\left(\frac{H_n}{L}\right) = \frac{L}{H_n} - 2\frac{H_n}{L} + \sqrt{2 + \left(\frac{L}{H_n}\right)^2} - \frac{3}{\sqrt{2}} arsh\left(\sqrt{2}\frac{H_n}{L}\right); \qquad (10.122)$$



10.48-rasm. **Suv o'tkazmaydigan zamindagi qatlamli drenajli bir jinsli yuvma to'g'onda depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini hisoblash sxemalari.**

H_n – qaralayotgan kesimdagi filtratsiya oqimining berilgan chuqurligi.

H_n chuqurlikka mos keluvchi q sarfi va depressiya egri chizg'i ordinatasi (10.48-rasm, b) quyidagi formulalardan hisoblanadi:

$$q = K_T\left(\sqrt{2H_1^2 + L^2} - L\right); \tag{10.123}$$

$$h_n = \sqrt{H_1^2 - \frac{qx^2}{K_T L}}. \tag{10.124}$$

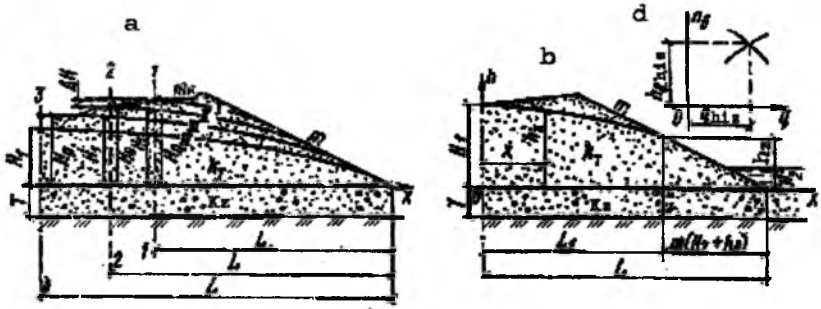
D. Suv o'tkazadigan zamindagi drenajsiz to'g'on. Depressiya egri chizig'ining pasayishi uchastkalar bo'yicha hisoblandi (10.49-rasm, a).

Har bir uchastkaning chap tomoni chegarasida depressiya yuzasining H_0 dan H_1 ga pasayish vaqti quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$t = \sum 2\frac{V_0 - V_1}{q_0 + q_1}, \tag{10.125}$$

bunda V_0 va V_1 – H_0 va H_1 chuqurliklariga mos keluvchi to'g'on gruntining g'ovaklaridagi suv hajmlari; q_0 va q_1 – H_0 va H_1 chuqurliklariga mos keluvchi solishtirma filtratsiya suv sarflari.

q_0 va q_1 qiymatlari 10.49-rasm, b da keltirilgan hisobiy sxema uchun quyidagi formuladan hisoblanadi:



10.49-rasm. **Suv o'tkazadigan zamindagi drenajsiz bir jinsli yuvma to'g'onda depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini hisoblash sxemalari.**

$$q = K_T \frac{\left(H_n + \frac{K_z}{K_T} T\right)^2 - \left(H_2 + h_v + \frac{K_z}{K_T} T\right)^2}{L_1}; \quad (10.126)$$

$$q = K_z \frac{2h_v T}{2m(H_2 + h_v) + T} + K_T \left(\frac{h_v}{m} + \frac{h_v H_2}{m h_v + \frac{m}{2m+1} H_2} \right), \quad (10.127)$$

bunda $L_1 = L - m(H_2 + h_s)$

h_s va q larni aniqlash uchun yordamchi grafik tuziladi (10.49-rasm, d).

V_0 va V_1 hajmlari qiymatlari quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$V_n = \frac{1}{2} \mu_T L_1 \left[\left(h_v + H_2 - \frac{K_z}{K_T} T \right) + \frac{\left(H_n + \frac{K_z}{K_T} T\right)^2}{\sqrt{\frac{qL_1}{K_T}}} \arcsin \frac{\sqrt{\frac{q}{K_T} L_1}}{H_n + \frac{K_z}{K_T} T} + \right.$$

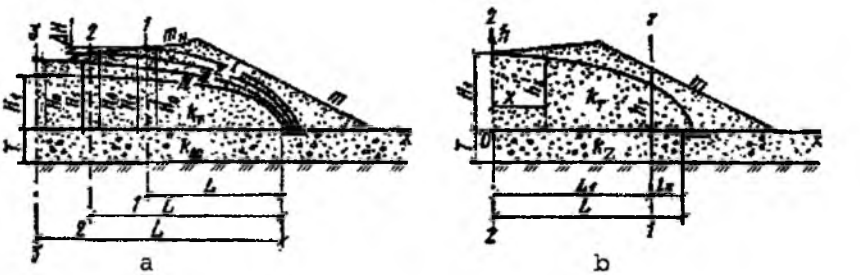
$$\left. + \frac{m}{L_1} (h_v + H_2)^2 \right], \quad (10.128)$$

bunda H_n – qaralayotgan chegaradagi berilgan oqim chuqurligi.

Depressiya egri chizig'i quyidagi tenglamadan tuziladi:

$$h_h = \sqrt{\left(H_n + \frac{K_z}{K_T} T\right)^2 - \frac{qx^2}{K_T L_1}} - \frac{K_z}{K_T} T. \quad (10.129)$$

E. Suv o'tkazadigan zamindagi tasmali drenajli to'g'on (10.50-rasm). Depressiya egri chizig'i pasayishi (10.125) formuladan foydalanib uchastkalar bo'yicha, so'nggi farqlar uslubi yordamida aniqlanadi.



10.50-rasm. **Suv o'tkazadigan zamindagi tasmali drenajli bir jinsli yuvma to'g'onda depressiya egri chizig'ini pasayish tezligini hisoblash sxemalari.**

bunda V_0, V_1 va ularga mos keluvchi sarflar q_0 va q_1 quyidagi formulalardan topiladi:

$$V_n = \frac{1}{2}\mu_T L_1 \left[\left(h_1 - \frac{K_z}{K_T} T \right) + \frac{\left(H_n + \frac{K_z}{K_T} T \right)^2}{\sqrt{\frac{qL_1}{K_T}}} \arcsin \frac{\sqrt{\frac{qL_1}{K_T}}}{H_n + \frac{K_z}{K_T} T} + \right.$$

$$\left. + \frac{3}{4} \frac{l_3}{L_1} \frac{h_1^3 - h_0^3}{h_1^2 - h_0^2} \right]; \qquad (10.130)$$

$$q_n = K_T \frac{\left(H_n + \frac{K_z}{K_T} T \right)^2 - \left(h_1 + \frac{K_z}{K_T} T \right)^2}{L_1}, \qquad (10.131)$$

bunda

$$h_1 = \sqrt{\left(\frac{A}{2B}\right)^2 + \frac{H_n^2 + 2H_n \frac{K_z}{K_T} T}{B}} - \frac{A}{2B}; \qquad (10.132)$$

$$A = \frac{K_z}{K_T} T \left(2 + \frac{L_1}{l_3 + 0{,}4T}\right);$$

$$B = 1 + \frac{L_1}{2l_3};$$

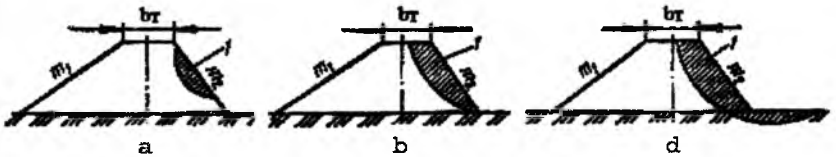
$$h_0 = \sqrt{h_1^2 + l_3^2} - l_2, \qquad (10.133)$$

1–1va 2–2 kesimlari oralig'idagi depressiya egri chizig'i (10.129) tenglama bo'yicha tuziladi.

10.3.8. Gruntli to'g'onlar qiyaliklarining ustuvorlik hisoblari

Hisoblarning vazifalari va ularning uslublari. Ba'zi bir sharoitlarda gruntli to'g'onlar qiyaliklari ustuvorligini yo'qotadi, to'g'on tanasi chegarasida yoki zamindagi gruntning ham bir qismini o'z ichiga olib o'pirilib ketish ro'y beradi.

Qiyaliklar ustuvorligi hisoblari berilgan to'g'on tanasi va zaminidagi gruntning fizik-mexanik tavsiflari, ma'lum bo'lgan to'g'on



10.51-rasm. **Qiyaliklarni o'pirilib ketish ko'rinishlari:**
a – to'g'on qiyaligini bir qismi chegarasida; b – qiyalik umumiy balandligi chegarasida; d-zaminning bir qismini o'z ichiga olib; 1 – o'pirilish massivi.

ko'ndalang kesimining geometrik o'lchamlari va qurilgan depressiya egri chizig'i holati uchun olib boriladi. Hisoblar natijasida minimal ustuvorlik koeffitsiyenti qiymati aniqlanadi, u me'yoriyga teng yoki undan katta bo'lishi kerak, uning qiymati inshoot kapitallik sinfi bo'yicha aniqlandi (10.6-jadval).

10.6-jadval

Qiyaliklar ustuvorligi yo'l qo'yarlik zaxira koeffitsiyentlari K_{EYUK}

Yuklama va ta'sirlar birikmasi	To'g'on sinflari uchun qiyaliklar ustuvorligi yo'l qo'yarlik zaxira koeffitsiyentlari K_{EYUK}			
	I	II	III	IV
Asosiy	1,3...1,25	1,2...1,15	1,15...1,1	1,1...1,05
O'ta muhim	1,1...1,05	1,1...1,05	1,05	1,05

Eslatma: K_{EYUK} ni katta qiymatlarini qaralayotgan to'g'on konstruksiyasi elementlarini (qiyalik, ekran) yoki uning zamini to'liq gilli bo'lsa yoki har xil gruntlardan tashkil topgan bo'lsa qabul qilinadi.

Qiyaliklar ustuvorligini aniqlash bo'yicha juda ko'p uslublar ishlab chiqilgan va ular prinsipial ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruhga chegarviy muvozanat nazariyasiga asoslangan uslublar kiradi, ularda qaralayotgan grunt massivida bir vaqtning o'zida chegaraviy holat ro'y beradi deb taxmin qilinadi. Boshqa so'z bilan aytganda, grunt massivida bir vaqtning o'zida bir nechta muvozanat sirtlari hosil bo'ladi, ular bo'yicha siljish hosil bo'lishi mumkin. Ikkinchi guruh uslublarida qiyalik o'pirilishi oldindan beriladigan sirt bo'yicha ro'y beradi deb ifodalashga asoslangan, uni ko'p hollarda aylana yoyi (aylanma silindrik sirpanish sirti) yoki bir nechta to'g'ri chiziqli kesmalardan tashkil topgan siniq kesmalar shaklida qabul qilinadi.

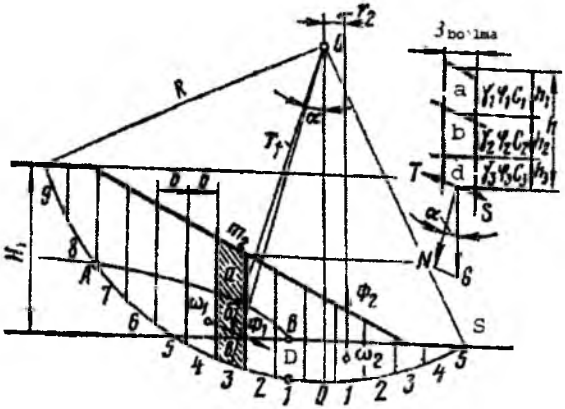
Me'yorlar bo'yicha gruntli to'g'onlar ustuvorligi hisobini aylanma sirtlarni sirpanish uslubi bo'yicha olib boriladi. Bu uslub bo'yicha qiyaliklar ustuvorligi zaxira koeffitsiyentini eng xavfli sirpanish bo'yicha aniqlanadi, bunda u minimal qiymatga ega bo'ladi. Bu sirt ketma-ket yaqinlashuv yo'li bilan aniqlanadi. Asosiy yuklamalar birikmasi bo'yicha aniqlangan ustuvorlik zaxira koeffitsiyenti me'yoriydan 15%, baland va juda baland to'g'onlar uchun esa 30% katta bo'lmasligi kerak.

Qiyaliklar ustuvorligini aylanma silindrik sirtlar sirpanishi bo'yicha hisobi. Bu uslubda grunt massivi bir qismining sirpanishi (o'pirilishi) 10.52-rasmda keltirilgan sxemaga muvofiq egri chiziqli radius bo'yicha ro'y beradi deb yo'l qo'yiladi.

Qiyalik ustuvorligi zaxira koeffitsiyenti bilan baholanadi. U to'g'on chegarasidan tashqarida, uning tepasidan yuqorida joylashgan qandaydir O nuqtaga nisbatan ushlab turuvchi kuch momentlarini siljituvchi kuch momentlariga nisbati bo'yicha aniqlanadi. Umumiy holda hisobiy formula quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$K_z = \frac{M_{ush}}{M_{sil}} . \qquad (10.134)$$

Qiyalik ustuvorlik hisobi to'g'onning 1 m uzunligida olib boriladi. Zaxira koeffitsiyentini aniqlashda filtratsiya kuchidan tashqari hamma kuchlar sirpanish sirtiga ko'chiriladi. To'g'on tanasi va zaminidagi gruntlar tavsifi bir xil bo'lmaganda, sirpanish prizmani (o'pirilish) kengligi $b = 0{,}1R$ teng bo'lmalarga bo'linadi (oxirgi, chetdagilaridan tashqari). Nolinchi bo'lmani sirpanish markazidan o'tadigan vertikal chiziqqa simmetrik holda joylashtiriladi va qolgan bo'lmalarni



10.52-rasm. **Aylanma silindrik sirtlar siljishi uslubi bilan qiyaliklar ustuvorligi hisobi sxemasi:**

a,b – mos ravishda to'g'on tanasining tabiiy holdagi namligi va suvda muallaq grunti; d – suvda muallaq holdagi to'g'on zamini grunti.

o'ng va chap tomonga qaratib tartib raqamlari bilan belgilanadi (10.52-rasm). Bo'lmalarning kengligi $b = 0{,}1R$ bo'lganda $\sin\alpha$ ni bo'lma tartib raqamining o'ndan biriga teng deb olinadi.

Agar bo'lma chegarasidagi gruntlarning hajm massalari har xil bo'lsa, hisoblarda keltirilgan doimiy hajm massasi qabul qilinadi. Bo'lmaning keltirilgan balandligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$h_{kel} = h_1\frac{\gamma_1}{\gamma_{kel}} + h_2\frac{\gamma_2}{h_{kel}} + h_3\frac{\gamma_3}{h_{kel}} .... + h_n\frac{\gamma_n}{h_{kel}} , \qquad (10.135)$$

bunda h_1 , h_2, $h_3 ... h_n$ – bo'lma balandligini alohida tashkil etuvchilari (masshtab bo'yicha chizmadan olinadi), γ_1, $\gamma_2, \gamma_3 ... \gamma_n$ – mos ravishda har bo'lmadagi hajm massalari.

Odatda keltirilgan balandlik tabiiy namlikdagi to'g'on tanasi grunti uchun aniqlanadi, ammo boshqa gruntni ham qabul qilish mumkin. $G_{bo'l} = bh_{kel}\gamma_{kel}$ bo'lgan bo'lma og'irligini egri chiziqli sirpanish chizig'iga joylashtiriladi va uni ikkita tashkil etuvchiga ajratiladi: normal $N = G_{bo'l}\cos\alpha = bh_{kel}\gamma_{kel}\cos\alpha$ va urinma $S = G_{bo'l}\sin\alpha = bh_{kel}\gamma_{kel}\sin\alpha$, bunda α – vertikal va normal kuch orasidagi burchak.

Normal tashkil etuvchining xususiy og'irligi ishqalanish kuchini paydo qiladi, u quyidagiga teng bo'ladi $T_{ish} = Ntg\varphi = bh_{kel}\gamma_{kel}$ x xcos$\alpha tg\varphi$.

Har qanday bo'lmaning ustuvorlikka zaxira koeffitsiyenti:

$$K_z = \frac{T_{ish}R + CR}{SR} . \qquad (10.136)$$

Alohida bo'lmalarni qo'shib hamma o'pirilish massivi uchun K_z aniqlanadi. (10.136) formulaga T_{ish}, C, S hamda filtratsiya kuchi Φ qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$K_z = \frac{R\gamma_{kel}b\sum h_{kel}\cos\alpha tg\varphi + R\sum Cl}{R\gamma_{kel}b\sum h_{kel}\sin\alpha + \Phi r/R} \qquad (10.137)$$

Formulaga kiruvchi tashkil etuvchilarni hisoblashni jadval shaklida olib borish maqsadga muvofiqdir: shuni ham hisobga olish kerakki, aylanish markazidan o'tuvchi vertikaldan chapda joylashgan S kuchi siljituvchi sifatida, o'ngda joylashgani esa, ushlab turuvchi sifatida ta'sir qiladi.

To'g'on tanasi va zaminida filtratsiya oqimi mavjud bo'lganda $\Phi = \gamma_0 V J^c$: bo'lgan filtratsiya kuchi hosil bo'ladi, bunda V – grunt hajmi, J^c – shu hajm chegarasidagi bosim gradiyenti. Filtratsiya kuchi qiyalik ustuvorligini kamaytiradi, shuning uchun bu kuchdan hosil bo'ladigan moment (10.137) formulaning maxrajida kiritilgan.

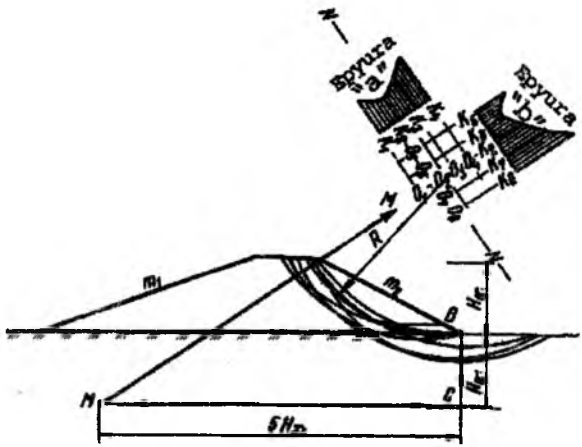
To'g'on 1 m uzunligidagi filtratsiya kuchi Φ ni ikkita tashkil etuvchi ko'rinishda ifodalash mumkin: r_1 va r_2 radiusli $\Phi_1 = yuza\ ABDJ_1\gamma_0$ va $\Phi_2 = yuza\ BDCJ_2\gamma_0$. Bosim gradiyenti J_2 ni ABD yuzasi chegarasida gidrodinamik to'r bilan yoki taxminan, Φ_1 ni esa AB nuqtalari orasidagi o'rtacha bosim qiymati bo'yicha aniqlanadi. J_2 bosim gradiyentini BDC yuzasi chegarasida gidrodinamik to'r bo'yicha aniqlanadi. Φ_2 kuch momenti, ushlab turuvchi hamda siljituvchi bo'lishi ham mumkin. Uning qiymati uncha katta bo'lmaganligi sababli, uni hisoblarda inobatga olinmaydi.

Minimal zaxira koeffitsiyentli sirpanish sirtlarini topish. Aylanma silindrik sirtlarni sirpanish uslubi bilan minimal zaxira koeffitsiyentli O aylanish markazini topishning bir qator usullari mavjud. Bu usullar ketma-ket yaqinlashuv uslubidan foydalanishga asoslangan.

Bu usullarning ichida keng tarqalgani bitta nurni qurishga asoslangan (10.53-rasm), unda va uning atrofida minimal K_z qiymatli aylanish markazi yotadi deb hisoblanadi.Bu nurni qurish quyidagi tartibda bajariladi: B nuqtadan qiyalik tomoniga vertikal o'tkazilib, unga H_T ga teng bo'lgan kesma qo'yiladi, uning oxirida C nuqta belgilanadi. So'ngra M nuqta va qiyalik qirrasi orqali MM nur o'tkaziladi. Bu kesma oxiridan gorizontal chiziq o'tkaziladi va unga $5H_T$ ga teng bo'lgan kesma qo'yiladi, uning oxirida M nuqta belgilanadi. Bu nur bo'ylab to'g'on tepasidan yuqorida O_1, O_2, O_3 va h.k bir qator aylanish markazlari belgilanadi va ulardan sirpanish sirtlari o'tkaziladi. Bu sirtlarning har biri uchun (10.137) formula bo'yicha qiyalik ustuvorligi zaxira koeffitsiyenti aniqlanadi. So'ngra nurda zaxira koeffitsiyentini o'zgarish epyurasi quriladi va unda minimal K_z qiymatli nuqta belgilanadi (10.53-rasmda bu a epyurasi bo'ladi).

Minimal K_z qiymatli nuqta orqali MM nurga NN normal o'tkaziladi va unda bir qator O_1, O_2, O_3 va h.k aylanish markazlari olinadi va ulardan sirpanish sirtlari o'tkaziladi. Bu siljish sirt-

larining har biri uchun qiyalik ustuvorligi zaxira koeffitsiyenti aniqlanadi. Yuqoridagiga o'xshash NN normalga K_z epyurasi o'zgarishi quriladi (10.53-rasmda, b epyurasi bo'ladi). Bu epyuralardagi minimal K_z qiymati bo'yicha qiyalik ustuvorligiga baho berish mumkin.



10.53-rasm. **Minimal K_z qiymatli qiyalik ustuvorligini hisoblashda sirpanish markazini topish.**

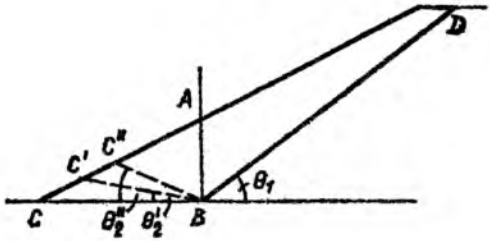
10.3.9. Ekran va himoya qatlamini ustuvorlik hisobi

Ekran va himoya qatlami ustuvorligi sirpanishning aylanma silindrik va yassi sirti bo'yicha tekshiriladi. Sirpanishning aylanma silindrik sirti ekran ichida, yassi sirti esa himoya qatlami va ekran kontakti bo'ycha (himoya qoplami ustuvorligini tekshirish) va ekran hamda yuqori tayanch prizma (ekranni himoya qatlami bilan ustuvorligini tekshirish) kontakti bo'yicha o'tkaziladi.

Sirtlarni yassi siljish bo'yicha hisoblashda ustuvorlik zaxira koeffitsiyenti K_z passiv E_n va aktiv E_a bosimlar nisbati bo'yicha aniqlanadi va ular muvofiq ravishda vertikal AB dan chap va o'ng tomonga ta'sir etadi (10.54-rasm):

$$E_a = G_1 \cos\theta_1 \sin\theta_1; \qquad (10.138)$$

$$E_n = G_1 \cos^2\theta_1 tg\varphi + G_2 tg(\varphi + \theta_2) + c\left(L_1 \cos\theta_1 + L_2 \cos\theta_2\right) \qquad (10.139)$$



10.54-rasm. **Ekran va himoya qatlami ustuvorlik hisobi sxemasi.**

bunda: G_1 – AB vertikaldan o'ngdagi ekran (yoki himoya qatlam) og'irligi; θ_1 – ekran yoki himoya qatlamni gorizontga og'ish burchagi; φ – ichki ishqalanish burchagi (ikkita grunt tutashgan joyda kichik qatlam qabul qilinadi); $G_2 - G_2 tg(\varphi + \theta_2)$ hadning minimal qiymatini beruvchi ekran bir qismi (yoki himoya qatlam)ning AB vertikaldan chapdagi qismi og'irligi; θ_2 ning turli qiymatlarida tanlov usulida aniqlanadi; L_1 va L_2 – ekran uzunligi (10.54-rasmda $L_2 = BD$ va $G_2 tg(\varphi + \theta_2)$ hadning qiymati minimal bo'lganda AB vertikaldan chapdagi ekran asosining qismi (10.54-rasmda $L_2 = BC$).

10.3.10. To'g'on tanasi va zaminining cho'kish hisoblari

Gruntning kuchlanganlik holati va uni yuklamaga bog'liqligi. Tabiiy sharoitlarda gruntlar xususiy og'irligi ta'sirida kuchlanganlik holatida bo'ladi. Bunday kuchlanganlik holati tabiiy deb ataladi va qoyasiz gruntlar uchun uni chuqurlik bo'yicha o'zgarishi chiziqli qonuniyat bo'yicha qabul qilinadi.

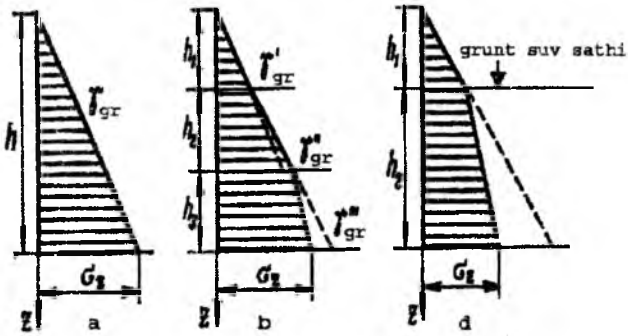
Tabiiy namlikdagi bir jinsli gruntlar uchun gorizontal yuzalardagi normal kuchlanishlar σ_z ni quyidagi formuladan hisoblanadi

$$\sigma_z = \gamma_{gr} h, \qquad (10.140)$$

bunda: γ_{gr} – 1 m^3 gruntning og'irligi; h – gorizontal yuzagacha bo'lgan chuqurlik.

Bir jinsli gruntlarda kuchlanish epyurasi uchburchak ko'rinishida bo'ladi (10.55-rasm, a). Har xil γ_{gr} qiymatli qatlamli gruntlarda qatlamlar chegarasida epyura siniq chiziqli bo'ladi (10.55-rasm, b).

Suvga to'yingan gruntlar uchun, hajm massasini suvga to'yinishni hisobga olib qabul qilinadi (10.55-rasm, d).

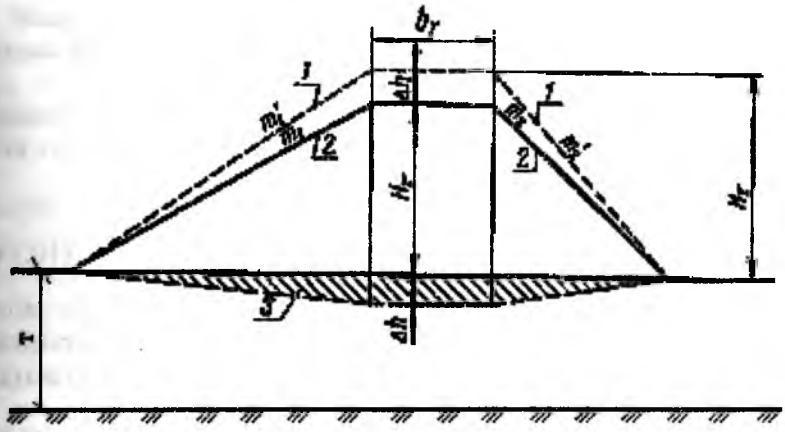


10.55-rasm. **Grunt o'z og'irligidan hosil bo'ladigan kuchlanish epyuralari (tabiiy kuchlanish):**
a – doimiy massali bir jinsli gruntda; b – qatlamlardagi hajm massalari har xil qiymatli bo'lgan qatlamli gruntda; d – chuqurlikning bir qismida, suvda muallaq bo'lgan bir jinsli gruntda.

Agar grunt yuzasiga tashqi yuklama qo'yilsa, grunt massivining qatlamida qo'shimcha kuchlanishlar hosil bo'ladi, ularni zichlovchi deb ataladi. Tabiiy va zichlovchi kuchlanishlar yig'indisi qiymati bo'yicha qaralayotgan nuqtadagi gruntning kuchlanganlik holatiga baho berish mumkin.

Gruntli to'g'onlarda, uning xususiy og'irligi tashqi yuklama hisoblanadi. Uni to'g'ri burchakli (to'g'on tepasi chegarasida) va uchburchakli (yon tomonlardagi) prizmalardan tashkil topgan teng taqsimlangan yuklama sifatida qaraladi.

Gruntli to'g'onlarda cho'kishni hisobga olish. Gruntli to'g'onlarda cho'kish yig'indilari ikki qismdan tashkil topadi: to'g'on tanasi va zaminini cho'kishi. Cho'kishni aniqlash bo'yicha hisobiy bog'lanishlar ikki qism uchun ham bir xil. Tashqi yuklama ta'siri ostida (to'g'on tanasi og'irligi) siqiladigan zaminda har doim cho'kish hosil bo'ladi. Chuqurlik oshgan sari zichlovchi kuchlanish kamayadi va qandaydir chuqurlikda u cho'kishga ta'sir etmaydi. Bunday chuqurlik faol (faol zona) deb ataladi, zichlovchi bosim tabiiyning yarmiga teng bo'lgan masofada qabul qilinadi.



10.56-rasm. **To‘g‘on konturlari:**
1 – qurilish; 2 – ekspluatatsiya qilish; 3 – siqilgan zamin grunti.

Gruntli to‘g‘onlarda cho‘kishni hisobga olish asosiy ikkita shart uchun kerak. Cho‘kish natijasida to‘g‘on tepasi pasayishi kuzatiladi va uning tanasi hajmi oshadi.

To‘g‘onning tashqi konturini ekspluatatsiya vaqtidagi loyihaviy holati uchun barpo qilish davridagi o‘zgarishlar natijasida erishiladi. Vertikal qirqimlar qatori bo‘yicha aniqlanadigan cho‘kish qiymatiga teng kattalikka barcha sath belgilari oshiriluvchi qurilish sath belgisi belgilab olinadi.

Siqilish natijasida to‘g‘on tovoni pastga tushadi. Zamindagi shtrixlangan yuza bo‘yicha to‘g‘on tanasiga yotqiziladigan qo‘shimcha hajm hisoblanadi.

Barqaror cho‘kish. Siqiladigan zaminga tashqi yuklama qo‘yilgan vaqtdan boshlab, cho‘kish uzoq vaqt davom etishi mumkin (ba’zi bir hollarda yillab). Gruntli to‘g‘onlarda eng so‘nggi cho‘kish barqaror cho‘kish deb ataladi.

Yuklama qo‘yilgandan so‘ng cho‘kishning vaqt bo‘yicha kechikishi filtratsiya koeffitsiyenti kam bo‘lgan gruntlarda kuzatiladi. Gruntlarning cho‘kishi bu zarralarning bir biriga yaqinlashuvi yoki g‘ovaklikning kamayishidir. Grunt zarrachalarini to‘ldirib turgan suv chiqib ketgandan so‘ng boshlanadi va cho‘kish uzoq vaqt davom etadi.

Bundan gil gruntlardagi eng so'nggi cho'kish uzoq, qumli va shag'al gruntlarda esa tez o'tadi va inshootni barpo qilish davrida tugaydi.

Barqaror cho'kish hisobini vertikallar bo'yicha olib boriladi, ularning sonini to'g'on ko'ndalang profilida uchtadan kam olinmaydi. Hisobiy formula quyidagicha

$$\Delta h_c = h\frac{\varepsilon_1 - \varepsilon_2}{1+\varepsilon_1}, \qquad (10.141)$$

bunda: h – tashqi yuklama qo'yilgunga qadar siqiladigan qatlam chuqurligi (faol zona); ε_1 – yuklama qo'yilgunga qadar gruntning g'ovaklik koeffitsiyenti; ε_2 – yuklama qo'yilgandan so'ng gruntning g'ovaklik koeffitsiyenti; Δh_c – barqaror (oxirgi) cho'kish.

ε_1 va ε_2 koeffitsiyentlari qiymatlarini kompression egri chiziqlari bo'yicha aniqlanadi. (10.141) formula cheklanmagan yuzada joylashgan uzluksiz teng taqsimlangan yuklamada ikki o'lchamli masalani yechish uchun qo'llaniladi. Bu shartga gruntli to'g'on tanasidagi yuklama tarpetsiya shaklida bo'lganda javob beradi deb hisoblanadi.

(10.141) formula bo'yicha cho'kishni hisoblash uning qaralayotgan qatlamda zichlovchi kuchlanishni bilishimiz kerak. Uni aniqlash uchun ancha murakkab formulalar va jadvallar ishlab chiqilgan. To'g'ri burchakli va uchburchakli teng taqsimlangan yuklamalar uchun bunday jadvallar gruntlar mexanikasi bo'yicha darsliklarda va spravochniklarda berilgan.

Tashqi yuklama ta'sirida to'g'ri chiziqli qonuniyat bo'yicha o'zgaradigan zichlovchi bosimni Osterberg grafigidan aniqlash mumkin (10.57-rasm).

Grafikdan foydalanilganda zichlovchi kuchlanishni quyidagi formuladan hisoblanadi

$$\sigma_z = Ap, \qquad (10.142)$$

bunda: p – tashqi kuchning jadalligi; A – o'lchamsiz parametr, a/z va b/z funksiyalarining nisbiy qiymatlari hisoblanadi, bunda a – uchburchakli yuklama epyurasi uzunligi; b – to'g'ri burchakli yuklama epyurasi uzunligi; z – qaralayotgan nuqtagacha bo'lgan chuqurlik.

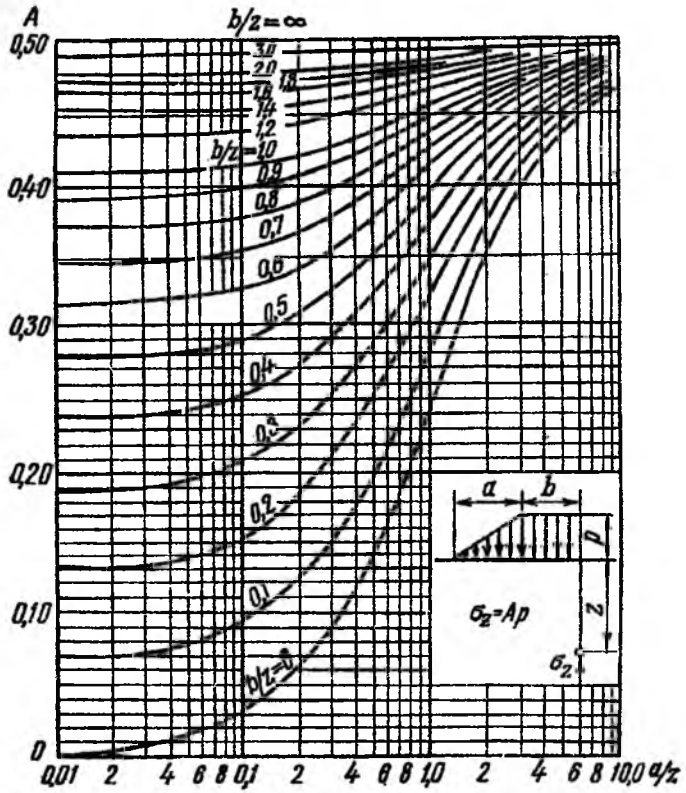
(10.57-rasm) dagi grafikka gorizontal o'q bo'yicha a/z qiymatlari, vertikal bo'yicha esa A – parametri qo'yilgan. Grafik maydoni b/z qiymatli bir qator egri chiziqlarga ega.

Nobarqaror cho'kish. Agar gruntli to'g'onlarning cho'kishi berilgan vaqt oralig'i so'ngida aniqlansa va uning cho'kishi davom etayotgan bo'lsa, u nobarqaror deb ataladi. Uni taxminan empirik formuladan aniqlanadi

$$\Delta h_t = \Delta h_c \left(1 - 2{,}7^{-0{,}5t}\right), \qquad (10.143)$$

bunda: Δh_t – yuklama qo'yilishi boshlangandan so'ng t vaqt ichidagi cho'kish (yillarda); Δh_c –(10.141) formula bo'yicha hisoblangan barqaror cho'kish.

Formulani siqiladigan qatlam qalinligini to'g'on asosi bo'yicha kengligiga nisbati birdan katta bo'lganda qo'llash mumkin.



10.57-rasm. **Zamindagi gruntlarda zichlovchi kuchlanishlarni aniqlash grafigi.**

Nazorat savollari

1. Gruntli to'g'onlar filtratsiya va ustuvorlik hisoblari qanday bajariladi?
2. Filtratsiya hisoblarining vazifasi va maqsadi nimadan iborat?
3. Filtratsiya hisoblarining qanday uslublarini bilasiz?
4. N.N. Pavlovskiy tomonidan ishlab chiqilgan filtratsiya hisobi uslubini tushuntirib bering.
5. Bir jinsli drenajli to'g'on, yadroli to'g'on va ekranli to'g'onlarda filtratsiya hisobi qanday olib boriladi?
6. Suv o'tkazadigan zamindagi to'g'onlar filtratsiya hisobini mohiyati nimadan iborat?
7. V.P. Nedriga va G.I. Pokrovskiy bo'yicha to'g'onlar filtratsiya hisobi nimaga asoslangan?
8. Gruntli to'g'onlarda nobarqaror filtratsiyani izohlang.
9. Bir jinsli yuvma to'g'onlarda barpo etish jarayonidagi filtratsiya hisobini tushuntiring.
10. Gruntli to'g'onlar qiyaliklarining ustuvorlik hisoblari vazifasini aytib bering.

10.4. Tosh-to'kma va tosh-gruntli to'g'onlar

10.4.1. Umumiy ma'lumotlar

Tanasi toshli materiallar (yirik bo'lakli toshlar, tog' massasi yoki qirrali tosh) dan bajariladigan to'g'onlar tosh-to'kma va tosh-gruntli turlarga bo'linadi.

Tosh materialli to'g'on tanasi katta suv o'tkazuvchanlikka ega bo'ladi. Filtratsiyaga suvni yo'qolishni kamaytirish uchun turli xildagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar qo'llaniladi.

To'g'onda toshli materiallarni yotqizish (terish) va materiallarga qo'yiladigan talablar. Tosh materialli to'g'onlar toshni qatlam qilib to'kish, toshni qatlam qilib tashlash hamda toshni yuqoridan tashlash yoki yo'naltirilgan portlatish bilan quriladi. Ba'zida to'g'on alohida qismlarini toshni qorishmasiz terib bajariladi.

To'g'onni barpo etishda har xil jinsli toshdan foydalaniladi. Muvofiq zichlanganda to'g'on tanasiga har qanday yirik bo'lakli materialni ishlatish mumkin.

Oxirgi yillarda to'g'onlar toshni qatlam qilib (2,5 m gacha) to'kib barpo etilmoqda, ularni og'ir kataklar yoki vibrokatoklar bilan zichlanadi. Bu mayda tosh, tabiiy holda hosil bo'ladigan yirik

bo'lakli gruntlar hamda mustahkamligi kam bo'lgan gruntlar va mustahkamligi kam bo'lgan qum toshlar, slanslar, alevrolitlar va boshqalardan foydalanishga imkoniyat yaratadi.

To'kmaning donodorlik tarkibi shunday bo'lishi kerakki, uning eng yuqori zichligi ta'minlanishi kerak. Bunda eng yirik tosh o'lchamlari to'kilgan qatlamning 0,75 qalinligidan katta bo'lmasligi lozim. Maydaroq va mustahkamligi kam bo'lgan gruntlar tayanch prizmalarning ichki, o'ta mustahkam bo'lgan yirik gruntlar tashqi zonalarga yotqiziladi.

Toshni to'kish yaruslar bo'yicha (balandligi 3 m kam bo'lmagan) pioner usulida yoki yo'naltirilgan portlatish bilan olib boriladi. Toshni tashlash balandligi va yaruslar qalinligi toshning mustahkamligiga va nojinsliligiga va to'g'on konstruksiyasiga bog'liq. Ekranli to'g'onlarda ular 8—12 dan 50 m gacha o'zgaradi. Yadroli yoki diafragmali to'g'onlarda esa 6—10 m ni tashkil qiladi.

Tosh-to'kmaning g'ovakligi 30—40% ni tashkil etadi, bu to'g'on tanasini juda ko'p cho'kishiga olib keladi. G'ovaklikni kamaytirish uchun to'kmani siljiydigan gidromotordan bosim ostida chiqadigan suv oqimi bilan zichlanadi. Ba'zan to'kma qum va sheben bilan yuviladi, bu uning mustahkamlik tavsiflarini oshiradi.

Toshlarni qorishmasiz terish, to'shama yaxshi tanlab olingan toshlardan bajariladi. Yo'naltirilgan portlatish bilan tosh-to'kma yoki tosh-gruntli to'g'onlarni barpo etish qirg'oqlari qoyali jinslardan tashkil topgan tor stvorlarda ($B/h < 3$, bunda B — stvor kengligi) qo'llaniladi.

Toshdan barpo etilgan to'g'onlarni qo'llanish shartlari. Tosh-to'kma to'g'onlarni zamini qoyali yoki qoyamas gruntlarda; tosh-gruntli to'g'onlar esa qoyali, yarim qoyali yoki zich allyuvial gruntlarda barpo etiladi.

Tosh-to'kma to'g'onlar filtratsiyaga qarshi qurilmalarini barpo etish uchun yaroqli gruntlar bo'lmaganda yoki iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

Tosh-gruntli to'g'onlar to'g'onga to'kish uchun yetarli hajmdagi tosh, ekran yoki yadroga to'kish uchun filtratsion va siljishga yuqori mutahkamlikka ega bo'lgan kam suv o'tkazadigan grunt, filtrlaydigan o'tuvchi qatlamlarga to'kish uchun karyerda yaroqli gruntlar mavjud bo'lganda qo'llaniladi.

Toshdan barpo etilgan to'g'onlarning afzalliklari va kamchiliklari. Qazib olish va to'g'on tanasiga toshni yotqizish bo'yicha hamma jarayonlar kompleks mexanizatsiyalashgan va ishchi kuchini kam sarflab qisqa muddatda bajarilishi mumkin.

To'g'on qurilishini yil davomida olib borish mumkin, bu og'ir iqlim sharoitlarida va yuqori tog'li hududlarda barpo etiladigan to'g'on turini tanlashda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

Hamma toshli to'g'on turlari seysmik jihatdan ustuvor. Zarurat tug'ilganda gidrouzel ishiga xalaqit bermasdan ularning balandligini oshirish mumkin. Ularning balandligi chegaralanmagan.

Qaralayotgan to'g'onlarni betonli va temir-betonli to'g'onlarga ko'ra kamchiliklariga filtratsiyaga qarshi qurilmalarining konstruksiyasi murakkabligi (ayniqsa to'kilgan toshning sezilarli cho'kishi) hamda to'g'on tanasidan qurilish paytidagi toshqin suvlarini o'tkazib bo'lmasligini kiritish mumkin. Buning uchun maxsus suv tashlash inshootlarini qurish talab qilinadi, bu esa qo'shimcha xarajatlar qilishga olib keladi.

To'g'on profili. To'g'onda transport qatnovi mo'ljallansa uning tepasi ko'tarmadagi yo'l singari bajariladi. To'g'on tepasini kengligi yo'l toifasini hisobga olib tayinlanadi. To'g'on tepasining sath belgisi (101.1) formula bo'yicha aniqlanadi.

To'g'on qiyaliklari qiymati toshli materiallar turiga, zamindagi gruntlar va to'g'on turiga bog'liq. Yadroli to'g'on qiyaliklari tikroq, odatda $m_1 = 1{,}5...2{,}5$, $m_2 = 1{,}3...2{,}5$ qabul qilinadi.

Mustahkam zaminlarda (qoyali, yarim qoyali) tosh-to'kma to'g'onlar qiyaliklari qiymatini $m_1 = m_2 = ctg\varphi\, K_z$ qabul qilinadi, bunda φ – tosh-to'kma materialining ichki ishqalanish burchagi; K_z – ustuvorlik zaxira koeffitsiyenti, (10.137) formuladan aniqlanadi.

Seysmik hududlarda qiyaliklar yotiqroq bajariladi, m_1 va m_2 lar 15...20% oshiriladi.

10.4.2. Tosh-to'kma (tosh) to'g'onlar

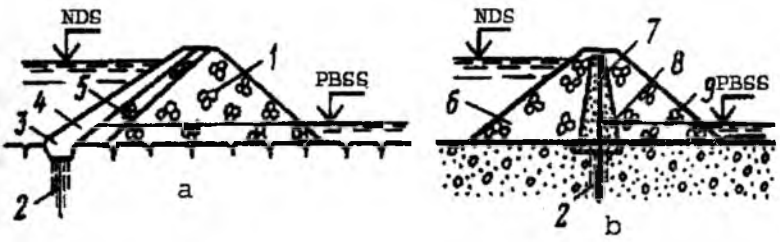
Ishlab chiqarish usuliga ko'ra va to'g'on konstruksiyasining ko'ndalang kesimi profili bo'yicha tosh-to'kma to'g'onlar quyidagi turlarga bo'linadi: tosh - to'kma; yarim to'kma; ularda to'g'on tanasining bir qismi, pastki qiyalik tomonidan to'kilgan toshdan, yuqori qiyalik tomonidan esa–qorishmasiz va qorishmali terilgan

toshdan bajariladi. Oxirgi ikkita usul grunt materialli to‘g‘on qurilishida keng qo‘llaniladi.

Filtratsiyaga qarshi qurilmalarni joylashuviga ko‘ra tosh-to‘kma to‘g‘onlarning ikkita turi mavjud – ekranli va diafragmali to‘g‘onlar (10.58-rasm).

Ekranli to‘g‘onlar. Ularning xilma-xil konstruksiyalari mavjud bo‘lib, prizma ko‘rinishdagi to‘kilgan toshni ifodalaydi. Ularning yuqori qiyaliklari suv o‘tkazmaydigan beton, temir-beton, asfalt-beton, polimer materiallar, ba’zida po‘lat yoki yog‘ochdan bajarilgan ekran bilan qoplanadi. Ekranning maxsus to‘shama qatlami ekran ostidagi to‘shama ustiga yotqiziladi.

Ekran ostidagi to‘shama qorishmasiz terilgan tosh, beton yoki yaxshi zichlangan mayda tosh va shebendan bajariladi. To‘shama qalinligi ekran materialiga, to‘shama materialining yirikiligiga, to‘g‘on balandligiga va ishlab chiqarish sharoitlariga bog‘liq. U o‘zgaruvchan qalinlikda bo‘ladi, to‘g‘on tepasida 1 m dan kam bo‘lmaslik sharti asosida qabul qilinadi, asosi esa 0,005...0,08 to‘g‘on balandligiga teng belgilanadi.



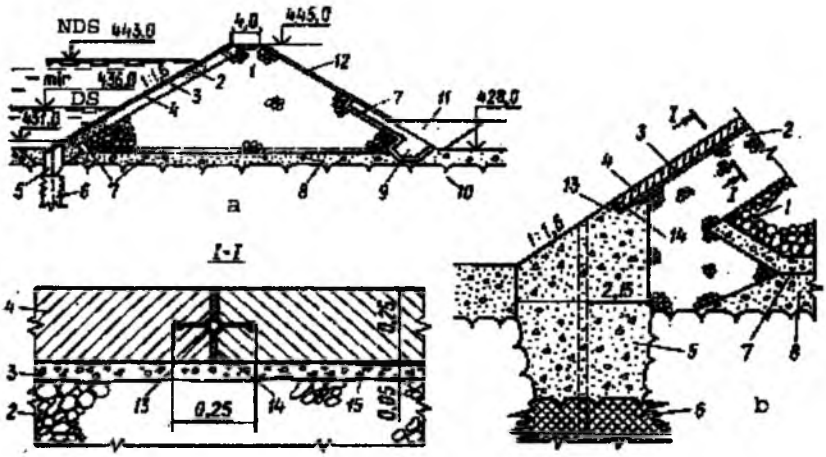
10.58-rasm. **Tosh-to‘kma to‘g‘on turlari:**
a – gruntmas materialli ekranli; b – diafragmali; 1 – to‘g‘on tanasi; 2 – sementli to‘siq parda; 3 – betonli tish; 4 – temir-betonli ekran; 5 – ekran ostiga terilgan tosh; 6 – yuqori prizma; 7 – diafragma; 8 – o‘tish qatlamlari (zonalari); 9 – pastki prizma.

Bikr ekranlarda beton bevosita ekran ostidagi terilgan toshga yotqiziladi. Ular balandligi uncha katta bo‘lmagan qoyali zaminlardagi to‘g‘onlarda qo‘llaniladi. Bikr ekranlar harorat choklari bilan 10...12 m li panellarga bo‘lingan temir - beton plitadan iborat. Plitalarga yakka yoki juft armaturalar o‘rnatiladi. Armaturalarning

miqdori 0,5 dan 1 % gacha yetadi. Ekran ostidagi tayanchdan ajralib qolmasligi uchun armaturani har 1,2...1,5 m masofada o'rnatilgan ankerga bog'lab qo'yiladi. Plitalar ekran osti tayanchiga o'rnatilgan bloklarga o'rnatiladi.

Yarim bir ekranlar bitum bilan qoplangan, beton to'shama ustiga yotqizilgan, o'lchamlari 10....20m li temir-betonli plitalardan iborat. Bitumli qoplama ekranni to'g'on tanasidan mustaqil deformatsiyalanishiga imkon beradi. Plitalar tutashgan joylari egiluvchan va suv o'tkazmaydigan bo'lishi kerak. Choklarning shponkalari mis plastinkadan yoki maxsus profilli rezinadan bajariladi. Choklar asfaltbeton va asfalt-mastika yoki g'ovakli rezinalar bilan to'ldiriladi.

Egiluvchan ekranlar asosan seysmik hududlarda barpo etiladigan baland to'g'onlarda qo'llaniladi. Ular bir nechta qatlam qilib o'rnatilgan, tomonlarining uzunligi 3...9 m va qalinligi 8...18 sm li



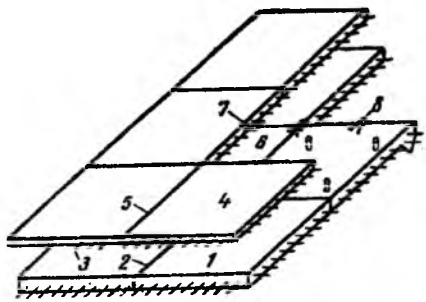
10.59-rasm. **Yarim bikr temir-betonli ekranli tosh-to'kma to'g'on:** a – to'g'on konstruksiyasi; b – ekranni zamin bilan tutashtirish; 1 – to'kilgan tosh; 2 – qalinligi $t = 1,0$ m li tekislangan shebenli to'shama; 3 – bitum mastikasi bilan qoplangan qalinligi $t = 5$ sm li beton to'shama; 4 – ekran; 5 – betonli tish; 6 – sementli to'siq parda; 7 – graviy-qumli filtr; 8 – allyuviy; 9 – qorishmasiz terilgan tosh; 10 – qoya; 11 – ag'darilgan tuproq qatlami; 12 – o't ekilgan o'simlikli grunt; 13 – rezinali shponka; 14 – g'ovak rezinali prokladka; 15 – bitumli mastika.

temir-beton plitalardan iborat bo'ladi. Plitalar o'rtasidagi ishqalanish kuchini kamaytirish, ekranning suv o'tkazmasligini kamaytirish maqsadida plitalar ichki yuzalarini bitum bilan qoplanadi. Alohida plitalar va ekranning ustuvorligini ta'minlash uchun, ularni ekran ostidagi to'shama o'rnatilgan ankerlarga bog'lanadi. Qatlamli ekran sxemasi 10.60-rasmda ko'rsatilgan.

Metall va yog'och ekranlar nisbatan kam qo'llaniladi. Ular boshqa ekranlarga nisbatan qator afzalliklarga ega – to'kilgan tosh cho'kishi bilan birga oson deformatsiyalanadi, suv o'tkazmaydi, tez barpo etiladi. Ekranni ekran ostiga terilgan toshga o'rnatilgan ankerga biriktiriladi.

Asfalt-beton ekran choksiz bajariladi. Ular bir yoki bir nechta qatlamli asfalt-bitumli monolit qoplama ko'rinishida bo'ladi, ularning qalinligi 8...10 dan 30 sm gacha o'zgaradi.

Polimer materialli ekranlar kichik va o'rta balandlikdagi to'g'onlarda qo'llaniladi. Ularni qurish uchun polimer plyonkalar, alohida hollarda listli materiallar ishlatiladi. Plyonkali ekran rulonli yoki listli polimer materiallarni payvandlash yoki yelimlash bilan hosil bo'ladigan yaxlit mato ko'rinishida bo'ladi. Ekranning polimer elementini quyosh nuridan to'lqin va muzlarning mexanik ta'silaridan himoya qilish lozim. Buning uchun ekran plyonkasini yoki listli materialni gruntli himoya qatlam bilan qoplanadi yoki uni monolit yoki yig'mabeton plitalari orasiga to'shaladi.

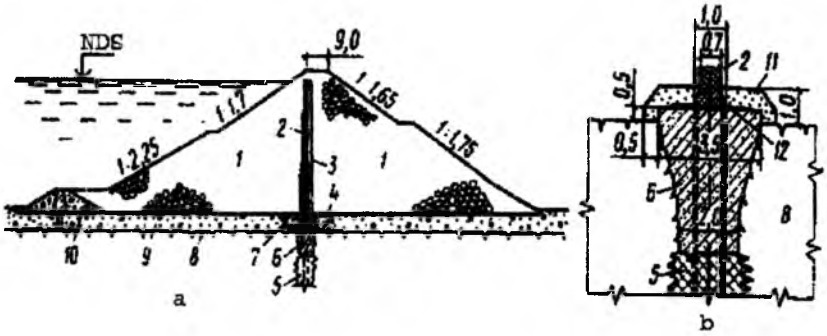


10.60-rasm. **Qatlamli ekran sxemasi:**
1 – o'zgaruvchan qalinlikdagi pastki plita; 2 – zichlagichlari bo'lmagan plita choklari; 3 – uzluksiz armatura; 4 – doimiy qalinlikdagi yuqori plita; 5 – bitum bilan qoplangan plita yuzasi; 7 – mis shponka; 8 – anker.

Diafragmali to‘g‘onlar. Diafragmalar asfalt-beton, polietilen plyonkalar va ba’zida temir - beton va boshqalardan quriladi (10.61-rasm). Asfalt-beton va plyonkali diafragmalar keng qo‘llaniladi. Asfalt-beton diafragmalar konstruksiyalari va ular bilan birlashtirish gruntli to‘g‘onlardagi qurilmalar bilan bir xil.

Plyonkali diafragmalar vertikal to‘g‘ri yoki egri-bugri chiziqli qilib bajariladi. Ularni qoyali zaminlardagi tish bilan maxsus siqadigan metall qurilmalar yordamida tutashtiriladi.

Ekranni zamin bilan tutashtirish. Yoriqlari ko‘p bo‘lgan qoyali zaminlarda joylashgan tosh-to‘kma to‘g‘onlarda ekran bilan sementli to‘siq pardalar uzluksiz suv o‘tkazmaydigan yaxlit devorni ifodalashi kerak. Ekran bilan to‘siq parda tutashgan joyda betonli tish o‘rnatiladi. Tutashgan joy bikr birlashtiriladi yoki konstruksiyasi sharnirli bo‘ladi. Bikr tutashtirishda ekrandagi armatura betonli tishga birlashtiriladi.



10.61-rasm. **Asfalt-beton diafragmali to‘g‘on:**
a – to‘g‘on konstruksiyasi; b – diafragmani to‘g‘on zamini bilan birlashtirish; 1 – to‘kilgan tosh; 2 – asfalt diafragma; 3 – o‘tuvchi qatlam (filtr); 4 - graviyli prizma; 5 – sementli to‘siq parda; 6 – betonli tish; 7 – egiluvchan gil; 8 – qoya; 9 – allyuviy; 10 – yuqori qurilish peremichkasi; 11 – graviy-qumli filtr; 12 – issiq asfaltli mastika qatlami.

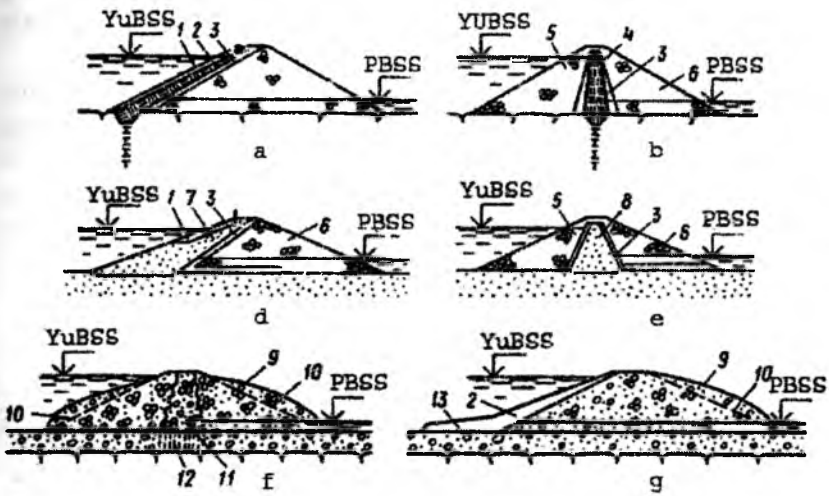
10.4.3. Tosh-gruntli to‘g‘onlar

Tasnifi. Ishlab chiqarish usuliga ko‘ra tosh-gruntli to‘g‘onlar ko‘tarma, tashlama va yo‘naltirilgan portlatish bilan barpo etladiganlarga bo‘linadi.

Konstruksiyasi va ko'ndalang kesimida filtratsiyaga qarshi qurilmalarni joylashgan o'rniga ko'ra tosh gruntli to'g'onlar quyidagi turlarga bo'linadi: gruntli ekran bilan, grunli yadro bilan, yuqorida joylashgan gruntli prizma bilan, markazda joylashgan gruntli prizma bilan, inyeksiyali yadro bilan yoki xandaqli diafragma bilan (10.62-rasm).

Tosh-gruntli to'g'onlarda gruntli filtratsiyaga qarshi elementlar va to'g'on tanasidagi yirik bo'laklangan materiallar orasiga o'tuvchi zonalar (qatlamlar) o'rnatilishi zarur. O'tuvchi zonalarning alohida qatlamlarini donadorlik tarkibi teskari filtr qatlamlari kabi tanlanadi.

Pastki bef tomonidagi o'tuvchi qatlamlarning vazifasi gruntli filtratsiyaga qarshi elementlarni filtratsion mustahkamligini ta'min-

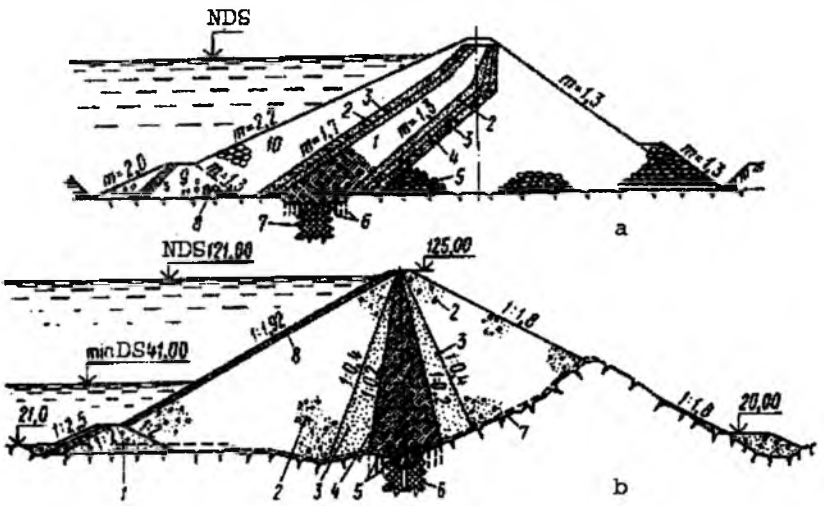


10.62-rasm. **Tosh-gruntli to'g'on turlari:**
a – gruntli ekran bilan; b – gruntli yadro bilan; d – yuqorida joylashgan gruntli prizma bilan; e – markazda joylashgan gruntli prizma bilan; f va g – yo'naltirilgan portlatish bilan barpo etilgan tosh-gruntli to'g'on, mos ravishda inyeksiyali grunt yadroli (diafragmali) va ekranli; 1 – qiyalikni mustahkamlash; 2 – gruntli ekran; 3 – o'tuvchi qatlamlar; 4 – gruntli yadro; 5,6 – yuqori va pastki prizmalar; 7,8 – yuqori va markaziy gruntli filtratsiyaga qarshi prizmalar; 9 – portlatib tashlash konturi; 10 – hisobiy kontur profili; 11 – inyeksiyali yadro; 12 – inyeksiyali to'siq parda; 13 – ponur.

lashdir. Yuqori bef tomonidagi o'tuvchi qatlamlar filtratsiyaga qarshi qurilmalardan yoriqlarni kontakt qatlamdagi mayda zarrali qumlar bilan to'ldirish (kolmatatsiya) uchun mo'ljallangan. Bundan tashqari, o'tuvchi qatlamlar filtratsiyaga qarshi elementlarga kuchlanishlarni muvofiq tarqalishini ta'minlaydi.

O'tuvchi zonalar uchun qumli, qumli-graviyli va graviyli-galechnikli hamda shebenli materiallar ishlatiladi. O'tuvchi zonalar qalinliklari ishlab chiqarish sharoitlari bo'yicha belgilanadi, ammo 3 m dan kam bo'lmasligi kerak. To'g'on tepasining kengligi kichik bo'lganligi uchun, to'g'on yuqori qismidagi qatlam qalinligini biroz kamaytirish mumkin.

Grunt ekranli to'g'onlar. Bunday to'g'onlar graviy-galechnikli gruntlar va to'kilgan tosh to'kib himoya qilingan, gruntli ekran



10.63-rasm. **Tosh-gruntli to'g'onlarning ko'ndalang kesimlari:** a – ekranli to'g'on; 1 – ekran; 2,3,4 – o'tuvchi zonaning qatlamlari; 5 – to'kilgan tosh; 6 – sementlangan yuza; 7 – sementli to'siq parda; 8 – qoyali zamin; 9 – qurilish peremichkasi; 10 – ekran ustiga to'kilgan grunt; b – yadroli to'g'on; 1 – qurilish peremichkasi; 2 – qum-graviyli to'kma; 3 – o'tish zonalari; 4 – sog' tuproqli yadro; 5 – betonli plita va sementlangan yuza; 6 – sementli to'siq parda; 7 – qoya; 8 – qiyalikni to'kilgan tosh bilan mustahkamlash.

yuqori qiyaligi bo'yicha yotqizilgan toshli prizmadan tashkil topadi (10.63-rasm, a). Gruntli ekran va to'kilgan tosh orasiga o'tuvchi qatlamlar yotqiziladi. Qurilish mashinalari qatnovini ta'minlash uchun gorizontal bo'yicha har bir qatlam kengligini 3 m dan kam qabul qilinmaydi. Ekran va ekran ustiga to'kilgan grunt qalinligini gruntli to'g'onlariniki kabi belgilanadi. Ekranli to'g'onni yilning har qanday vaqtida ham barpo etish mumkin.

Grunt yadroli to'g'onlar. Bunday to'g'onlar tarkibiy qismlariga tosh-to'kmali yon tomonlardagi prizmalar (yoki qum graviyli to'kma) va gruntli yadro kiradi (10.63-rasm, b).

Yadro to'g'on o'qiga simmetrik yoki yuqori bef tomonga biroz siljitiladi, u vertikal yoki biroz qiyaroq qilib bajariladi. Yadro yuqorisi qalinligini gruntni to'kishda qulay ishlash sharoiti bo'yicha belgilanadi, lekin 3 m dan kam qabul qilinmaydi. Pastki qism qalinligini (10.13) formula bo'yicha aniqlanadi.

Yadroli to'g'onlar ekranli to'g'onlarga nisbatan siqilgan ko'ndalang profilga ega, shuning uchun ularning hajmi 10...12% kam. Yadro qirg'oqdagi qiyaliklar hamda to'g'onga tutashgan betonli inshootlar bilan yaxshi tutashadi. Gruntli yadrolarga to'g'onning notekis cho'kishlari sezilarsiz tasir ko'rsatadi. Shuning uchun yadroli to'g'onlar, ekranli to'g'onlarga ko'ra ko'p tarqalgan.

10.4.4. Tosh-to'kma va tosh-gruntli to'g'onlar hisoblari

Filtratsiya hisoblari. Qoyali zaminlardagi tosh va tosh-gruntli to'g'onlarning ekran va diafragma orqali o'tishi mumkin bo'lgan filtratsiyaga suvning yo'qolishi juda kam bo'lganligi sababli, ular hisobga olinmaydi. Shuning uchun bunday to'g'onlar tanasida depressiya egri chizig'i bo'lmaydi.

Zamin orqali filtratsiyaga suvning yo'qolishi gruntlarning suv o'tkazuvchanligiga bog'liq. Qoyali jinslarda barpo etiladigan to'g'onlar zaminida sementli to'siq parda bo'lsa hamda qoyamas zaminlarda inyeksiyali yoki xandaqli to'siq parda mavjud bo'lsa, filtratsiya juda kam miqdorda bo'lib, uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Bunday gruntli filtratsiyaga qarshi qurilmalar hisoblari, faqat ularni filtratsion mustahkamlikka tekshirishdan iborat bo'ladi.

Yuqori va markaziy prizmali tosh-gruntli hamda qoyamas suv o'tkazadigan gruntli zaminlarda barpo etiladigan ekranli va ponurli to'g'onlarni (10.62-rasm, d,e,g) filtratsiya hisoblari xuddi gruntli to'g'onlardagi kabi bajariladi (10.3.1 va 10.3.2 p. qarang).

Qiyaliklar ustuvorligi hisobi. Qoyamas zaminlardagi tosh-to'kma va tosh-gruntli to'g'onlar qiyaliklarini ustuvorlik hisobi 10.3.8. paragrafda bayon etilgan uslub bo'yicha bajariladi. Mustahkam qoyali va yarim qoyali zaminlardagi toshli to'g'onlar qiyaliklarining chegaraviy holati tabiiy qiyalik burchagi bilan aniqlanadi. U toshning o'lchamlariga, shakliga va ularni terish usuliga bog'liq. Agar to'kilgan tosh qiyalik burchagini α, ichki ishqalanish burchagini φ ga teng bo'lsa, unda ustuvorlik zaxira koeffitsiyentini taxminan quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$K_z = tg\varphi / tg\alpha . \qquad (10.144)$$

Agar $K_z = (1{,}0...1{,}1)K_m$ bo'lsa, unda qabul qilingan qiyalik koeffitsiyenti me'yoriy talablarga javob beradi. Agar $K_z < 1{,}1K_m$ bo'lsa, qiyalik ustuvor bo'lmaydi, $K_z > 1{,}1K_m$ bo'lganda loyihalanayotgan qiyalik ustuvorligi katta, uni tikroq qabul qilish mumkin. Bunda K_m – me'yoriy ustuvorlik koeffitsiyenti.

(10.144) formulada to'g'onga ta'sir etuvchi seysmik ta'sirlar hisobga olinmagan. Ular QMQ bo'yicha hisobga olinadi, qiyaliklar yotiqroq olinadi, ularning qiyalik koeffitsiyentlari 15...20% ga oshiriladi.

Tosh-to'kma to'g'onlar cho'kish hisoblari. Tosh-to'kma to'g'onlarda to'g'on tanasining vertikal yo'nalishida siljishini (cho'kishini) va to'g'on tanasining gorizontal siljishini bir-biridan farqlaydilar. Agar to'g'on siqiladigan zaminlarda barpo etilsa, unda zamin cho'kishi hosil bo'ladi.

Me'yorlar bo'yicha to'kma to'g'onlarda cho'kish (suv ombori to'ldirilgandan so'ng) to'g'on balandligining 1...5 % ni tashkil etadi. Zichlanmagan tosh-to'kma to'g'onlarda cho'kish to'g'on balandligining 3% gacha yo'l qo'yiladi.

Tosh-to'kma to'g'onlar tepasining cho'kishi $\Delta h = 0{,}0001\sqrt{H^3}$ ga teng, tosh-gruntli to'g'onlarda esa $\Delta h = 0{,}01H$, bunda: Δh – cho'kish, m; H – to'g'on balandligi, m.

To'g'on tepasini gorizontal siljishini cho'kishga teng deb qabul qilinadi.

10.5. Gruntli to‘g‘onlarning boshqa turlari

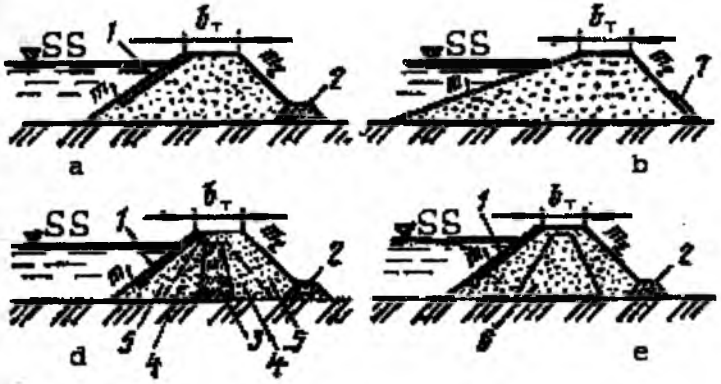
10.5.1. Yuvma to‘g‘onlar

Umumiy ma’lumotlar. Agar to‘g‘on tanasiga gruntni yetkazib berilishi va yotqizilishini gidromexanizatsiya vositalari yordamida bajarilsa, bunday to‘g‘onlarni yuvma to‘g‘onlar deb ataladi. Yuvma to‘g‘onlar gidrotexnik qurilishda keng qo‘llaniladi. To‘g‘onni bu usulda barpo etishda minimal ishchi kuchi va mexanizmlar ishlatilib katta hajmdagi yer ishlarini qisqa muddat ichida bajarishga imkon yaratiladi. Bunda ishlarning bahosi to‘g‘onni qorishmasiz yotqizib barpo etish usuliga qaraganda ancha arzon bo‘ladi.

To‘g‘onni yuvish uchun suv manbayi zarur bo‘ladi, chunki grunt bilan bog‘liq hamma operatsiyalar suv bilan bajariladi.

Tasnifi. Materiali va qurish usuliga ko‘ra yuvma to‘g‘onlar quyidagi asosiy turlarga bo‘linadi (10.64-rasm):

1) bir jinsli (yadrosiz to‘g‘onlar), bular uchun nojinslilik koeffitsiyenti uch-to‘rtdan katta bo‘lgan qumli, qumloq va lyosli gruntlar qo‘llaniladi. Bunday to‘g‘onlar qiyaliklari o‘rab oluvchi dambalar yoki bir yoki ikkala qiyalikdan gidromassani erkin yoyilib oqishi natijasida majburiy shakllanadi;



10.64-rasm. **Yuvma to‘g‘on turlari:**
a,b – bir jisnli; d,e – har xil jinsli; 1 – mustahkamlangan yuqori qiyalik; 2 – drenaj banketi; 3 – yadro; 4,5,6 – mos ravishda oraliq, yon tomondagi va markaziy mayda qumli zona; 7 – qatlamli drenaj.

2) har xil jinsli, yadro gilli gruntlardan hosil bo'lgan qumli bo'lgan, va graviyli (shebenli) yoki mayda zarrali gruntlar ishlatilganda. Ularning ko'ndalang profili majburiy shakllantiriladi, yuvish ikki tomonlama sxema bo'yicha olib boriladi;

3) har xil jinsli qumli gruntlar ishlatilganda va markaziy zona mayda qumdan hosil bo'lganda. Ularning ko'ndalang kesimi majburiy hosil qilinadi, yuvish ikki tomonlama sxema bo'yicha olib boriladi.

Ko'ndalang profil. Yuvma gruntli to'g'onlar ko'tarma to'g'onlardan faqat gruntni yotqizish usuli bilan farq qiladi. Ularning ko'ndalang profili sun'iy zichlanadigan ko'tarma to'g'onlardagi kabi bo'ladi.

Yuqori qiyaliklar yonbag'irlari ularni majburiy shakllanishida, ularni statik ustuvorligi sharti bo'yicha belgilanadi, shuning uchun u ko'tarma to'g'onlardagi kabi bo'ladi. Erkin yoyilib oqish yo'li bilan shakllanadigan qiyaliklar yonbag'irlari (10.64-rasm, a) zarrachalari bog'lanmagan gruntlar uchun xarakterlidir, taxminan 10.7-jadvaldan olinadi.

10.7-jadval

Grunt	Gidroqorishma sarfi m^3/soat bo'lganda qiyalikning o'rtacha nishabligi		
	<2000	2000...4000	>4000
Qum:			
mayda	0,025	0,02	0,01
o'rtacha yiriklikda	0,03	0,025	0,015
yirik	0,035	0,03	0,025
graviyli	0,055	0,04	0,035
Graviyli	0,07	0,055	0,045

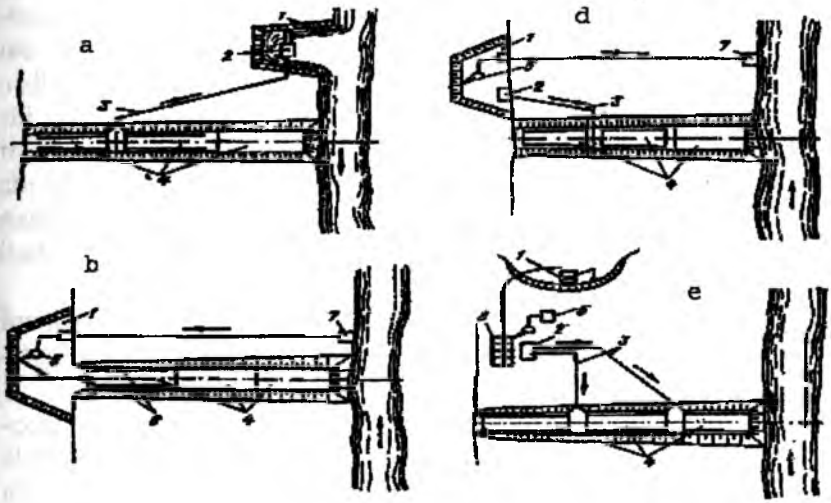
Gruntni karyerda qazish va quyqa (pulpa)ni yuvish kartalariga uzatish. Gruntni qazish usuli karyerni suv sathiga nisbatan joylashuviga va karyerni uni qurilish maydonidan uzoqligiga ko'ra tanlanadi. Gidromexanizatsiya vositalari bilan gruntni qazishni ikkita usuli mavjud: zemsnaryadlar bilan (suv ostida qazish) va gidromonitorlar bilan (kovlab olinadigan quruq joylarda suv ustidan qazish). Zemsnaryadlar bilan qazilgan grunt, yuvish kartalariga bosimli pulpa

o'tkazuvchilar bo'yicha tarnsportlanadi. Gidromonitor usulida gruntni qazishda uni bosimli pulpa o'tkazuvchilar yoki novlar orqali o'z oqimi bilan transportlanadi. Ba'zi bir hollarda, agar karyer qulay topografik sharoitlarda joylashgan bo'lsa, gruntni bosimsiz yuvishda foydalanish mumkin. Bunday usulda qazish grunt yetarli tezlikda bosimsiz oqim bilan yuviladi va o'z oqimi bilan yotqiziladigan joyga transportlanadi.

Amaliyotda gidromexanizatsiya usuli bilan qazish va transportlash quyidagicha bo'ladi:

1) karyerlar o'zanda yoki qayirda to'g'on tepasidan pastga joylashganda grunt zemsnaryadlar bilan qaziladi va yotqiziladigan joyga bosimli pulpa o'tkazuvchilar bilan transportlanadi (10.65-rasm, a).

2) karyerlar to'g'on tepasidan yuqorida qurilish joyiga yaqin joylashganda grunt gidromonitor bilan qaziladi va yuvish kartasiga o'z oqimi bilan qaziladigan joy chegarasidan novlar yoki pulpa o'tkazuvchilar orqali transportlanadi (10.65-rasm, b).



10.65-rasm. **Karyerlarda gruntni qazish va pulpani yuvish kartalariga uzatish sxemalari:**
1 – karyer; 2 – zemsnaryad; 3 – bosimli pulpa o'tkazuvchi; 4 – yuvish kartalari; 5 – gidromonitor; 6 – novlar; 7 – nasos stansiyasi; 8 – vaqtinchalik oraliqdagi grunt uyumi.

3) karyer to'g'on tepasidan pastda daryodan ancha uzoqda joylashgan bo'lsa, grunt gidromonitorlar bilan qaziladi va pulpani yotqizladigan joyga uzatish esa bosimli pulpa o'tkazuvchilar yoki zemsnaryad yordamida amalga oshiriladi (10.65-rasm, d).

4) turli karyerlardan kelgan gruntlarni aralashtirish zarurati paydo bo'lganda yoki karyer to'g'ondan uzoqroq joylashgan bo'lsa, ko'tarma to'g'onlarni barpo qilishda ishlatiladigan mexanizmlar yordamida qurilish joyi yaqindagi grunt uyumiga gruntni tashish va yig'ish iqtisodiy jihatdan ma'qul bo'lishi mumkin. Gruntni vaqtinchalik grunt uyumiga tashish 10.65-rasm, e da keltirilgan sxema asosida amalga oshiriladi.

Gruntlarni yuvish usullari. Yuvma to'g'onlarni barpo etishda asosan estakadali, estadasiz va past bosimli usullar qo'llaniladi (10.66-rasm).

Estakadali yuvish usuli. Taqsimlaydigan pulpa o'tkazuvchilar balandligi 5 m li yog'och estakadalarda o'rnatiladi. Yuvish yarusi balandligini estakada balandligi bo'yicha aniqlanadi. Pulpa o'tkazuvchilar quvuri kesimining pastki qismida uning uzunligi bo'yicha har 6 m dan keyin diametri 150...200 mm li tirqish kesiladi. U zadvijkalar yoki zatvorli patrubkalar bilan jihozlanadi, ular orqali pulpa yoyilib chiqariladi. Pulpani taqsimlash qulay bo'lishi uchun yog'och yoki metall novlar qo'llanilishi mumkin, ular inshoot yuvish yarusini qisqartiradi, va yuvish bevosita patrubkalar orqali olib boriladi. Balandligi uncha katta bo'lmagan estakadada taqsimlovchi novlar qo'llanilmaydi. Navbatdagi yarus yuvilgandan so'ng, foydalanilgan estakada ustunlari inshoot tanasida qoldiriladi va yangi estakada quriladi.

Estakadali yuvish usulining afzalliklariga front bo'yicha pulpani yoyib chiqarishda uni tekis taqsimlash va yuvish jadalligini pasaytirishi imkoniyati borligi kiradi.

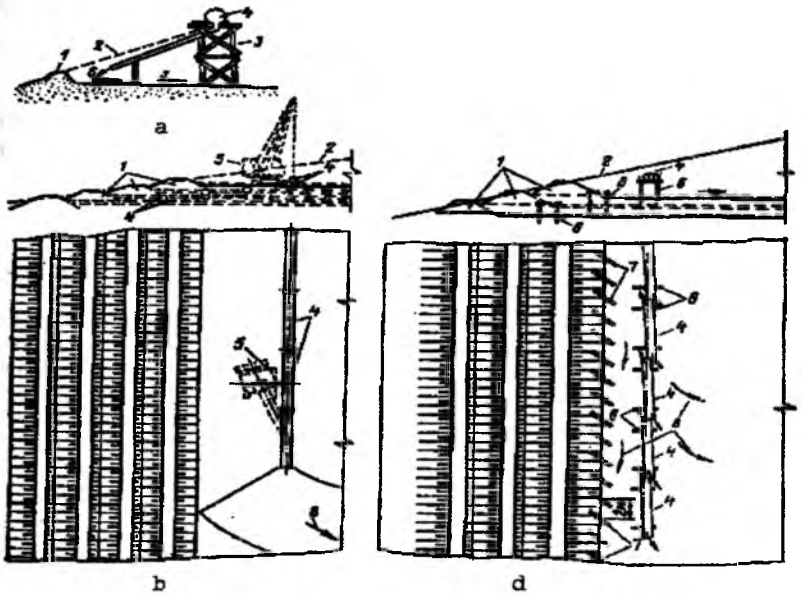
Estakadali yuvish usulining asosiy kamchiliklari: juda ko'p miqdorda yog'och materiallari ishlatiladi (1000 m^3 gruntni yuvishda 1,5 m^3 dan kam bo'lmagan), estakadani qurishda juda ko'p qo'lda bajariladigan ishlar xarajati, estakada yaqinida o'rab oluvchi dambalarni barpo etish qiyinligi, taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchilar va yuvish jarayonlarini boshqarish murakkabligi.

Estakadasiz yuvish usuli. Taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchi karta o'qiga parallel holda yuvilgan grunt ustiga yotqiziladi. Taqsimlovchi

pulpa o'tkazuvchi zvenolardan tashkil topgan. Gidroqorishma oxirgi quvurdan chiqariladi. Talab qilingan qalinlikdagi grunt qatlami yuvib bo'lingandan so'ng, pulpa o'tkazuvchining oxirgi zvenosi olib tashlanadi. Taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchi qisqartirilganda yuvish qatlami qalinligi 0,2...0,3 m, va u kuchaytirilganda 0,6...0,7 m bo'ladi.

Estakadasiz usul boshqa usullarga qaraganda ko'proq mexanizatsiyalashgan va tejamkor, hozirgi paytda ko'proq tarqalgan. Ammo u profili tor (kengligi 5...10 m) inshootlarni yuvishda va yuvish jarayonida kranlar harakat qilish imkoni bo'lmaganligi sababli gilli gruntlarni yuvishda qo'llanilmaydi.

Past bosimli yuvish usuli. Bu usul pulpani ko'ndalang kesimi 1/3...1/4 o'lchamda bir-biriga siljigan pulpa o'tkazuvchining 3–4 ta zvenolarini chiqish joyidan chiqarib yuborish imkonini beradi. Pulpa o'tkazuvchi balandligi 1,5 m gacha bo'lgan tayanchlardagi o'rab



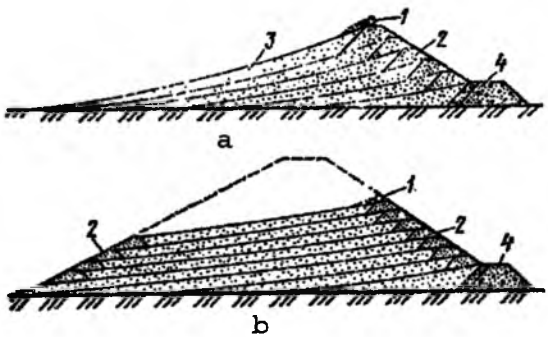
10.66-rasm. **Yuvish usullari sxemalari:**
a – estakadali; b – estakadasiz; d – past bosimli; 1 – dastlab barpo qilinadigan o'rab oluvchi dambalar; 2 – loyihaviy profil; 3–estakada; 4 – taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchilar; 5 – ekaran; 6 – past tayanchlar; 7 – qaytaruvchi to'siqlar; 8 – gidroqorishma oqimining harakati.

oluvchi dambaning pastki qismidan 4...5 m masofada joylashtiriladi. Bunday usulda yuvilganda qatlam qalinligi 1...1,2 m ga teng bo'ladi.

Navbatdagi qatlam yuvilgandan so'ng tayanchlar ko'tariladi va maxsus universal mashinalar bilan burg'ulangan yangi quduqqa o'rnatiladi.

Gidroqorishma erkin yoyilganda bir tomondan yuvish. Pastki qiyalik tomonida o'rab oluvchi dambachalar quriladi, bunda dambachalar drenaj prizmasi sifatida ishlaydi. Taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchilar o'rab oluvchi dambachalarning ichki qiyaligiga tutashtirib yotqiziladi. Bunda gidroqorishmani taqsimlash estakadali, estakadasiz va past bosimli usullar bilan bajariladi. Pulpa o'tkazuvchilardan chiqarilgan gidroqorishma pastki qiyalikdan yuqori qiyalikka erkin yoyiladi va yotiqroq yuvish qiyaligini hosil qiladi (10.67-rasm, a). Gidroqorishma erkin yoyilganda gruntni bu sxemada yuvish yuqori qiyaligi mustahkamlanmagan dambalarni barpo etishda ham inshoot zaminini tayyorlashda betonli inshootlar bo'shliqlarini suv bilan yuvishda, va qirg'oqlarni mustahkamlash bo'yicha tadbir sifatida qo'llash mumkin.

Erkin yoyilishda nishabliklar o'rtacha qiymati grunt va gidroqorishmaning sarfiga bog'liq va 0,025...0,045 chegarasida bo'ladi (qumlarga nisbatan kichik, graviyli gruntlarga nisbatan katta).



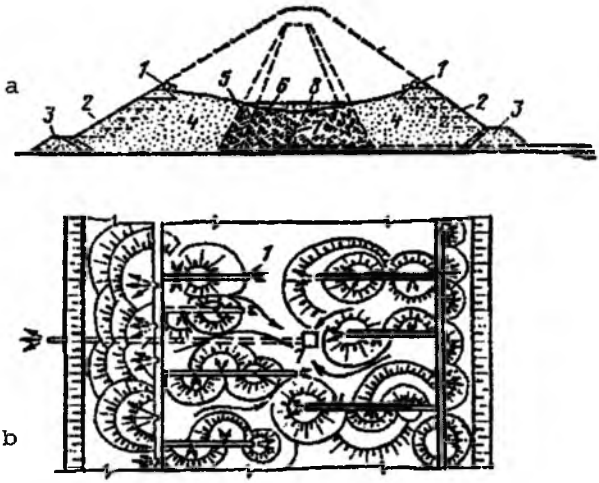
10.67-rasm. **To'g'onni bir tomondan yuvish sxemalari:**
a – yuqori qiyalikka gidroqorishma erkin yoyilganda; b – yuqori qiyalik majburiy shakllanganda; 1 – taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchi; 2 – o'rab oluvchi dambalar; 3 – yuvilish qiyaligi; 4 – tayanch prizmalar (dastlabki o'rab oluvchi dambalar).

Mahkamlangan yuqori qiyalik bilan bir tomondan yuvish. To'g'on yuqori qiyaligi loyihaviy bo'lganda bir tomonlama yuvishni bajarish mumkin, chunki gruntning yirikroq fraksiyalari gidroqorishma chiqish yaqinida, maydaroqlari esa yuqori qiyalikka tushadi (10.67-rasm, b).

Pastki qiyalik tomonidan o'rab oluvchi dambachalar barpo etiladi va oldingi sxemadagi kabi pulpa o'tkazuvchilar yotqiziladi. Hosil bo'lgan yuqori qiyalik bo'yicha filtratsiya dambachalari quriladi, buning natijasida berilgan ko'rinishdagi profil hosil bo'ladi.

Ikki tomondan yuvish. To'g'on ko'ndalang profili zarrachalari bog'langan gruntli yadrodan (10.68-rasm, a) yoki mayda qumli markaziy zonadan iborat bo'ladi.

Yuvish jarayonida hosil bo'ladigan qiyaliklar bo'yicha o'rab oluvchi dambachalar barpo etiladi. Gidroqorishmani yetkazib beradigan pulpa o'tkazuvchilarni ko'ndalang profilning ikki tomonida dambachalarning ichki tomoniga tutashtirib joylashtiriladi. Gidroqorish-



10.68-rasm. **Ikki tomondan yadroli (a) va mozaikali (b) yuvishlar:** 1 – taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchi; 2 – o'rab oluvchi dambalar; 3 – tayanch prizmalar (dastlabki o'rab oluvchi dambalar); 4 – yon tomondagi prizmalar; 5 – oraliq zonalar; 6 – tindirgich-hovuz; 7 – tindirilgan suvni chiqarib tashlovchi vaqtinchalik suv tashlash qurilmasi; 8 – yadro.

ma erkin yoyilib to'g'on profilining o'rtasiga qarab harakat qiladi. Qiyalikka tutashgan joyda yon tomondagi prizmalarni hosil qiluvchi yirik fraksiyalar cho'kadi. Uning izidan oraliq zonalarni hosil qiluvchi gidroqorishmadan mayda qumli fraksiyalar tushadi, so'ngra tindirgich-hovuz hosil bo'ladi, unda yadroni hosil qiluvchi mayda (gilli) fraksiyalar cho'kadi. Tindirgich-hovuz o'rtasiga tashlovchi quduq o'rnatiladi, unga suv bilan birga gruntning maydaroq fraksiyalari kiradi va ketuvchi quvurlar orqali oqim to'g'on konturi chegarasidan tashqariga chiqarib tashlanadi. To'g'onni yuvish tugagandan so'ng tashlovchi quduq o'sha tarkibli grunt bilan (yadrodagi) bekitiladi, ketuvchi quvurlar esa to'g'on asosida qoladi. Yadro kengligi hisoblar asosida aniqlanadi va tindirgich-hovuzdagi suv sathi bilan boshqariladi. To'g'on yuqori qismini qorishmasiz usul bilan bajariladi yoki grunt bo'ylama yuviladi.

Mozaikali yuvish (10.68-rasm, b). Bunday yuvish gruntlarni fraksiyalarga ajratmasdan ko'ndalang profil bo'yicha bir jinsli to'g'on hosil bo'lishiga imkon beradi. Mozaikali yuvishda qumli yoki graviyli gruntlar yoki ularning aralashmasidan foydalaniladi.

Mozaikali yuvish sxemasi bir-biriga parallel yotqizilgan bir nechta taqsimlovchi pulpa o'tkazuvchilardan gidroqorishmani yoyilib chiqishini ta'minlaydi. Gidroqorishma chiqqan joylarda konus shaklidagi yotqiziqlar hosil bo'ladi. Keyingi qatlam balandligini yuvishda pulpa o'tkazuvchilar chiqish joylarida gidroqorishma aralashtiriladi. Mozaikali yuvishni past bosimli yuvish usuli bilan amalga oshirish mumkin.

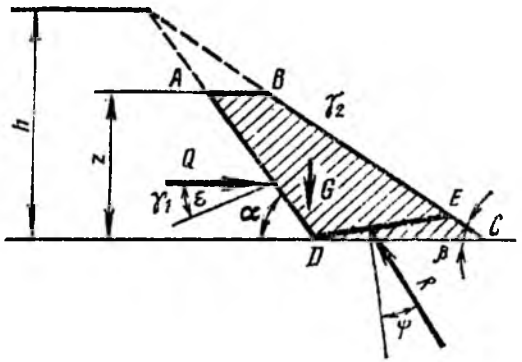
Suv yuvish kartasi o'qi bo'ylab joylashgan tashlovchi quduq orqali chiqarib yuboriladi, bunda suv yuviladigan grunt konuslari oralig'i bo'yicha harakat qiladi.

Yuvma to'g'onlarning hisoblari. Yuvma to'g'onlarda hisoblarning bir qismi ekspluatatsiya sharoitlari uchun 10.1 paragrafda bayon etilgan uslub bo'yicha olib boriladi.

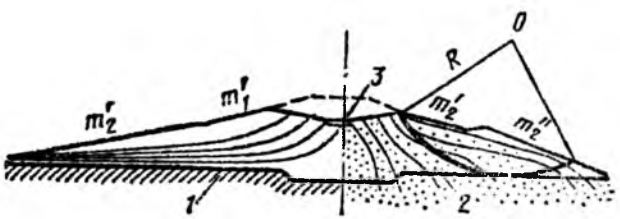
Ko'rsatilganlardan tashqari, to'g'onni yuvish jarayonida yon tomonlardagi prizmalar ustuvorlik hisoblari bajariladi. Bunday hisob M.M. Grishin va B.N. Fedorov uslubi bo'yicha 10.69-rasmda keltirilgan sxemadan foydalanib bajariladi. Bunda prizmaga ta'sir etuvchi kuchlar muvozanat sharti ko'rib chiqiladi. Prizmaga gruntli yadro bosimi Q (hisobda zichligi γ_1 bo'lgan og'ir suyuqlik sifatida qabul qilinadi) va zichligi γ_2 bo'lgan prizmaning o'z og'irligi G_2 ta'sir

qiladi. Prizmaning ustuvorligi siljish tekisligiga o'tkazilgan normal va teng ta'sir etuvchi faol kuch orasidagi ψ burchak bilan aniqlanadi. DE bo'yicha siljish tekisligi oldindan ma'lum emas va ψ burchak maksimum bo'lganda eng xavflisi hisoblanadi. ψ burchagi hisobiy formulalarga kiruvchi $h, z, \gamma_1, \gamma_2, \varepsilon, \alpha, \beta$ qiymatlari bilan funksional bog'langan.

To'g'onni ikki tomondan yuvish usuli jarayonida, agar tindirgich-hovuzcha suv bilan to'lgan bo'lsa, filtratsiya oqimi vujudga keladi va bir vaqtning o'zida u bilan birga yoki tomondagi prizmalarga yo'nalgan kuch paydo bo'ladi (10.70-rasm), uni ularning ustuvorlik hisoblarida aniqlanadi.



10.69-rasm. **Yadroni yuvish jarayonida yon tomondagi prizmaning ustuvorligi.**



10.70-rasm. **Yadroli to'g'onlarda tashqi prizmalar ustuvorlik hisobi sxemasi:**
1 – zamin-sog' tuproq; 2 – suv o'tkazadigan zamin; 3 – hovuzcha.

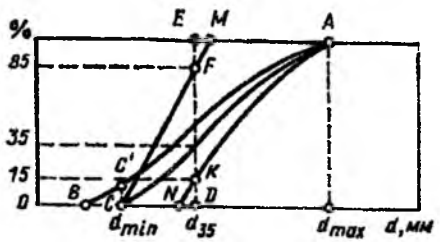
Yuvma to'g'onlar gruntining zarralari (donadorligi) tarkibini oldindan aytish. Yuvma to'g'onlar mustahkamlik, deformatsiyalanish va filtratsion tavsiflari asosan ularning zarralari tarkibiga bog'liq. Shuning uchun loyihalash jarayonida ko'rsatilgan tavsiflarni aniqlash uchun inshootning har xil zonalarida gruntning zarralari tarkibini oldindan aytib berish kerak.

Bir jinsli qumli to'g'onlarni barpo etishda nojinslilik koeffitsiyenti $K_{60/10} < 3$ bo'lgan gruntlar ishlatiladi. Bu holda yuviladigan grunt zarralarini taqsimlanishi yuz bermaydi va karerdagi materialning zarrali tarkibi faqat mayda fraksiyalarni tashlash natijasida o'zgaradi (odatda $d < 0{,}001$ mm li zarralar tashlanadi).

Yadroli to'g'onlarda ($K_{60/10} > 3$) mayda fraksiyalarni tashlashdan tashqari (bunday to'g'onlarda $d < 0{,}005$ li zarralarni yuvib tashlashga harakat qilinadi, chunki yadrodagi kuchlarni birlashish jarayoni tez ro'y beradi) ko'ndalang profilda grunt zarralarining taqsimlanishini ham hisobga olish kerak.

Zarralar tarkibi tajribada olib borilgan yuvish asosida oldindan aytib beriladi (I kapitallik sinf to'g'onlar uchun bajarilishi shart) yoki o'xshash va har xil taxminiy usullardan foydadaniladi. Bunday usullardan biri quyidagidan iborat. Mayda fraksiyalar yuvib tashlangandan so'ng inshootga qoladigan eng mayda grunt zarrasi belgilanadi, masalan $d_{min} = 0{,}005$ mm (10.71-rasmda C nuqta), karer materiali zarralar tarkibi egri chizig'i AB ni A nuqta atrofida C nuqta ustiga tushguncha buriladi. Shunday yo'l bilan olingan AC egri chizig'i yuvma to'g'ondagi gruntning o'rtacha tarkibini tavsiflaydi. CC' vertikal kesma yuvilish foizini aniqlaydi.

So'ngra d_{35} yuvilgan gruntga mos keladigan D nuqta atrofida DE vertikal chizig'ini o'tkazamiz. C nuqta atrofida AC egri chizig'ini F



10.71-rasm. **Zarralarni taqsimlanish hisobi grafigi.**

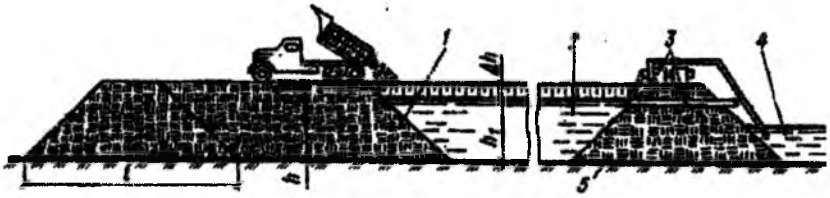
nuqtasi bilan ustma-ust tushguncha aylantiramiz va *DE* vertikal chizig'i bilan materialning 85% tarkibiga mos keladigan yotiq (gorizontal) chiziqni kesishishi joyida *CFM* chizig'ini hosil qilamiz, uni esa to'g'on yadrosi o'qi bo'yicha donadorlik tarkibi egri chizig'i sifatida qabul qilamiz. Tayanch prizmalarning tashqi qiyaliklarida gruntning donadorlik egri chizig'i *A* nuqta atrofida *AC* egri chizig'ini *K* nuqta bilan mos tushgunga qadar aylantirib *DE* vertikal chizig'i bilan material tarkibining 15% ga to'g'ri keladigan gorizontal chiziq bilan kesishishi hosil qilinadi.

Gruntni suvga to'kib barpo etiladigan to'g'onlar. Yuvma to'g'onlarning ayrim turlaridan biri sifatida gruntni suvga to'kib barpo etiladigan to'g'onlarni aytish mumkin. Lyossimon ko'rinishdagi sog' tuproqli gruntlarni suvga to'kib barpo etiladigan to'g'onlarni O'rta Osiyoda qo'llanilgan.

Gruntli to'g'onlarni barpo etish uchun va bosimli inshootlarning filtratsiyaga qarshi qurilmalar (yadro, ekran, ponur) ni barpo etishda gruntni suvga to'kish usuli bilan amalga oshirish mumkin. Bu usulning asosiy afzalliklariga quyidagilar kiradi: boshqa usullar bilan yomon yotqiziladigan gruntlarni ishlatish mumkinligi; yomg'ir yog'ayotgan vaqtda va qish fasllarida ishni odatdagi ishlab chiqarish texnologiyalari bilan olib borish mumkinligi. Bunda yotqiziladigan grunt ayniqsa yadro, ekran va ponurlarni barpo etishda zichlanish strukturasi yuqori va filtratsiyaga qarshi yaxshi xossalarga ega bo'lishi kerak.

Gruntni suvga to'kish usuli bilan barpo etiladigan inshootlar alohida kartalar bo'yicha bajariladi, ularning o'lchamlari jihozlarning unumdorligiga va belgilangan to'kiladigan grunt hajmiga ko'ra aniqlanadi.

Gruntlar o'rab oluvchi dambalar bilan to'silgan sun'iy hovuzlarga qatlam-qatlam qilib to'kiladi. Inshootlarni barpo etishda to'kiladigan grunt qatlami qalinligini: qum-graviylar uchun 4 dan 10 m gacha; qum va qumloq uchun—4 m gacha; sog' tuproqlar uchun — 2 m gacha; og'ir sog' tuproq va gil uchun—1 m gacha tayinlash tavsiya etiladi. Hovuzdagi suv chuqurligini to'kiladigan qatlam balandligidan past qilib belgilanadi. Grunt suvga avtosamosvallar bilan pioner usulida to'kiladi (10.72-rasm). O'rab oluvchi dambalar tashqi qiyaligini loyihada qabul qilingan qiyalik koeffitsiyenti bo'yicha bajariladi.



10.72-rasm. **Gruntni suvga to'kish sxemasi:**
1 – to'kiladigan grunt; 2 – hovuz; 3 – ortiqcha suvlarni chiqarib tashlaydigan nasos yoki quvur; 4 – qo'shni karta; 5 – o'rab oluvchi damba.

Kartani grunt bilan to'ldirish jarayonida hovuzdagi suv sathi doimiy ushlab turiladi. Ortiqcha suvlar markazdan qochma nasoslar yoki quvurlar yoki novlar bilan qo'shni kartaga o'tkazib yuboriladi.

Gruntni ivishi va ko'pchishi ro'y bermasligi uchun uni suvga yuqori jadallik bilan to'kish kerak. Ko'rsatilgan materialning suvga to'yinish koeffitsiyenti 0,75...0,85 dan katta bo'lmasligi kerak, bir vaqtning o'zida uning namligi oqib ketish chegarasidagi namlikdan kichik bo'lmasligi kerak.

10.5.2. Yo'naltirilgan portlatish bilan barpo etiladigan inshootlar

Portlatish yo'nalishi qirg'oq yonbag'irlari ichidagi shtolnyalarda yoki shtreklarda joylashgan zaryad kameralariga o'rnatilgan portlovchi moddalar (PM) bilan amalga oshiriladi. Portlatishdan so'ng grunt massasi berilgan yo'nalishdagi kerakli (hisobiy) masofaga siljiydi va belgilangan kontur bo'yicha yotadi. Gidrotexnika qurilishida yo'naltirilgan portlatish to'g'onlarni, dambalarni, peremichkalarni, tosh-to'kma to'g'onlarda tayanch prizmalarni barpo etishda hamda kanallarni qurishda ishlatiladi.

PM zaryadini ikki yarusda joylashtirish maqsadga muvofiqdir – asosiy va yordamchi; oxirgisini birinchi bo'lib portlatiladi va asosiy zaryadga yaxshiroq yo'nalishni ta'minlaydi.

Yo'naltirilgan portlatish bilan barpo etiladigan inshootlarning afzalliklari: inshootni barpo etish qisqa vaqt ichida bajariladi; ish minimal mexanizmlar va ishchilar sonini talab qiladi; ishlarni yil-

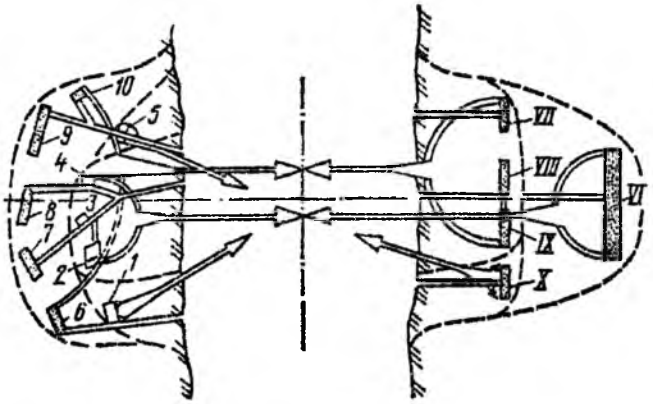
ning har qanday vaqtida bajarish mumkin; boshqa inshootlarni barpo etishga nisbatan inshootlarning narxi arzon; inshootlarni barpo etishda har qanday gruntlarni va tog‘ jinslarini ishlatish mumkin; daryo o‘zanini to‘smasdan portlatish ishlarini bajarish mumkin; yo‘naltirilgan portlatish bilan barpo etilgan inshootlar amaliyotda tasdiqlangan va texnik va iqtisodiy tomondan isbotlangan.

Yo‘naltirilgan portlatish bilan barpo etiladigan inshootlar qator kamchiliklarga ega: loyihada keltirilgan yechimlariga nisbatan ish hajmlarining ko‘p bo‘lishi; PM joylashtirish uchun tog‘ ishlarini bajarish; filtratsiyaga qarshi qurilmalarini barpo etish qiyin.

Portlatib tashlanadigan to‘g‘onlar bir jinsli va filtratsiyaga qarshi qurilmalari bilan barpo etiladi. Qulay muhandis-geologik sharoitlarda, baland qirg‘oqlar qoyali jinslardan tashkil topgan bo‘lsa, portlatib-tashlama usuli bilan barpo etiladigan to‘g‘onlarini ularning ikkala qirg‘oqlariga PM zaryadlarini joylashtirib barpo etiladi.

Bunga kichik Almaatinka daryosidagi portlatib-tashlama usuli bilan barpo etilgan to‘g‘onini misol keltirishimiz mumkin (10.73-rasm).

Agar bitta qirg‘oq qoyali jinslardan, ikkinchisi suv o‘tkazadigan gruntlardan tashkil topgan bo‘lsa, portlatib-tashlash usuli bilan barpo etiladigan to‘g‘onini filtratsiyaga qarshi qurilmalarni ekranli, ponurli



10.73-rasm. **Almaatinka to‘g‘onini barpo etishda yo‘naltirilgan portlatish sxemasi:**

VI...X – o‘ng qirg‘oqdagi zaryadlar; 1...10 gacha qirg‘oqdagi zaryadlar.

bajarish mumkin. Oldin bitta qirg'oqni portlatish bilan tosh uyumi hosil qilinadi, so'ngra biroz vaqtdan so'ng filtratsiyaga qarshi qurilmalar barpo etiladi. Agar bunday sharoitlar bo'lmasa va bitta qirg'oqqa tik qoyali massiv joylashgan bo'lsa, portlatish bilan faqat portlatib tashlangan to'g'on tanasi barpo etiladi, suv o'tkazmaydigan qismda esa karerdagi kam suv o'tkazuvchan gruntlar to'kiladi.

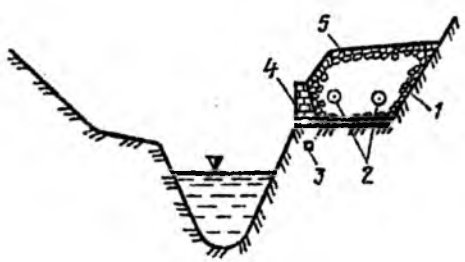
Portlatib-tashlash usuli bilan barpo etiladigan to'g'on tanasining asosiy qismi uyumdan tashkil topadi. U portlatishdan keyin hosil bo'lib, berilgan profilga mos keluvchi geometrik ko'rinishga ega bo'lmaydi. Buni hisobga olib, so'ngra uyumni loyihaviy o'lchamlargacha keltirish ishlari olib boriladi va berilgan yotiqlikdagi qiyalik tekisliklari tekislanadi.

Yo'naltirilgan portlatish bilan barpo etiladigan inshootlarni yonbag'irdagi himoya qiluvchi tirgak devor orqasida jinsni oldindan to'kib amalga oshirish mumkin. Bu holatni, qaysi bir sabablarga ko'ra odatdagi usullar bilan yonbag'irni portlatishni olib borish imkoni bo'lmasa qo'llaniladi.

Bunday yechimga Vaxsh daryosidagi Nurek to'g'oni tarkibiga kiruvchi peremichka misol bo'ladi (10.74-rasm). Portlatishda uyumning zichligi yetarli darajada zich bo'ladi va tashlangan tosh uchun 2,1...2,2 t/m^3 bo'ladi, to'g'onning cho'kishi sezilarsiz.

PM qo'llanilganda hisoblar. PM zaryad sarfi M.M. Boriskov formulasidan aniqlanadi:

$$Q = qW^3\left(0{,}4 - 0{,}6n^3\right), \qquad (10.145)$$



10.74-rasm. **Yonbag'irda jinsni oldindan yotqizib portlatish bilan barpo etiladigan inshootlar sxemasi:**
1 – qirg'oqning yonbag'iri; 2 – zaryadni joylashtirish quvurlari; 3 – qoyali qirg'oqni bo'laklash zaryadi; 4 – tirgak devor; 5 – tosh ombori.

bunda: q – PM solishtirma sarfi, tog'li jinsning yoriqligi va qattiqligiga ko'ra o'zgaradi, kg/sm^3;

$$q = q_e(500/d)^{0,4} \qquad (10.146)$$

d - fraksiyaning yo'l qo'yarlik o'lchami, mm; q_e – PM etalon solishtirma sarfi, jinsning mustahkamligi va yoriqligiga ko'ra $q_e = 0,3...1,4$ kg/m^3. Ko'p portlatishlarda $q_e = 0,0027\gamma_{por}$; γ_{por} – jinsning zichligi; n –portlatish ta'siri ko'rsatkichi, $n = 1...2$.

Bir yerga to'plangan zaryadlar orasidagi masofa:

$$a = 0,5W(n+1). \qquad (10.147)$$

PM dan portlash seysmik ta'sirlarga olib keladi. U ta'sir qiladigan masofani quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$R_s = 0,0275Q^{0,5}, \qquad (10.148)$$

bunda Q – portlatiladigan zaryadning umuiy massasi, t.

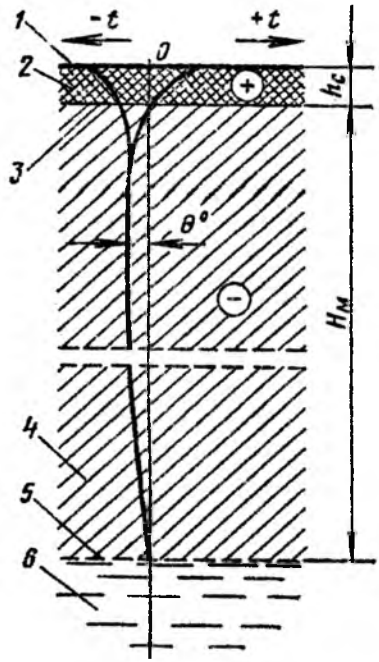
10.5.3. Doimiy muzliklardagi to'g'onlar

Manfiy haroratga ega bo'lgan va o'zining tarkibida muz bo'lgan jinslarga muzlagan deb ataladi. Ular mavsumiy muzlaydigan va doimiy muzlaydiganlarga bo'linadi.

Doimiy muzlaydigan qatlam qalinligi katta chegarada o'zgaradi: 8...20 dan 500 m gacha (va undan yuqori). Yuqori qatlam har yili muzlaydi va eriydi. Bunday qatlamni faol deb ataladi, uning chuqurligi iqlimiy sharoitlar, gruntlarning tavsifiga ko'ra 0,7 m dan 3,8 m gacha o'zgaradi. Ba'zi bir hollarda faol qatlam va doimiy muzlaydigan qatlam orasida doimiy musbat haroratli qatlam joylashadi.

Doimiy muzlaydigan qatlam harorat maydoni 10.75-rasmda keltirilgan. Mavsumiy muzlaydigan chegaradan doimiy muzlaydigan qatlam chegarasigacha bo'lgan masofa uning qalinligini tashkil etadi. Doimiy muzlik tarqalgan zonada qoyali va qoyamas jinslar uchraydi. Qoyali jinslar muzlagan holatda monolit bo'ladi va eriganda o'zining mustahkamlik xossalarini yo'qotmaydi, ammo yoriqlarning muzlardan ozod bo'lishi sababli ularda filtratsiya koeffitsiyenti oshadi.

Dispersiyali muzlaydigan gruntlar ko'p fazali tizimdir; u grunt bo'shliqlarida joylashgan mineral zarralar, muzlaydigan suv, gazsi-



10.75-rasm. **Doimiy muzlikdagi qalinlikning harorat maydoni:** 1 – yer sathi; 2 – mavsumda eriydigan qatlam; 3 – mavsumda eriydigan qatlamning pastki chegarasi; 4 – doimiy muzlaydigan grunt qat-lami; 5 – doimiy muzlaydigan gruntning pastki sirti; 6 – yer qobig'ining eriydigan zonasi.

mon qismdan tashkil topgan. Bunday gruntlar muz bilan sementlangan va amalda yuqori mustahkamlik xossalariga ega bo'lgan va suv o'tkazmaydigan monolitni ifodalaydi.

Muzlagan gruntlarda suv uch holatda bo'ladi: g'ovaklik fazosini to'ldiradigan muz ko'rinishida $W_{g'ov}$, muz aralashmasi ko'rinishida-linzalar va qatlamlanish W_{linz}, muzlamagan suv ko'rinishida $W_{m.s.k.}$. Suvning umumiy miqdori tashkil etuvchilar yig'indisiga teng. Muzlamagan suv grunt mineral zarralarini o'rab oladi va ular adsorbsiya kuchlari bilan mustahkam bog'langan. Muzlamagan suv miqdori harorat va grunt turiga bog'liq.

Gruntdagi suv miqdori nisbiy muz bilan qoplanganlik darajasi i_0 bilan baholanadi:

$$i_0 = (W - W_{m.s.k.})/W. \qquad (10.149)$$

Muzlagan gruntlar tavsifining o'ziga xosligi – namlikning ko'chishi, sovuqdan ko'pchishi, grunt yuzasining sovuqdan yorilishi, solyuflyuksiya va eriganda ko'p cho'kishi.

Sovuqdan ko'pchish deganda muzlamagan suvni muzlash frontiga siljishi (harakati) tushuniladi, buning natijasida muzlagan gruntning yuqori qatlamlari muz bilan qoplanadi, g'ovaklar muzlaganda va suv ko'chish jarayonida bir joyga to'planganda grunt hajmini oshishiga olib keladi.

Grunt yuzasini *sovuqdan yorilishi* — vertikal bo'yicha harorat rejimi oqibati va yuza qismida cho'zuvchi va chuqurlik bo'yicha siqilgan kuchlanishlarni hosil bo'lishi oqibatida hosil bo'ladi.

Solyuflyuksiya. φ va c tavsiflarini kamayishi natijasida o'z og'irligi ta'sirida erigan gruntni sekin oqishi bilan ifodalanadi. Muzlagan gruntlar eriganda o'z og'irligi va tashqi kuch ta'sirida cho'kadi. Muzlagan gruntlar erigandan keyin yuk ko'tarish qobiliyati kamayadi va inshootni barpo etish uchun ulardan foydalanib bo'lmaydi.

Doimiy muzliklarda barpo etiladigan to'g'on turlari. Doimiy muzlik hududlarida quyidagi to'g'on turlarini qo'llash mumkin: eriydigan, ularni barpo etish texnologiyasi to'g'on tanasi va zaminida cho'kmaydigan va ko'pchimaydigan gruntlarni gruntli yadro va ekranlarga suv o'tkazmaydigan qurilmalarni qo'llashga asoslangan; *muzlagan*, gruntni yotqizish jarayonida ko'ndalang profilning hammasi muzlatiladi; muzlagan, ularda gruntli yadro yotqiziladi, so'ngra uni sun'iy muzlatiladi va shu holatda ekspulatatsiya qilish davrida ham saqlanadi.

Eriydigan to'g'onlar. Ularni nisbatan to'kilgan toshdan, suv o'tkazmaydigan qurilmalarini esa yadro yoki ekran ko'rinishida kam suv o'tkazadigan gruntlardan barpo etiladi. Filtratsiyaga qarshi qurilmalar sifatida plyonkalarni ishlatishga ruxsat beriladi. Bunday to'g'onlar zaminlarida cho'kmaydigan zarralari bog'langan va bog'lanmagan gruntlar bo'lishi mumkin, to'g'onni qoyali zaminlarda barpo etish afzaldir.

Eriydigan to'g'onlarga mo'tadil iqlim hududlarida barpo etiladigan gruntli to'g'onlarga taalluqli amalda qo'llaniladigan me'yorlar bo'yicha belgilangan talablar qo'llaniladi.

Filtratsiyaga qarshi qurilmali eriydigan to'g'onlar Sibirda qurilgan: Volyuy ($H = 74m$), Xanbay ($H = 65m$), Seberyansk ($H = 78m$), Kolimsk ($H = 125m$).

Muzlagan to'g'onlar. Ular ko'ndalang profilida muzlagan zonalarga ega bo'lib, zamindagi doimiy muzlagan gruntlar bilan tutashadi. Muzlagan to'g'onlarning asosiy ikkita turi mavjud: ularning

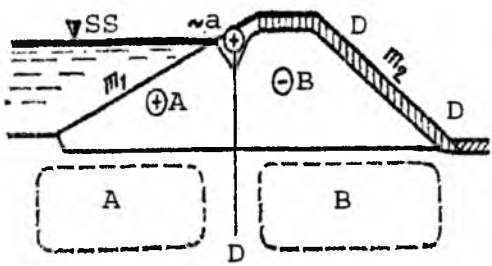
birinchisida ekspluatatsiya qilish jarayonida to‘g‘onning hamma tanasi muzlagan gruntdan bajariladi, erish natijasida esa erigan grunt zonasi hosil bo‘ladi: ikkinchisida sun’iy yo‘l bilan muzlatib, muzlagan grunt ko‘rinishidagi suv o‘tkazmaydigan to‘siq ko‘zda tutiladi.

Birinchi turdagi muzlagan to‘g‘on (10.76-rasm) ko‘ndalang profilining hammasi manfiy harorat davrida muzlagan qilib bajariladi. G‘ovaklarni suvga to‘ldirib grunt qatlamlab bajariladi va har bir qatlam muzlatiladi. Bunday to‘g‘onlar zamin bilan tutashgan joylarda suv o‘tkazmaslikni ta’minlab doimiy muzliklardagi gruntlardan barpo etiladi.

Ekspluatatsiya qilish vaqtida muzlagan to‘g‘on ko‘ndalang profili va zamini erigan va muzlagan zonalarga ega bo‘ladi. Suv ombori to‘ldirilgandan keyin yuqori qiyalik tomonidan suvning issiqligi ta’sirida erigan grunt zonasi A hosil bo‘ladi. Bu zona chegarasini (10.76-rasmda, A-D chiziq) teplotexnik hisoblar asosida aniqlanadi.

Profilning o‘rta qismida B zona bo‘ladi, unda grunt muzlagan holatda bo‘ladi. To‘g‘on tepasi, pastki qiyalik va qiyalikning suv osti qismi mavsumiy erish va muzlash zonasini hosil qiladi. Bu zonalar bo‘yicha muzlash chuqurligini kamaytirish uchun issiqlikni himoya qiluvchi qoplama to‘shaladi, masalan, torf, qor qoplamasi to‘kiladi yoki issiqlikni sun’iy himoya qiluvchi materiallar ishlatiladi. Gruntni sho‘rlash bilan muzlash chuqurligini kamaytirishga erishiladi: buning uchun kalsiy xlor yoki natriy xlor qo‘llaniladi.

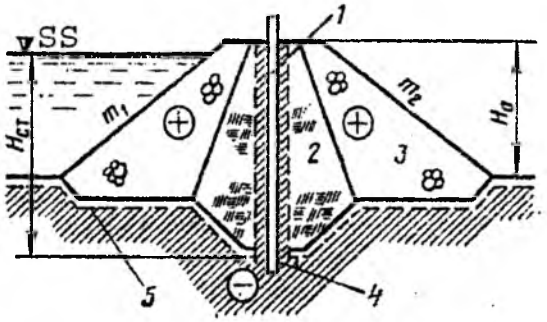
Bunday to‘g‘onlarning zaminlarida ikkita zona bo‘ladi: to‘g‘onning yuqori qismi ostida (zona) va to‘g‘on tanasidagi muzlagan grunt bilan tutashadigan zaminning doimiy muzlagan grunti.



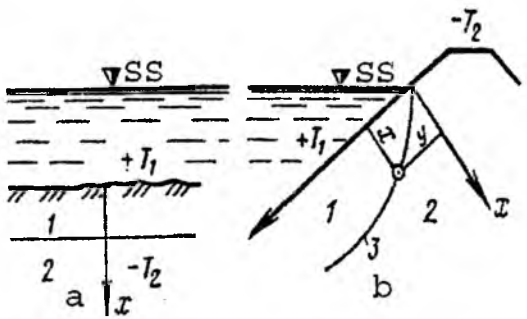
10.76-rasm. **Doimiy muzlagan zamindagi muzlagan to‘g‘on sxemasi.**

Ikkinchi turdagi muzlagan to‘g‘onlarda erigan gruntlardan yotqiziladigan gruntli yadro qo‘llaniladi, so‘ngra uni yaxlatiladi. Buning uchun muzlatuvchi kalonkalar ko‘rinishidagi sovutish tizimi qo‘llaniladi, ular orqali issiqlik tarqatuvchi sirkulatsiya qilinadi – suyuqlik yoki havo. Sun’iy muzlatilgan muzgruntli devor – to‘siq pardali to‘g‘on sxemasi 10.77-rasmda ko‘rsatilgan.

Muzlagan to‘g‘on hisobiy sxemasi 10.78-rasmda keltirilgan.



10.77-rasm. **Sun’iy muzlatilgan muzgruntli devor-to‘siq pardali muzlagan to‘g‘on sxemasi:**
1 – muzlatuvchi kolonka; 2 – zarralari bog‘langan gruntli yadro; 3 – tayanch prizmalar; 4 – muzlagan devor bilan zaminni tutashuvi; 5 – nulinchi izoterma chegarasi.



10.78-rasm. **Suv ombori tubi ostida (a) va yuqori qiyalik ostida (b) muzlagan gruntning erish chuqurligini hisoblash sxemalari:**
1,2 – erigan va muzlagan grunt; 3 – nolinchi izoterma.

10.6. Yog'och to'g'onlar

10.6.1. To'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar

To'g'onlarni vertikal va gorizontal yuklamalarini qabul qiladigan asosiy elementlari yog'ochdan yasalgan bo'lsa, ular yog'och to'g'onlar deb ataladi.

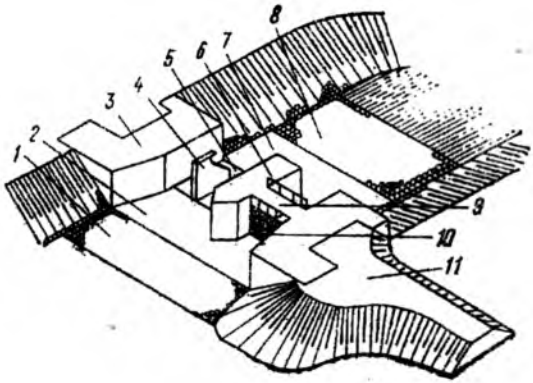
Yog'och to'g'onlar quyidagi afzalliklarga ega: yog'och kesilgan joyda tayyorlangandan so'ng yog'och material bevosita ishlatiladi; to'g'onlar yig'ma konstruksiyali hisoblanadi; ularning detallarini qurilish maydonlarida yoki yog'och ishlov beradigan zavodlarda tayyorlash mumkin; qurilish joyida detallar faqat moslashtiriladi va montaj qilinadi; yog'och to'g'onlarda qolgan materiallarning (yog'ochdan tashqari) ulushi uncha ko'p emas, asosan bu birlashtiruvchi metall elementlar-mixcho'plar, boltlar, vintlar, skobalar, po'lat tasmalar va prokat profillar.

Yog'och to'g'onlarning kamchiliklari: tez chirishi natijasida xizmat qilish muddati chegaralangan; yog'ochning deformatsiyasiga namlikning ta'siri sezilarli darajada; o'rmon massivlari bor hududlarda qo'llaniladi.

Yog'och to'g'onlar asosan vodoslivli qilib bajariladi. Bosim 6 m gacha bo'lgan yog'och to'g'onning sxematik ko'rinishi 10.79-rasmda keltirilgan. Suv sarfi tirqishlar orqali o'tkaziladi, ular ustunlarga tiralgan zatvorlar bilan berkitiladi. Ustunlar suv o'tkazuvchi tirqishni 1–1,5 m li kichik oraliqlarga ajratish uchun o'rnatiladi. Ustunlarni doimiy yoki olib qo'yiladigan qilib o'rnatiladi. Ustunlar yuqorisi ko'prikning to'sin tirgagiga taqaladi, pasti bo'yicha esa – ko'ndalang brusga, u orqali ustunlardan yuklama bo'ylama bruslarga beriladi.

To'g'onni qirg'oqlar va unga yondashib turgan gruntli dambalar bilan tutashtirish yon devor yordamida amalga oshiriladi. Agar to'g'onning vodoslivli fronti juda katta bo'lsa, yon devorlar orasiga ko'prik uchun qo'shimcha oraliq devor yoki yengilroq kontrforsli oraliqdagi ustunlar o'rnatiladi.

Qoziqli-qoplamali to'g'onlarda oraliq devorlar orasidagi masofa 6,5 m gacha bo'ladi, xarili to'g'onlarda 10...13 gacha etadi. Ko'prik uchun tayanch vazifasini bajaruvchi konstrforslarni 2,5...4 m dan keyin o'rnatiladi.



10.79-rasm. **Vodoslivli yog'och to'g'onning umumiy ko'rinishi:** 1 – gilli to'shama; 2 – ponur; 3 – yon devor; 4 – kontrfors; 5 – suv urilma; 6 – oraliq devor; 7 – quyilish; 8 – risberma; 9 – ko'prik; 10 – ustunlar va zatvorlar; 11 – gruntli damba.

Oraliq, yon devorlar va konstrforslar flutbetda joylashadi, u ponur qismidan, bevosita zatvordan keyin boshlanadigan suv urilma va quyilish qismidan tashkil topgan.

Yog'och to'g'onlarni qurishda asosan listvennitsa ishlatiladi, u o'zgaruvchan namlikda chirishga qarshi chidamli; sosna ham keng qo'llaniladi. Ba'zi bir hollarda inshootning mas'uliyatli qismlarida dub ishlatiladi, u juda mustahkam, chirishga qarshi chidamli, ammo qimmat va ishlov berish qiyin.

10.6.2. To'g'on turlari

Yog'och to'g'onlarning asosiy uchta turi mavjud: *qoziqli-qoplamali* (yoki ustunli-qoplamali), *xarili* va *kontrforsli.* To'g'onlarning soddalashgan konstruksiyalari ham mavjud: *yon devorsiz* va *slanli.*

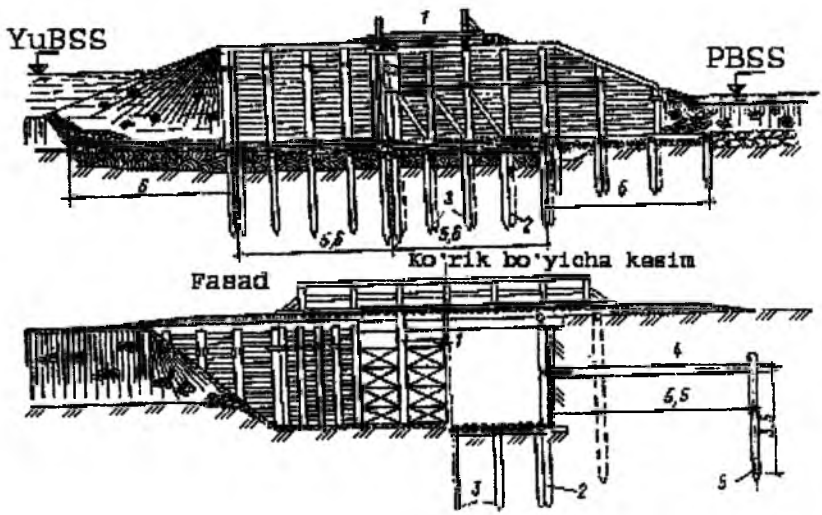
Qoziqli-qoplamali to'g'onlar. Bunday turdagi to'g'onlarda gruntlarni ushlab turuvchi qirg'oqdagi yon va oraliq devorlar taxtalar bilan qoplangan qoziqlardan bajariladi (10.80-rasm).

Agar qoziqlar o'rniga yon va oraliq devorlar konturi bo'yicha joylashgan ustunlar o'rnatilsa, bunday to'g'onni **ustunli-qoplamali** deb ataladi.

Qoziqli-qoplamali to‘g‘onni bosim 2,5–3 m gacha bo‘lganda qo‘llaniladi, katta bosimlarda ankerlanadi, yon devor konstruksiyasi murakkablashadi (ikki yarusli anker talab qilinadi), bunday turdagi to‘g‘onlar odatda qo‘llanilmaydi.

Qoziqli-qoplamali to‘g‘onlar quyidagi afzalliklarga ega: yog‘och materiallarning sarfi nisbatan kam, ustun ostidagi kotlavanni qazishda tuproq ishlarining hajmi uncha katta bo‘lmaydi. Ammo bu to‘g‘onlarni qurish ancha murakkab va ishonchli emas, juda ko‘p ulanishlar (birlashtirishlar) bo‘lganligi sababli, ular ankerli qoziqning chirishi, qoziqlar va ustunlarning qiyshayishi natijasida buzilishi mumkin. Bunday to‘g‘onlar normal ishlashini buzilishi yon devorlar orqasidagi gruntning yuvilishi natijasida hosil bo‘ladi. Yuqorida qayd qilingan kamchiliklar sababli qoziqli-qoplamali to‘g‘onlar kam qo‘llaniladi.

Xarili (“ruscha” turdagi). Bu yuz yillardan beri qo‘llanib kelinayotgan juda oddiy, ishonchli va uzoq muddat ishlaydigan yog‘och to‘g‘on turidir. Ular odatda bosim 4...6 m gacha bo‘lganda quriladi,



10.80-rasm. **Qoziqli-qoplamali to‘g‘on:**
a – bo‘ylama kesim; b – ko‘ndalang kesim; 1 – xizmat ko‘prigi; 2 – qoziqli devor; 3 – flutbet qoziqlari; 4 – ankerli tutashuv; 5 – qoziqli anker.

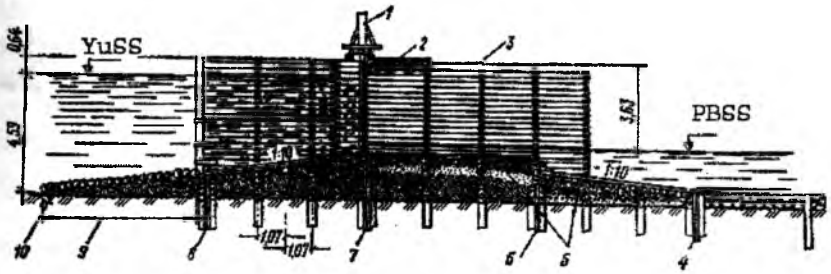
ammo ularni bosim 10...12 m va undan yuqori bo'lganda ham qo'llash mumkin.

Bunday to'g'onlarning yon va oraliq devorlari qirqilgan yog'ochlardan bajariladi, ularning yacheykalari planda tomonlari 2...3 m bo'lgan shaklga ega bo'ladi. Xarili konstruksiyani tosh yoki grunt bilan to'ldriladi: ularning o'lchamlari shunday tanlanadiki, inshootning siljishga qarshi ustuvorligi uning xususiy og'irligi bilan ta'minlanishi kerak.

Xarili to'g'onni barpo etish uchun juda ko'p miqdorda yog'och talab qilinadi (qoziqli-qoplamali to'g'onga nisbatan 30...40% ko'p), shunga ko'ra konstruksiyani arzonroq qilish uchun yon devor ichki tomonlari, tepa qismi teshikli qilinib, burchaklari esa tutqichlar bilan mahkamlanadi.

Qoziqli-xarili flutbetli xarili to'g'on bo'ylama kesimi 10.81-rasmda keltirilgan.

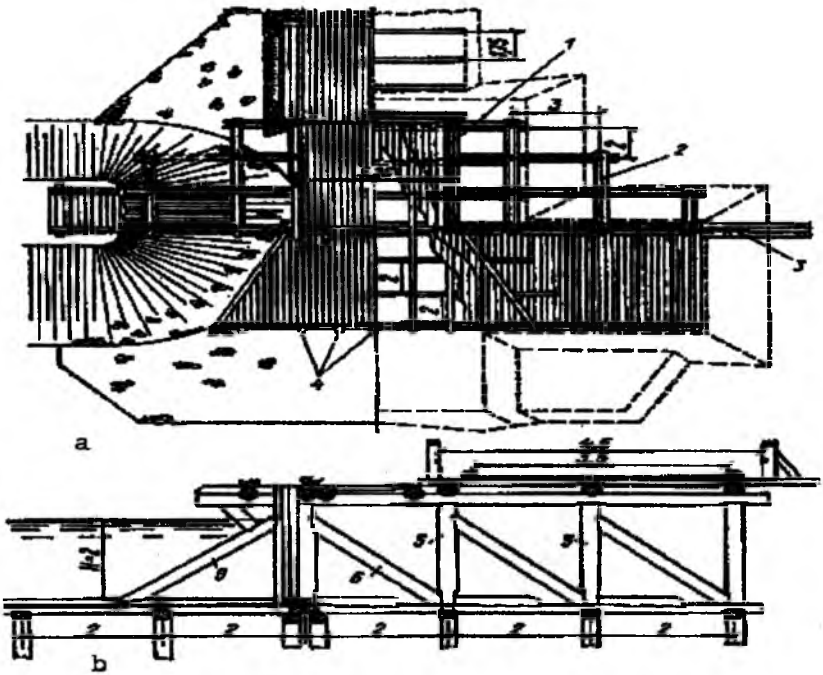
To'g'onni siljishga ustuvorligini oshirish uchun qiya xarili to'g'on konstruktsiyalari qo'llaniladi. Bunday xarilarni bo'ylama devorlari yuqori bef tomonga 45° ga qiya qilinadi, vertikal ko'ndalang devorlar esa gorizontga 45° burchak ostida joylashgan yog'ochdan quriladi. Qiya xarili to'g'onlarni qurish ancha murkkab, chunki ularda xarilardan vertikal va gorizontal devorlarini o'zaro tutashishini ta'minlash, qiya xarili to'g'on tanasini vertikal oraliq va chekka devorlar bilan birlashtirish qiyin kechadi.



10.81-rasm. **Qoziqli-xarili flutbetli xarili to'g'on:**
1 – chig'ir; 2 – ko'prik; 3 – oraliq devor; 4 – oqavadagi shpunt; 5 – teskari filtr; 6 – suv urilmadagi shpunt; 7 – asosiy shpunt; 8 – ponurdagi shpunt; 9 – gilli to'shama; 10 – terilgan tosh.

Kontrforsli to‘g‘onlar. Bunday turdagi to‘g‘onlarda (10.82-rasm) zatvorlar va ko‘prik uchun tirgak vazifasini kontrforslar bajaradi, ular vertikal fermalar ko‘rinishida bo‘lib, qoziqlar va ustunlardan tashkil topadi. Boshqa to‘g‘on turlari kabi oraliqlardagi ustunlar joylashtiriladi.

Kontrforslarni kichik shpunt chizig‘i bo‘yicha bir-biridan 3...4 m oraliqda joylashtiriladi; qirg‘oqdagi qismda esa ular orasidagi masofani 2...3 m ga kamaytiriladi, bunda kontrforslarga dimlangan suv sathini ushlab turuvchi suv o‘tkazmaydigan devor tiraladi. Qirg‘oqdagi kontrforslar qoziqli bajariladi: oraliqdagi kontrforslarga uzun qoziqlar o‘rnatiladi, ularni qoqish og‘ir, tirgak bruslarga o‘rnatiladigan ustunlar bilan almashtirish mumkin (10.82-rasm, b). Ustunli kontrforslarni ham qoziqli hamda xarili flutbetlarda o‘rnatiladi.



10.82-rasm. **Yog‘och kontrforsli to‘g‘on:**
a –plan; b – oraliqdagi ustunli kontrfors; 1 – yon devor kontrforsi; 2 – qirg‘oqdagi kontrfors; 3 – asosiy shpunt; 4 – bo‘ylama bruslar; 5 – ustunlar; 6 – qiya tirgak.

Qirg‘oqdagi kontrforslarni ichki tomondan oraliqdagisini esa ikkala tomondan plastinkalar bilan qoplanadi, u ularni bikrligini oshiradi va suzgichlar va muzlar tufayli shikastlanishdan saqlaydi.

Kontrforsli to‘g‘onlarni qurish uchun xarili to‘g‘onlarga ko‘ra ikki marta va qoziqli-qoplamali to‘g‘onga nisbatan 25–30% kam yog‘och materiali talab qilinadi. Kontrforsli to‘g‘onlarni qurishda ustun tagida grunt qazilmaydi va tuproq ishlari ponur katlovanini qazish bilan chegaralanadi.

Kontrforsli to‘g‘onlar bosim 2...3 m bo‘lganda qo‘llaniladi, katta bosimlarda juda kam qo‘llaniladi. Kontrforsli to‘g‘onlarda ayniqsa qirg‘oqlar bilan suv o‘tkazmaydigan frontni hosil qilish qiyin va qirg‘oqlar bilan ishonchli tutashtirishni ta’minlash kerak.

Yon devorsiz to‘g‘onlar. Bosimi 2...3 m gacha bo‘lgan to‘g‘onlarda yon devor avvaldan tekislangan qirg‘oqlarga yotqizilgan flutbet davomi bilan almashtiriladi. Flutbetga zatvorlarni ushlab turish uchun kontrforslar va oraliqdagi ustunlar o‘rnatiladi. Yon devorsiz to‘g‘onlar kontrfors to‘g‘onlardagi afzalliklar va kamchiliklarga ega, ular juda kam qo‘llaniladi.

Slanli (shox-shabbadan tozalangan yog‘ochli) to‘g‘onlar. Bunday to‘g‘onlarning o‘ziga xos xususiyatlri shundaki, ularning konstruksiyalarida slanlar, yani shox-shabbalari tozalanmagan yangi qirqilgan daraxtlar ishlatiladi. Bunday to‘g‘onlarni ba’zida shox-shabbali deb ataladi. Slanli to‘g‘onlarda shpuntli qatorlar bo‘lmaydi va ularda filtratsiya bosimi asosan ponur qismida so‘ndiriladi.

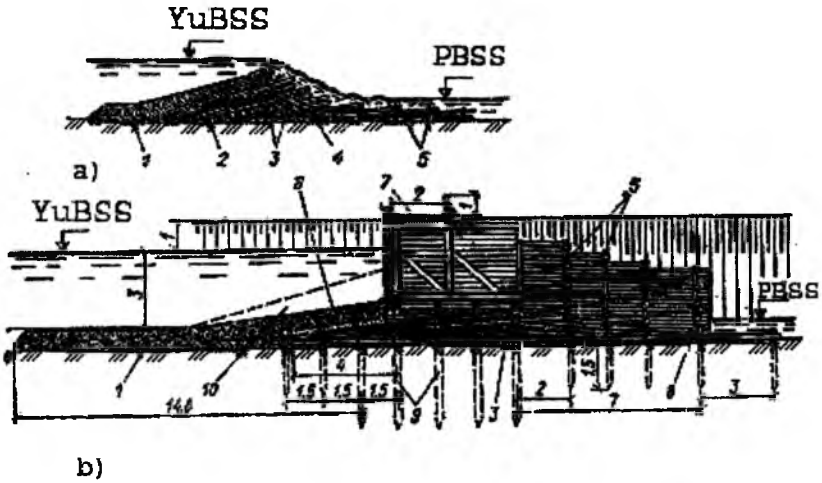
Vodoslivli eng oddiy slanli to‘g‘on turi 10.83-rasm, a da ko‘rsatilgan. Mayda toshli yoki shag‘alli-graviyli to‘shama ustiga slan yotqiziladi, bunda to‘g‘onning pastki qirrasi (tomoni) daraxt tanasining yo‘g‘on qismidan hosil bo‘lgan pog‘onalardan iborat bo‘ladi; pastki qirraga yaqin joyda tosh to‘kiladi (yotqiziladi). Chim, mox, somon va boshqa materialli bosimli qiyalikning to‘shamasi ustiga gil gruntli ekran-ponur yotqiziladi.

Ustidan suv o‘tkazadigan slanli to‘g‘onlarga nisbatan qismlarga ajraladigan slanli to‘g‘onlar keng tarqalgan.

Slanli to‘g‘onlar xarili ustunli yoki terilgan slanli ustunli bo‘lishi mumkin. Oraliqlarda odatda qismlarga ajratiladigan ustunli-qiya brusli qurilmalar o‘rnatiladi, lekin doimiy oraliq devorli xarilarni ham o‘rnatish mumkin, bu holda oraliqlar olib qo‘yiladigan zatvorlar bilan yopiladi.

10.83-rasm, b da slanli asosdagi qoziqli flutbetli kombinatsiyalashgan to'g'on ko'rsatilgan.

Slanli to'g'onlar bosim 4...5 m gacha bo'lganda qo'llaniladi. Slanli to'g'onlarning afzalliklari – oddiyligi va ishlatib bo'lmaydigan yog'ochdan foydalanish mumkinligi, boshqa yog'och to'g'on turlariga nisbatan kamroq yog'och materiali ishlatilishi. Slanli to'g'onlarning katta kamchiliklariga quyidagilar kiradi: zaminidan katta miqdordagi filtratsiyaning o'tishi, ponurda tez-tez ta'mirlash ishlarini olib borish, toshqin suvlarini o'tkazishda qisman yuvilishi. Ko'pincha muz oqishida, birinchi navbatda qirg'oqdagi chekka devorlar konstruksiyasi shikastlanadi.



10.83-rasm. **Slanli to'g'onlar:**
a – ustidan suv o'tkazadigan; b – slanli zamindagi quramali; 1 – ekran-ponur; 2 – chim, mox, somonli to'shama; 3 – slan; 4 – shox-shabba va grunt bilan to'ldirish; 5 – siquvchi halqalar; 6 – terilgan tosh; 7 – ko'prik; 8 – yel xivichlari novdalari; 9 – flutbet qoziqlari; 10 – to'kilgan go'ng.

10.6.3. To'g'onlar flutbetlari

Konstruksiyasi bo'yicha yog'och to'g'onlar flutbetlari qoziqli (10.81-rasmga qarang), *qoziqli-xarili* (10.82-rasmga qarang) va xariliga bo'linadi. Xarili va kontrforsli to'g'onlarni sanab o'tilgan flutbet

turlarining har biri bilan qurish mumkin, qoziqli-qoplamali to'g'onlar flutbetlari faqat qoziqli bo'lishi mumkin.

Eng ko'p tarqalgan qoziqli flutbetlar, qoziqni qoqishga yo'l qo'yadigan zaminlarda qo'llaniladi. Qoziqli-xarili flutbetlar zatvorlarga ta'sir qiladigan bosimni kamaytirish uchun to'g'on ostonasi kotlovan tubidan 1 m ko'tarilgan hollarda qo'llaniladi. Bunday hollarda qoziqli flutbetlar qo'llanilmaydi, chunki kotlovani tubidan chiqib turgan qoziqlarning yuqori qismlari suv bosimi ta'sirida gorizontal siljishga uchraydi, ular inshoot ishlashini izdan chiqaradi. Kotlovan tubidan flutbet yuqorisigacha bo'lgan barcha bo'shliqni to'ldirgan xarilar qirqmasi zaminga qoqilgan qoziq va shpunt chiziqlarida o'rnatiladi. Xarili flutbetlar zaminlar gruntlariga qoziq qoqib bo'lmaydigan hollarda qo'llaniladi. Shpunt chiziqlari va qatorlari flutbet yer osti konturining muhim elementlaridan hisoblanadi, ularda filtratsiya bosimining asosiy qismi so'ndiriladi. Odatda bir yoki ikki qatorli shpunt qoqiladi: asosiy bo'lgan shpunt ponur va suv urilma oralig'ida zatvor chizig'i ostida joylashadi (10.81-rasmga qarang). Kamdan-kam uchunchi qator shpunt o'rnatiladi — suv urilmadagi, suv urilmada oxirida joylashadi. Hamma shpunt devori qatorlari (vertikal bo'yicha) taxminan flutbet uzunligini yarmini tashkil etadi.

Shpunt chizig'ini o'rnatish uchun qalinligi 5...12 sm li taxta (ularni 3...3,5 m chuqurlikkacha qoqish mumkin) yoki qalinligi 14...22 sm li brus (ularni 5...6 m chuqurlikkacha qoqish mumkin) ishlatiladi.

Asosiy shpuntni imkoni boricha maksimal chuqurlikkacha qoqiladi (bosim qiymatidan kam bo'lmagan), shuning uchun uni brusdan bajariladi; ponurdagi shpuntni biroz (0,5...0,1 m ga) kamroq chuqurlikkacha qoqiladi. Keyingi paytlarda suv urilmadagi shpunt tirqishli o'rnatiladi yoki qoziq devor bilan almashtiriladi, bu suv urilmadagi filtratsiya bosimini kamaytirishga imkon beradi va suv urilma polini bo'rtishiga yo'l qo'ymaydi.

Flutbet qoziqlari ($d = 20...26$ sm) to'g'ri qator bo'yicha qoqiladi. Ko'ndalang yo'nalishda qatorlar orasidagi masofa 1,5...2,0 m. Qoziqning bo'ylama qatori to'g'onning flutbet qismlarini joylashuviga muvofiq qoqiladi. Qoziqning har bir ko'ndalang qatori yuqorisida nasadkalar mahkamlanadi, qoziq va shpunt qatorlari nasadkalari bo'yicha bo'ylama bruslar yotqiziladi, ular yakka yoki qo'sh

bo'lishi mumkin. Shunday qilib qoziqli rostverk hosil bo'ladi, uning yuqori qismida taxtali yoki plastinkali pol to'shaladi.

Xarili flutbetlarda shpunt qatorlari kamida 1 m chuqurlikda qoqilgan gorizontal brusli shpunt devorlari bilan almashtiriladi. Shpunt devorlari xandagining ostiga gilli grunt kiritiladi. Agar zamin qoyali bo'lsa, unda xarilarning pastki qismi teshiklarini chuqurligi 0,5...0,7 m li ariqchaga ankerlanib beton bilan to'ldiriladi.

Flutbet uzunligi to'g'onga ta'sir etuvchi H bosimga va zamindagi gruntning tavsifiga bog'liq; uning alohida qismlari uzunligi quyidagi chegaralarda belgilanadi: ponur oldida gilli to'shama 0,5 dan 1 H gacha, ponur 1 dan 2,5 H gacha, suv urilma 2 dan 4 H gacha, oqova va risberma 2 dan 10 H gacha.

Hamma turdagi to'g'onlarda flutbetning ponur qismini suv o'tkazmaydigan qilib bajariladi. To'kiladigan gilli grunt qalinligini uning filtratsiya xossalariga va to'g'onga ta'sir etuvchi bosimga ko'ra ponur to'shamasi oldida 0,5...0,7 m dan kam bo'lmagan va suv urilmaga tutashgan joyda 1 m dan kam qabul qilinmaydi.

To'g'onlarning ilgari qurilgan konstruksiyalarida odatda suv urilma suv o'tkazmaydigan qilib bajariladi va u ponur bilan filtratsiya bosimini so'ndirishga qatnashadi. Ammo bunday konstruksiyalarda suv urilma polining ko'pchishi kuzatiladi, shu sababli suv urilmani suv o'tkazadigan qilib bajarish maqsadga muvofiqdir. Inshoot ustuvorligini oshirish uchun suv o'tkazmaydigan urilma tagiga tosh yotqiziladi: agar suv urilma suv o'tkazmaydigan qilib qurilsa (10.81-rasmga qarang), unda pol ostiga gilli grunt yoki glinobeton (20...25% gil, 35..40% qum va 35...40% graviy) yotqizilib, yuvilib ketish va muzlashdan saqlash uchun uni yuqoridan qalinligi 0,3...0,5 m bo'lgan teskari filtr qatlami bilan yopiladi. Suv urilma pol choklari suv o'tkazmaydigan material bilan zichlanmagan ikki qatorli taxtalardan tashkil topadi.

Suv bosimi ta'sirida oraliqdagi ustunlar va qiya tirgak bruslar orqali bosim flutbetning suv urilma qismidagi qoziqqa uzatiladi, natijada pastki bef tomonga qarab qoziqlarning egilishi ro'y beradi. Bu suv urilma polini ponurdan siljishiga olib keladi va ponur poli taxtalari qirrasi va asosiy qoziq oralig'ida tirqishlar hosil bo'ladi. Ponur va suv urilma qismlarini ishonchli bog'lash bo'ylama bruslar orqali amalga oshiriladi, ular ustunlar, kontrforslar va oraliq va yon bo'ylama devorlari ostiga yotqiziladi. Ushbu bruslar o'yib, teshib

o‘rnatish bilan ponur, asosiy va suv urilma quduqlari va qoziq qatorlari uchini bog‘laydi.

Suvni bo‘shatish suv o‘tkazadigan qilib bajarilib, suv chiqarib yuboruvchi pol $d=18$ sm li qator qilib yotqizilgan xarilardan tashkil topadi va suv urilma polidan 0,5 m pastda o‘rnatiladi. Pol ostiga esa qumli-shag‘alli gruntdan, chaqiq tosh va toshdan iborat teskari filtr o‘rnatiladi.

Flutbet risberma bilan tugaydi, u oqova singari ishlaydi, to‘g‘on tirqishidan chiqadigan katta tezliklarni pastki befdagi tezligigacha baravarlashtiriladi. Eng oddiy turdagi risberma, bu teskari filtr qatlami bo‘yicha yotqizilgan tosh hisoblanadi.

Flutbetlarni aytib o‘tilgan turlaridan tashqari ba’zi holatlarda boshqa konstruksiyalar ham ishlatiladi. Slanli zaminda qurilgan 10.83-rasm, b dagi flutbetning suv urilma qismi qoziqlarda o‘rnatilgan, pol ostiga esa tosh to‘kilgan slan qatorlari yotqizilgan. Qoyali zaminlarda o‘rnatilgan bosim 4...5 m dan katta to‘g‘onlarda, kontrforsli flutbetlar ishlatilishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Tosh-to‘kma va tosh-gruntli to‘g‘onlar qachon qo‘llaniladi?
2. To‘g‘onda toshli materiallarni yotqizish va materiallarga qanday talablar qo‘yiladi?
3. Toshdan barpo etilgan to‘g‘onlar qanday afzallik va kamchiliklarga ega?
4. Tosh-to‘kma to‘g‘onning qanday turlarini bilasiz?
5. Tosh-gruntli to‘g‘onlar tasnifini keltiring.
6. Grunt ekranli va grunt yadroli to‘g‘onlarning qo‘llanish shartlarini tushuntiring.
7. Tosh-to‘kma va tosh-gruntli to‘g‘onlar hisobi qanday bajariladi?
8. Yuvma to‘g‘onlar haqida ma’lumot bering.
9. Gruntlarni qanday yuvish usullari mavjud?
10. Yuvma to‘g‘onlarning hisoblari qanday tartibda bajariladi?
11. Yo‘naltirilgan portlatish bilan barpo etiladigan inshootlarning qanday afzalliklari bor?
12. Doimiy muzliklardagi to‘g‘onlar qay tarzda barpo etiladi?
13. Yog‘och to‘g‘onlar to‘g‘risida ma’lumot bering.
14. Yog‘och to‘g‘onlarning qanday turlari bor?
15. Yog‘och to‘g‘on flutbetlari konstruksiyasini tushuntirib bering.

XI BO'LIM. DARYODAGI GIDROUZELLAR VA SUV OMBORLARI

11.1. Daryodagi gidrouzellarni joylashtirish

11.1.1. Daryodagi gidrouzellar tasnifi

Gidrouzellar va ular yordamida hosil qilinadigan suv omborlari odatda kompleks, ya'ni sug'orish, suv ta'minoti, baliqchilik, energetika, suv, avtomobil va temir yo'l transporti ehtiyojlarini qondirish uchun mo'ljallanadi.Inshoot turlarini tanlashda bu ehtiyojlarning hammasi hisobga olinishi lozim.

Gidrouzel turiga ko'ra uning tarkibi suv dimlovchi, suv tashlama, suv o'tkazuvchi, energetik, suv oluvchi, kemalarni o'tkazuvchi, yog'och oqizuvchi, baliqlarni o'tkazuvchi va baliqlarni himoyalovchi inshootlardan iborat bo'lishi mumkin. Tabiiy sharoitlarga ko'ra bosimsiz va bosimli gidrouzellar loyihalanishi mumkin.

Bosimsiz gidrouzellarga daryolarda barpo etilgan portlar, to'g'onsiz suv olish inshootlari misol bo'la oladi.

Bosimli gidrouzellar: past bosimli (H<15 m), o'rta bosimli (H=15...50 m) va yuqori bosimli (H>50 m) kabi turlarga bo'linadi.

Past bosimli gidrouzellar zamini qanday bo'lishidan qat'i nazar tekislikdagi yoki tog' daryolarida katta sig'imli suv omborlarini qurish imkoni bo'lmagan, lekin kemalar qatnovi, yog'ochlarni oqizish, xo'jalik ehtiyoji uchun suv olish sharoitlarini yaxshilash va elektr ta'minoti tizimidagi tig'iz paytlarda elektrga bo'lgan yuklamalarni qoplash zarurati bor bo'lgan joylarda barpo etiladi.

To'g'onli suv oluvchi gidrouzellar odatda past bosimli bo'ladi; ulardan foydalanish davrida undagi suv sathi belgisi kichik oraliqda (odatda, 1,5...2 m dan katta bo'lmagan) o'zgaradi. Masalan, Chirchiq daryosida barpo etilgan G'azalkent gidrouzeli bosimi 7 m bo'lib, u uzunligi bo'yicha 16 ta gidroelektrstansiya joylashgan kanalni suv

bilan ta'minlaydi. Ushbu kanaldan bir necha sug'orish kanallari suv bilan ta'minlanadi.

Gidrouzellar yordamida daryo oqimi rostlanadi va suv omborlari hosil qilinadi. Yig'ilgan suvlar ma'lum vaqtgacha saqlab turiladi, so'ngra suvga bo'lgan talab mavjud oqim hajmidan ortib ketganda, undan foydalaniladi. Suv oqimini rostlash mavsumiy va ko'p yillik bo'lishi mumkin. Suv omborining to'liq hajmi: dinamik (NDS va JDS), rostlovchi-foydali (foydalanilmaydigan hajm sathi FHS bilan NDS oralig'ida) va foydalanilmaydigan hajmlarga bo'linadi. Foydalanilmaydigan hajm suv omboridan foydalanish davrida ishlatilmaydi.

Asosiy inshootlar zaminining tavsifi gidrouzel konstruksiyasi va uni joylashtirishga juda kuchli ta'sir ko'rsatadi; ushbu belgilarga ko'ra gidrouzellar qoyali va qoyamas zaminli turlarga bo'linadi.

11.1.2. Gidrouzellarni joylashtirishda qo'yiladigan asosiy talablar

Gidrouzelni joylashtirish juda murakkab va mas'uliyatli vazifa hisoblanadi. I va II sinfli gidrouzellar uchun joylashtirish sxemasi laboratoriya tadqiqotlari natijalariga ko'ra asoslanishi kerak. III va IV sinfli gidrouzellar uchun laboratoriya tadqiqotlari joylashtirishning yangi sxemalari qo'llanilganda majburiy hisoblanadi.

Gidrouzel inshootlarini tarkibi, konstruksiyasi va ularni joylashtirish masalalarini ishlab chiqishda quyidagi talablarga rioya etish tavsiya etiladi:

1) inshootlarining ishonchli ishlashi ta'minlangan gidrouzel suv xo'jaligi masalalarini hal etganda eng yaxshi va ko'proq iqtisod qiladigan yechimga ega bo'lishi;

2) qurilish qiymatini pasaytirish va muddatini qisqartirish uchun tabiiy imkoniyatlardan (topografik, geologik, gidrologik) to'laroq foydalanish, mahalliy grunt materiallarini ishlatish va sh.k.;

3) suv xo'jaligi masalalarining kelajakda rivojlanishni hisobga olgan holda kompleks yechimini topish;

4) mavjud tabiiy sharoitlarda qurilish suv sarfini o'tkazishning va o'zanni to'sishning eng samarali sxemalarini qo'llash;

5) navbati bilan gidrouzelni foydalanishga topshirish imkoniyati (yoki zarurati) bo'lishi;

6) gidrouzel qurilishida eng ilg'or texnologiyalarni qo'llash va bunda yordamchi inshootlar sonining minimal bo'lishi va ishlab chiqarish bazasi obyektlarining qulay joylashishiga erishish;

7) ekologiyani inobatga olish, foydali jarayonlarni saqlab qolish yoki uni o'rnini to'ldirish, tabiatga begona bo'lgan yoki insonga zararli jarayonlarni (suv sifatini yomonlashishi, sug'oriladigan hududlardagi tuproqning yoppasiga eroziyaga uchrashi va sh.k.) keltirib chiqaruvchi sharoitlar yoki sabablarni oldini olish;

8) sanitar tayyorgarlik va suv ombori zonasini qo'riqlash va sanitar xavfsizlik (suv ta'minoti uchun suv olish zarurati bo'lganda) talablarini hisobga olish;

9) xizmat ko'rsatuvchi mexanizmlarni, yordamchi xonalarni hamda boshqa obyektlarni maqbul joylashtirish, konstruksiya, inshootlarni kuzatish va ta'mirlash qulay bo'lishi;

10) yuqori va pastki beflarda o'zan deformatsiyasini (loyqa bosishi, daryodagi suv sathi va grunt suvlari oqimida qo'shimcha dimlanish yuzaga kelishi va uning kuchayishi, umumiy yuvilishda suv sathining pasayishi, qirg'oqdagi deformatsiyalar) inobatga olish;

11) yuqori va pastki beflarda issiqlik tartibining o'zgarishi mumkinligini (tartibi yuqori befda muzning to'planib va tiqilib qolishi sodir bo'lganda suv sathi ko'tarilishi mumkinligini) inobatga olish;

12) gidrouzelga estetik ko'rinish berish uchun landshaftdan unumli foydalanish;

13) kelajakda qo'shimchalar va o'zgartirishlar kiritish (masalan, suv oqimi to'liq rostlanganda GES, NAES va GAES uchun qo'shimcha agregatlar o'rnatish, suv olish hajmining ortishi va sh.k.) imkoni bo'lishi uchun zaxira bo'lishi, kelgusida to'liq mexanizatsiyalash va teleboshqarish uchun imkoniyatlar bo'lishini inobatga olish;

14) qulay rekreatsion sharoitlar yaratish, tabiiy va madaniy yodgorliklarni, mavjud va kelgusida foydalaniladigan foydali qazilmalar konlarini saqlash;

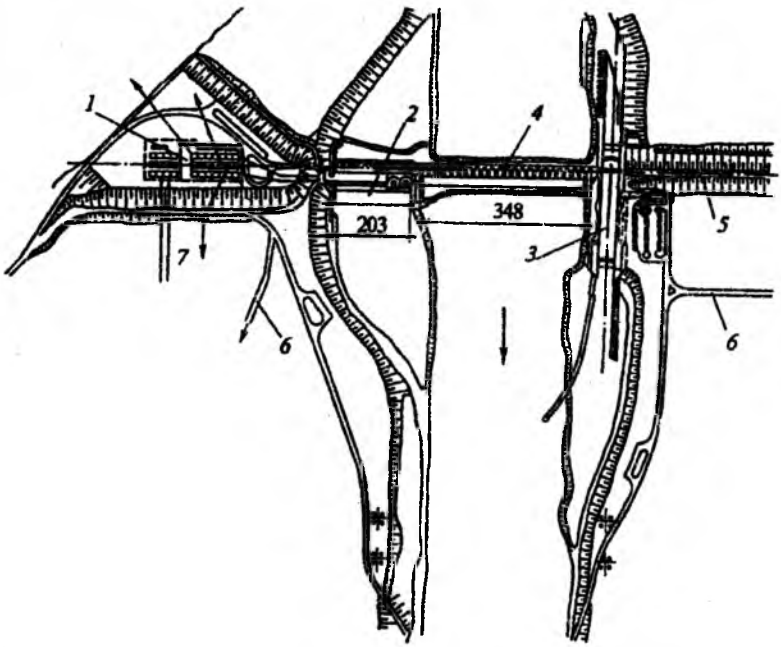
15) harbiy holat vaqtida obyektni va ishlab chiqarish o'ta yuqori bo'lgan joylarni himoya qilish.

Gidrouzelni joylashtirish bir necha bosqichlarda olib boriladi. Joylashtirishning eng so'nggi sxemasi variantlarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini taqqoslash yoki ekologik nuqtayi nazardan (uni iqtisodiy baholab bo'lmaydi) tanlab olinadi.

11.1.3. Past bosimli gidrouzellarda inshootlarni joylashtirish

Past bosimli gidrouzellar tekislik va tog‘ daryolarida quriladi. Birinchi holatda ular kema qatnovini, yog‘ochlarni oqizishni hamda suv ta’minotini yaxshilash uchun, ikkinchi holatda energetik va irrigatsion maqsadlar (kanallarda suv olish uchun suv sathini ko‘tarish) uchun barpo etiladi.Gidrouzel tarkibiga to‘g‘ondan tashqari kema qatnovi shlyuzi, yog‘och oqizish va suv oluvchi inshootlar, ba’zida gidroelektrostansiyalar binolari (kema qatnovli – energetik tugunlarda), ko‘p hollarda baliqlarni o‘tkazish qurilmalari kiradi.

Tashish va energetik inshootlarni, odatda, turli qirg‘oqlarda joylashtiriladi (11.1-rasm), chunki shlyuzlar ishlashi gidroelektrostansiya

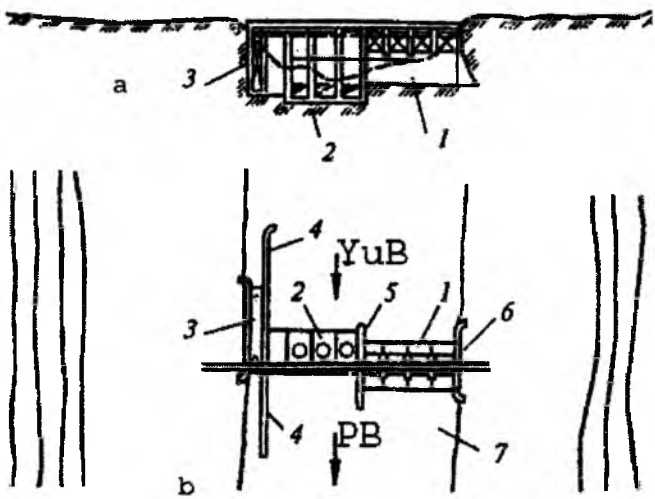


11.1-rasm. **Shlyuz va GES binosining turli qirg‘oqlarda joylashgan transport – energetik tugun:**
1 – elektr stansiyasi; 2 – GES binosi; 3 – kema o‘tkazuvchi shlyuz; 4 – suv tashlovchi to‘g‘on; 5 – gruntli to‘g‘on; 6 – yo‘llar; 7 – GES ga keluvchi tashqi yo‘llar.

ishi bilan bog'liq emas. Birinchi navbatda, gidroelektrostansiya binosini qurishga kirishiladi, chunki u qurilmalarni biriktirish uchun ko'p vaqt talab etadi. Shlyuz iloji boricha gidroelektrostansiya bilan bir vaqtda barpo etiladi, shu bilan birga agar mahalliy sharoit taqozo etsa, shlyuzni derivatsion kanalga chiqarish eng qulay hisoblanadi.

Gidroelektrostansiya binosi va shlyuzlarni bir qirg'oqda joylashtirish ularga xizmat ko'rsatishda bir muncha qiyinchiliklar tug'diradi, lekin bir majmuadagi beton inshootlari qurilishini yengillashtiradi. Ushbu variantda gidroelektrostansiyaga og'ir qurilmalarni keltirish shlyuzlar orqali amalga oshirilib, maxsus ko'priklar qurishni talab etsa-da, gidroelektrostansiya binosini daryo o'zaniga yaqinroq joylashtirish afzal hisoblanadi (11.2-rasm).

Agar daryo kengligini gidrouzel inshootlari uchun tahlil qiladigan bo'lsak, u holda qurilmalarning bir qismi qirg'oqdagi qazilmaga chiqariladi (11.1-rasm). Gidroelektrostansiya binosini vodosliv bilan birga joylashtirish eng maqbul hisoblanadi, lekin bunga kichik



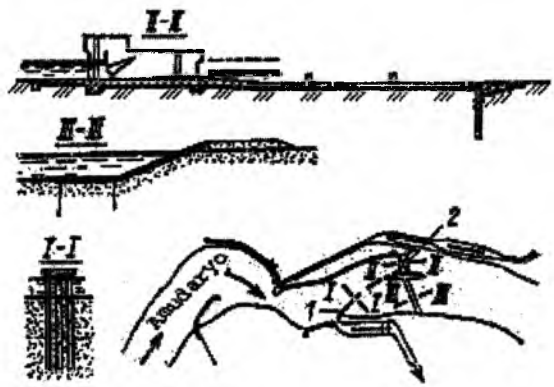
11.2-rasm. **Past bosimli gidrouzel:**
a – gidrouzel o'qi bo'yicha kesim; b – plan; 1 – suv tashlovchi to'g'on; 2 – GES binosi; 3 – kema o'tkazuvchi shlyuz; 4 – shlyuzning yo'naltiruvchi inshootlari; 5 – bo'luvchi devor; 6 – yon devor; 7 – qayir qirg'oqlari.

bosimlarda erishish juda qiyin; gidroagregatlarni to‘g‘on oraliq devorlarida joylashtirish samarali hisoblanadi.

Tog‘ daryolarida to‘g‘on suv oqib tushish qismi ko‘pincha yassi yoki segment zatvorli past beton bo‘sag‘ali ko‘rinishida, yuqori befda suv sathi o‘zgarib turadigan bo‘lsa zatvorsiz barpo etiladi.

Tekislikdagi va tog‘li daryolarda kema o‘tkazish mo‘ljallangan tugunlarda bosim 3-4 m gacha bo‘lganda kema o‘tishiga mo‘ljallangan to‘g‘onlar, fermalari buriladigan tik tayanchli yassi zatvorli va boshqalar qabul qilinadi. Agar kema o‘tishga mo‘ljallangan tugun bosimi 3 m gacha bo‘lganda energetik inshootlar bilan birgalikda qurilsa, u holda fermalari buriladigan tik tayanchli yassi zatvorli to‘g‘onlar foydalanishga yaroqsiz hisoblanadi, chunki juda ko‘p shlyuzlar orasidagi tirqishlardan suv juda ko‘p yo‘qotiladi va ular sovuq vaqtda ishlashga moslashmagan. Bunday holatlarda yassi, segmentli, tomsimon va sektorli zatvorlar, beton to‘g‘onlarni qo‘llash maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Amudaryoda uning yangi deltasiga chiqish chegarasida Taxiatosh suv oluvchi gidrouzeli qurilgan bo‘lib, u ko‘p miqdorda suv olishni ta’minlaydi: chap qirg‘oq kanaliga—330 m^3/s gacha, o‘ng qirg‘oqqa, Kizketgan kanaliga—510 m^3/s gacha (11.3-rasm). Gidrouzel hududida suv sarfi 11 ming m^3/s gacha yetadi. O‘zan mayda (0,3



11.3-rasm. **Amudaryo daryosidagi Taxiatosh gidrouzelini joylashtirish sxemasi:**
1 – ustun qoziq-qobiqli ikki tomoni ochiq damba; 2 – vodoslivli to‘g‘on.

mm dan kichik) qumlardan tashkil topgan bo'lib, oqim u bilan juda loyqalangan.

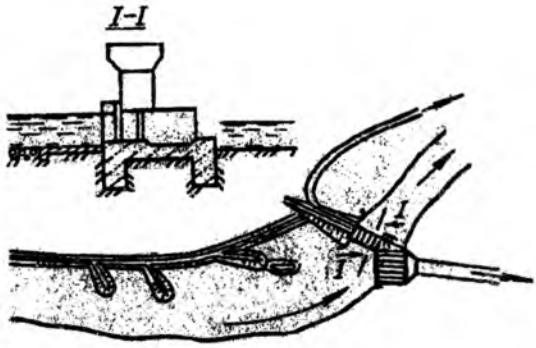
Ushbu kanallar qurilganiga ancha yillar bo'lgan, ular bir necha bor qayta qurilgan, lekin sug'oriladigan maydonlarning ortishi hisobiga erta bahorda ularga suv yetkazib berish ta'minlanmadi (daryodagi suv sarflari 90 m^3/s gacha kamayib ketgan). Kanallarga suv olish joylari loyqa cho'kindilarga qarshi kurashish sharoitlarini hisobga olgan holda tanlangan. Qizketgan kanalining suv olish shlyuzi o'ng qirg'oqda, uning qavariq joyida, qoya toshli zaminda oqim sathining qirg'oq bilan kesishgan chizig'ining o'zida barpo etilgan.

Taxiatosh gidrouzeli shunday loyihalanganki, unda mavjud ishlab turgan kanallarning barcha ijobiy tomonlarini iloji boricha saqlab qolishga harakat qilingan. Suv sathini ko'taruvchi to'g'on kanallar boshidan pastga ko'chirilgan. U suv sathini uncha katta bo'lmagan kattalikka dimlaydi, bu esa bahordagi kamsuvlik vaqtida suv olishni ta'minlaydi va toshqin vaqtida esa suvni dimlash orqali daryolardagi to'g'onsiz suv olish inshootlariga olinadigan suv sarfini ko'paytirib beradi. Gidrouzelning beton konstruksiyalari (suv tashlash qismi) chap qirg'oqda quruq kotlovanda qurilgan.

Gidrouzel tarkibiga kema o'tkazuvchi shlyuz, temir yo'l va avtomobil ko'priklari kiradi. Pastki befda urug'lanish uchun kelayotgan baliqlar ushlanadi va Tuyabo'yin gidrouzelining (daryodan 110 km yuqorida) yuqori befiga tashib keltiriladi. Bu esa ikki gidrouzel tarkibidagi baliqlarni o'tkazib yuboruvchi inshootlardan voz kechish imkonini berdi.

11.4-rasmda 1940-yilda ishga tushirilgan Chirchiq daryosida qurilgan G'azalkent gidrouzelini joylashtirish sxemasi keltirilgan. Suv sarfi 30 m^3/s dan (qishda kamsuvlik davrida) 2140 m^3/s gacha o'zgaradi. Suv oqimi yil davomida 1,2 mln. m^3 muallaq va yirikligi 200 mm gacha bo'lgan 128 ming m^3 tub cho'kindilarni tashib keltiradi.

Gidrouzelni derivatsion gidroelektrostansiyasi ishlashini ta'minlash va Chirchiq daryosining o'ng qirg'og'idan suv oluvchi irrigatsion kanallarga suv olinishini tartibga solish uchun qurilgan. Bu masalani yechish uchun daryoga parallel ravishda kichik nishablik bilan kanal trassasi o'tkazildi. Suv keskin tushadigan joylarda GES (kanal butun uzunligi bo'yicha 16 ta GES) qurish mo'ljallandi. Bu kanal bilan eski irrigatsion kanallar kesishib o'tgan. Ularga suv derivatsiya orqali uzatiladi.



11.4-rasm. **Chirchiq daryosidagi (Sirdaryo daryosi basseyni) G'azalkent gidrouzelini joylashtirish sxemasi.**

Gidrouzel stvori daryoning tog'li qismidan chiqish uchastkasida, ya'ni uning chuqur o'yiqlardan iborat o'zani tugab va ko'p tarmoqli joylar shakllanadigan, suv to'planadigan jarayonlar bo'ladigan joyda tanlandi. Gidrouzel stvorida suv dimlanishi 6 m qabul qilingan; u daryoning yuqorisi tomon 1800 m ga tarqaldi (daryo nishabligi 0,003 atrofida). Dimlangan befdagi yig'ilgan suv hajmi 1,8 mln. m^3. Oqimning loyqaligi dimlangan befning tezda to'lib qolishini keltirib chiqaradi, shuning uchun gidrouzelni joylashtirish muallaq va tub cho'kindilarga qarshi kurashish bilan chambarchas olib borildi. Inshootlar va ularni joylashtirish gidravlik modellarda tadqiq etildi.

Gidrouzelning suv o'tkazuvchi inshootlari uning chap qirg'o-g'ida jamlangan. 130 m^3/s suv sarfiga mo'ljallangan suv olish inshooti suv tindirgichning yuqori kallagi ko'rinishida barpo etilgan. Suv tindirgich olti kamerali, uzunligi 130 m, loyqalar gidravlik yuvildi. Suv qabul qiluvchi teshiklar bo'sag'aga ega, bo'sag'alar daryo tubidan 4 m baland, bo'sag'a yuqorisida esa suv tashlovchi teshiklar 2,5 m balandda joylashgan. Shag'alli-galechnikli cho'kindilar bilan kurashish uchun bo'sag'ada 6 ta yuvuvchi galereya (3,5x1,7 m, tezligi 9 m/s gacha) qilingan, yuvuvchi galereyalarning bo'sag'a sath belgilari suv qabul qiluvchi inshoot bo'sag'asidan 2,7 m past.

Tub cho'kindilar oqiziladigan barcha traktlar chugun plitalar bilan (tubi va devorlari 1,2 m balandlikda) qoplangan.

Suv tashlash inshootiga tutashgan gruntli to'g'on chap qirg'oqda bosimli suv frontini tashkil etadi. To'g'onning pastki qiyaligida 2 m^3/s suv sarfiga ega bo'lgan beton novli sug'orish kanali qurilgan.

Gidrouzelning betonli inshootlari daryo o'zanida qurilgan; daryodan qurilish suv sarfini o'tkazib yuborish uchun chap qirg'oqda kotlovanni chetlab o'tuvchi aylanma kanal qurilgan.

11.1.4. O'rta bosimli gidrouzellarda inshootlarni joylashtirish

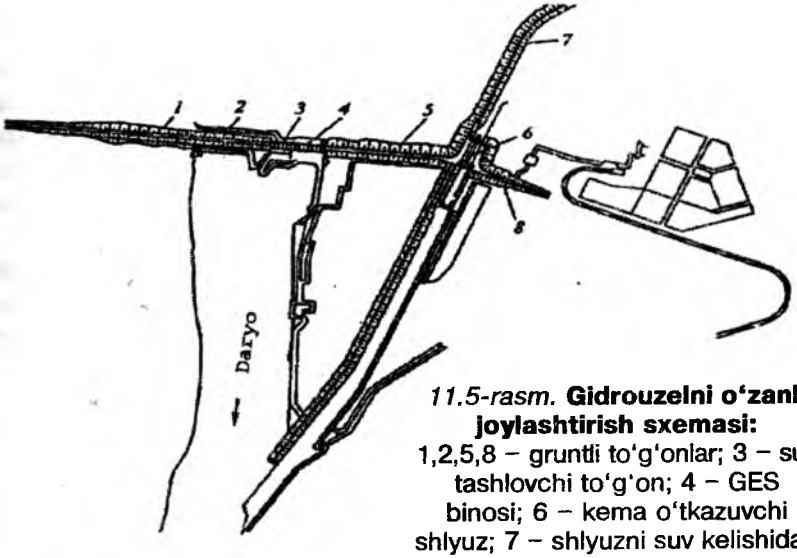
O'rta bosimli gidrouzellar 2 xil bo'ladi: birinchisi sersuv keng qayirli tekislikdagi daryolarda qurilganlari, ularda inshoot zamini grunti, odatda, qoya tog' jinsli gruntlar bo'lmaydi va ikkinchisi nisbatan tik qiyali, tor qayir tog' va tog' oldi daryolarida qurilgan tugunlar bo'lib, ular zamini yarim qoya va qoya tog' jinslaridan iborat bo'ladi.

O'rta bosimli gidrouzellar, asosan, energetik maqsadlar uchun quriladi. Odatda, bunday gidrouzellar tarkibida kema qatnoviga mo'ljallangan inshootlar va suv olish qurilmasi bo'ladi. Asosiy beton inshootlariga: betonli yoki temir-betonli suv tashlovchi to'g'on va gidroelektrostansiya binosi, kema o'tkazishga mo'ljallangan shlyuzlar kiradi, bosimli ish frontining qolgan qismi gruntli to'g'ondan iborat.

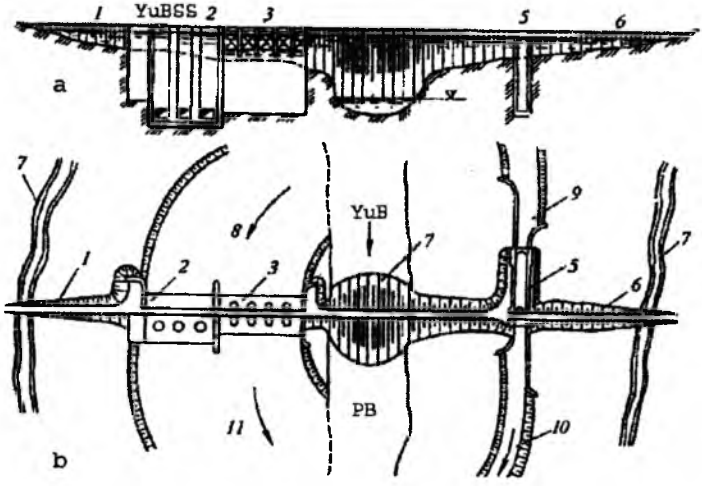
Birinchi xil gidrouzelni joylashtirishning ikki sxemasi mavjud: o'zanli, bunda suv tashlovchi to'g'on daryo o'zanida seksiyali suv to'sgichlar usulida quriladi (11.5-rasm) va kema qo'llaniladigan qayirli bunda vodosliv qayir joyda joylashtiriladi, daryo o'zani esa to'g'on bilan to'siladi (11.6-rasm), bulardan tashqari yana yarim qayirli joylashtirish ham bor, ya'ni betonli inshoot qisman daryo o'zanida joylashtiriladi (11.9-rasm).

Energetik va transport inshootlarni joylashtirish prinsipi past bosimli gidrouzellaridagidek, ko'pchilik hollarda shlyuzlar qayir joylarda joylashtiriladi.

11.5-rasmda gidrouzelni o'zanli usulda joylashtirish ko'rsatilgan bo'lib, unda beton inshootlari (3, 4) o'zanning bir qismini egallaydi, qolgan qismi esa grunt to'g'on bilan to'silgan. 11.6-rasmda gidrouzelni qayirli joylashtirish ko'rsatilgan: vodoslivli to'g'on (3) va GES binoli (2) kotlovanda qayirda aylantirilgan, daryo oqimi



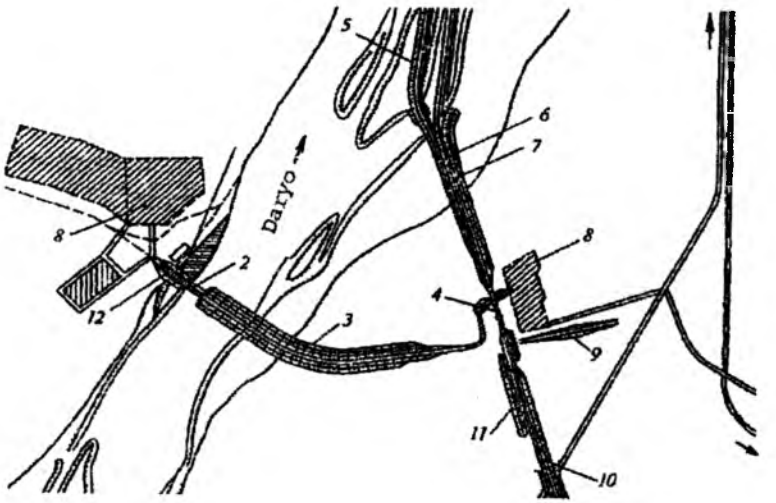
11.5-rasm. **Gidrouzelni o'zanli joylashtirish sxemasi:** 1,2,5,8 – gruntli to'g'onlar; 3 – suv tashlovchi to'g'on; 4 – GES binosi; 6 – kema o'tkazuvchi shlyuz; 7 – shlyuzni suv kelishidan himoyalovchi damba.



11.6-rasm. **Gidrouzelni qayirli joylashirish sxemasi:** a – gidrouzel o'qi bo'ylab kesimi; b – plan; 1,4,6 – gruntli to'g'onlar; 2 – GES binosi; 3 – betonli suv tashlovchi to'g'on; 5 – kema o'tkazuvchi shlyuz; 7 – yuqori befdagi suv bosgan chegara; 8,11 – GES ga keluvchi va ketuvchi kanallar; 9,10 – shlyuzga keluvchi kanal.

o‘zanda kanal (8) tomon yo‘nalgan u kanal (11) pastki befga chiqadi, kema o‘tkazuvchi shlyuz (5) qayirda yuqori befda joylashgan, kemalar unga (9) va (10) kanallar orqali boradi. 11.7-rasmda esa gidrouzelni yarim qayirli usulda joylashtirish keltirilgan, bunda beton inshootlari daryo o‘zanida to‘liq joylashmaydi, chunki uning suv to‘sgichlar bilan to‘silgan kotlovani o‘zanni juda toraytirib yuboradi, natijada gidrouzelni qurish vaqtida daryo oqimi tezligini kema qatnovi uchun yo‘l qo‘yarlik qiymatidan ortib ketishiga olib keladi.

Gidrouzelni qayirli usulda joylashtirish o‘zanli usulga nisbatan beton inshootlari qazilmalari hisobiga yer ishlari hajmi katta bo‘lsada, qayirli usulda gidrouzellarni joylashtirish qurilish muddatining qisqaligi hisobiga (qiymati yuqori bo‘lgan suv to‘sgichlar qurish va uni buzib tashlash, suvni chiqarib tashlash hamda shu kabilar talab etilmaydi) iqtisodiy jihatdan afzal hisoblanadi. 11.8-rasmda Kamsk gidrouzelining sxematik ko‘rinishi tasvirlangan. Uni qurishning asosiy maqsadi gidroenergetika hisoblanadi. Gidrouzel 22 m li bosim hosil qiladi. Bunday sharoitlarda loyqa deyarli yo‘q va ular inshootni loyihalash uchun hech qanday ta’sir etgani yo‘q. Girouzelning suv

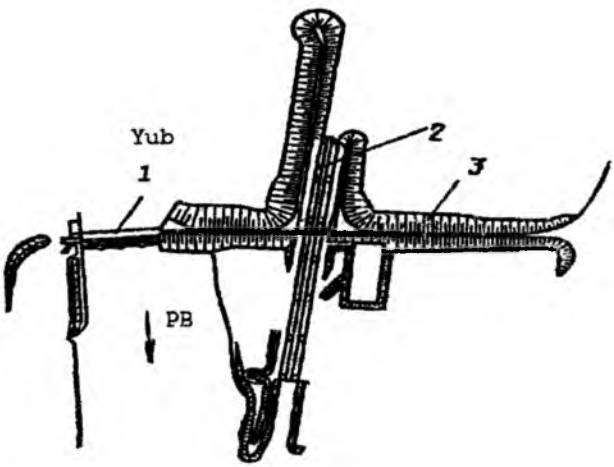


11.7-rasm. **Gidrouzelni yarim qayirli joylashtirish sxemasi:**
1 – GES binosi; 2 – suv tashlovchi to‘g‘on; 3,9,12 – gruntli to‘g‘onlar;
4 – kema o‘tkazuvchi shlyuz; 5,6,11 – to‘suvchi dambalar;
7,10 – shlyuzga keluvchi kanallar; 8 – aholi punkti.

o'tkazuvchi inshootlari yuqori o'ng qirg'oqda kuchsiz qoyatoshli joyda joylashtirilgan. Qazilma ishlari hajmini kamaytirish maqsadida GES binosi suv tashlash inshooti bilan birgalikda qo'shib barpo etilgan; ularning ish fronti pastki befdagi o'zanning kengligidan ham kichik bo'ldi. Oqimning ortiqcha kinetik energiyasi solishtirma suv sarflari nihoyatda katta bo'lgan (1 m ga 57 m^2/s) hollarda ham pastki befdagi beton qoplamalarida so'ndiriladi.

Daryo qayiri chapdagi yuqori qirg'oqgacha gruntli to'g'on bilan to'silgan bo'lib, u shag'al aralash allyuvial qum bilan yuvilgan. To'g'on kema yuradigan shlyuz bilan qirqilgan. Shlyuzning birinchi va ikkinchi kameralari yuqori befda joylashgan. Ular devorlarining ishlashini yaxshilash uchun o'ngdan va chapdan dambalar barpo etilgan. Kemalarni bog'lash uchun qurilgan damba suv omborining ichkarisida joylashgan. Kema yurish yo'li o'qining yo'nalishi shunday tanlanganki, bunda kemalar yo'lning ushbu murakkab uchastkani burilishsiz o'tadi.

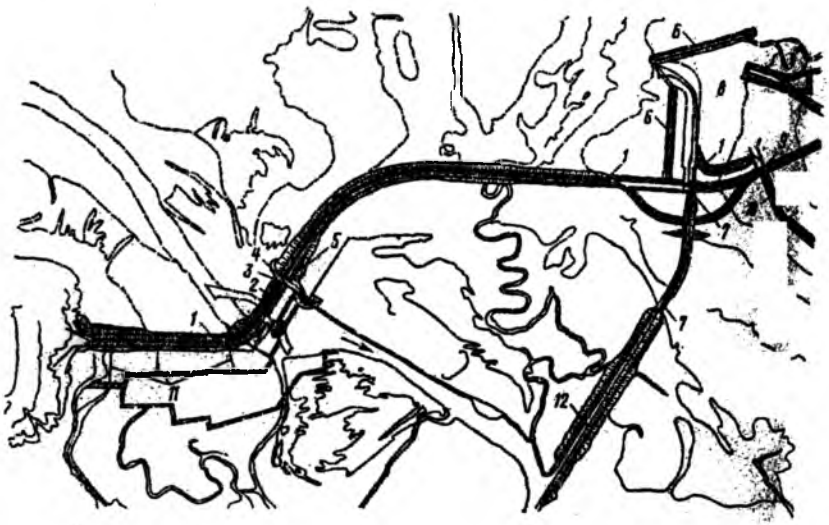
Gidrouzelning betonli inshootlari po'latli shpuntlar bilan himoyalangan holda qurilgan; qurilish davrida suv sarfi o'zanning bo'sh qolgan chap qirg'og'idan o'tgan.



11.8-rasm. **Kamsk gidrouzelini joylashtirish sxemasi:**
1 – birgalikda qo'shib barpo etilgan suv tashlash inshooti va GES binosi; 2 – ikki qatorli olti pog'onali kema o'tkazuvchi shlyuzi; 3 – yuvma gruntli to'g'on.

Simlyansk gidrouzeli kema qatnovi, gidroenergetika, irrigatsiya va baliqchilik maqsadlarida foydalanish uchun barpo etilgan. Gidrouzel bilan 26,6 m li bosim hosil qilingan, suv ombori hajmi 24,3 mlrd. m^3, shu jumladan foydali hajmi 11,5 mlrd.m^3, suv ombori uzunligi 360 km, eng katta kengligi 38 km. To'g'on o'qida bosim frontining uzunligi 13 km atrofida (11.9-rasm).

Gidrouzel vodoslivli to'g'ondan, GES dan, kema yuradigan shlyuzdan, Don bosh kanalidan suv oluvchi inshootdan va baliq ko'targichlardan tashkil topgan. Ushbu barcha inshootlar uzunligi 12,7 km bo'lgan yuvma gruntli to'g'on bilan birlashtirilgan. Simlyansk gidrouzeli – majburiy yoyilgan holda joylashtirishga misol bo'la oladi. Ustidan suv oqib tushadigan to'g'on va GES suv omborining eng ichkari qismida joylashgan (Don daryosi o'zani yaqinida). Bunday joylashtirish olib chiqib ketuvchi o'zanni qurish uchun



11.9-rasm. **Don daryosidagi Simlyansk gidrouzelining joylashtirish sxemasi:**
1,2 – gruntli va vodoslivli to'g'onlar; 3 – baliq ko'targichlar; 4 – GES binosi; 5 – ORU 220/110 kv; 6 – dambalar; 7 – kema qatnaydigan shlyuz; 8 – port; 9 – sug'orish va yaylovlarga suv chiqarish uchun suv olish inshooti; 10 – Don magistral kanali; 11 – konsolli suv tashlama; 12 – kema yuradigan kanal.

katta hajmdagi ish bajarishni talab etmadi va qurilish davrida daryodagi suv sarfini daryoning tabiiy o'zanidan o'tkazib yuborish imkonini beradi.

Suv omborida shamol ta'sirida 3 m balandlikka ega bo'ladigan to'lqinlar yuzaga kelishi kutilgan edi. Kema qatnaydigan shlyuzga kirishda avanport qurishga to'g'ri keldi. Suv chuqur bo'lgan joylarda himoya dambalarini qurish qimmatga tushar edi, shu sababli ular suv omborining chap qirg'og'i qismiga ko'chirildi. Shu yerning o'zida 14-sonli shlyuzni qurishga to'g'ri keldi. Chap qirg'oqning topografiyasi ikkita bo'laklangan shlyuz qurishni taqoza etdi. Avanport hududida port ham joylashgan.

Suv olish inshootining joylashish o'rni Don bosh kanalining trassasiga ko'ra belgilab olindi. Bu joy shamol natijasida hosil bo'ladigan katta to'lqinlardan dambalar bilan himoya etilgan. Inshoot kelgusida 200 m^3/s suvni o'tkazishga mo'ljallab qurilgan, ammo dastlabki 25 yil mobaynida faqatgina 100 m^3/s suv olingan.

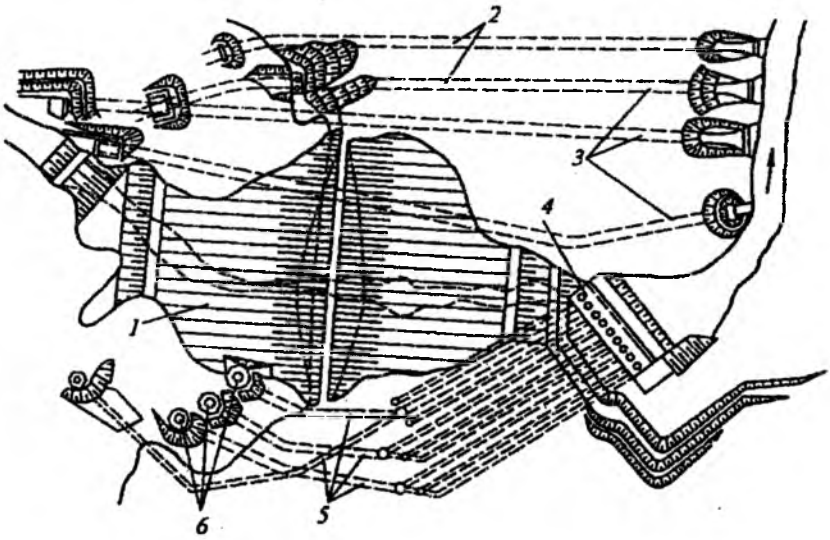
Baliq ko'targichlar baliqlarning bashorat qilinadigan migratsiya (ko'chish) yo'lida joylashtirilgan. Urug'lanish uchun pastdan yuqori tomon harakatlanayotgan baliqlar, yuvma to'g'onning pastki befiga yaqinlashadi. Shu yerda baliq ko'targichlarning o'rni belgilangan.

Sxemadan ko'rinib turibdiki, to'g'on ustidan temir yo'l va avtomobil yo'llari o'tgan. Ularning trassalarini belgilashda topografiya, xavfsizlik sharoitlari, xizmat ko'rsatuvchi posyolkaning joylashish o'rni va boshqalar hisobga olingan.

O'rta bosimli gidrouzellarning ikkinchi xili (tor qayir, qoya qismi, asosan, daryolarda) yuqori bosimli gidrouzellarni joylashtirishdan deyarli farq qilmaydi.

11.1.5. Yuqori bosimli gidrouzellar inshootlarini joylashtirish

Yuqori bosimli gidrouzellar bir necha vazifalarni: irrigatsiya, energetika, suv transporti, suv bosishiga qarshi kurash va boshqalarni bajarish uchun xizmat qiladi. Yuqori bosimli gidrouzellarga quyidagilar misol bo'la oladi. Vaxsh daryosida qurilgan Nurek gidrouzeli (11.10-rasm) uzunligi 70 km, sig'imi 10,5 mlrd. m^3, shundan 4,5 mlrd. m^3 foydali hajm bo'lgan o'zanli suv omborini hosil qildi.



11.10-rasm. **Vaxsh daryosida Nurek gidrouzelini joylashtirish sxemasi:**
1 – tosh gruntli to'g'on; 2 – toshqin suvlarini tashlovchi inshoot; 3 – qurilish tunneli; 4 – GES binosi; 5 – GES ga keluvchi tunnel; 6 – GES ga suv oluvchi inshoot.

Gidrouzelni qurishdan maqsad–gidroelektrostansiya bilan elektr energiyasini ishlab chiqish va daryo oqimini rostlash (mavsumiy va qisman ko'p yillik) orqali sug'orma dehqonchilik ehtiyojini qondirishdan iborat.

Stvorda ko'p yillik o'rtacha suv oqimi 20,5 mlrd. m^3 ni, eng katta suv toshqini sarfi – 3900 m^3/s, gidrouzelning 0,01% lik ta'minlanganlikdagi hisobiy suv sarfi 5400 m^3/s ni tashkil etadi. Daryo juda ko'p cho'kindilarni tashiydi: toshqin vaqtida o'rtacha loyqalik 3,5...4 kg/m^3 ni tashkil etadi. Hududning seysmikligi 9 ball bilan baholanadi.

Gidrouzelning bosimli fronti balandligi 300 m va tepasi bo'yicha uzunligi 704 m bo'lgan yadroli tosh-gruntli to'g'on yordamida hosil qilinadi. Filtratsiyaga qarshi to'siq parda va yadro beton «tiqin» yordamida birlashtiriladi, u yadroning «poydevor» qismini tashkil etadi. To'g'onning zamini navbati bilan keladigan qum va alevrolit qat-

lamlaridan tashkil topgan; bu tog' jinslarining tektonik maydalangan zonalari ham uchrab turadi.

To'g'onni qurishda daryo o'zanida suv olib chiqib ketuvchi inshoot kotlovanni aylanib o'tgan uch yarusli tunnel (ko'ndalang kesimi 103 m^2) ko'rinishida qurilgan. Qurilish tunnelining birinchi yarusi doimiy suv tashlovchi inshoot sifatida foydalaniladi. U foydalanilmaydigan sathdan pastda joylashgan portal ko'rinishidagi kirish qismiga ega. Tunnel yer ostida joylashgan binodan zatvorlar bilan yopiladi. Xuddi shu tunnelga boshqa bir tunnelning yuza qismidagi kallagi orqali suv tashlanadi.

GES binosi daryoning o'ng qirg'og'ida pastki suv to'sgichda joylashgan. Unda har birining quvvati 300 MVt dan bo'lgan 9 ta agregat joylashtirilgan. Diametri 10 m bo'lgan uchta derivatsion tunnel suv omboridan boshlanadi; ularning bo'sag'asi foydalanilmaydigan hajm sathidan 40 m chuqur joylashtirilgan. Keyinchalik har bir tunnel diametri 6 m dan va uzunligi 500 m dan bo'lgan turbinali suv o'tkazuvchilarga tarmoqlanadi.

Nurek GESi qurilishi ikki navbatda olib borildi. To'g'on balandligi 140 m ga yetganda ushbu o'tuvchi bosimlari uchun maxsus tayyorlangan uch agregatdan iborat 1-navbat ishga tushirildi. Gidrouzel inshootlarini qurib borish davomida doimiy agregatlar joylashtirildi va foydalanishga topshirildi.

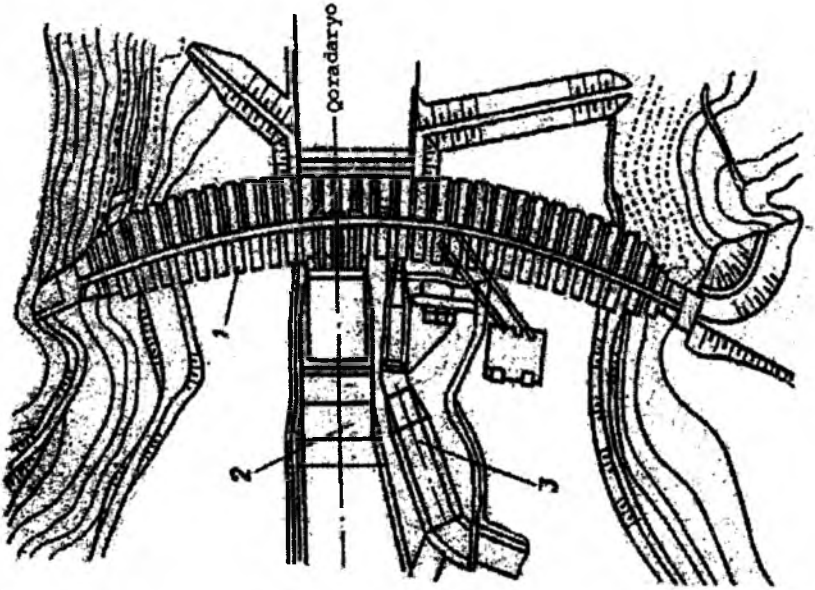
Suv yig'ish uchun mo'ljallangan Andijon gidrouzeli Qoradaryo daryosida barpo etilgan (11.11-rasm). Bu daryo o'lchami 250...300 m gacha bo'lgan cho'kindilarga boy bo'lgan turdagi tog' daryosi hisoblanadi. Unda suv sarfi 70 dan 1800 m^3/s gacha o'zgaradi. Hududning seysmikligi 9 ball.

To'g'on suvni 110 m balandlikka dimlab, hajmi 1,75 mlrd. m^3, shundan foydali hajmi 1,6 mlrd. m^3 ga mo'ljallangan suv omborini hosil qildi. Topografik sharoitlarni hisobga olib to'g'on balandligini 111,5 m qabul qilingan. Suvni rostlashdan maqsad—Qoradaryo daryosi va Sirdaryo daryosining quyi qismida joylashgan yerlarni suv bilan ta'minlashdan iborat. Gidrouzel tarkibiga to'g'ondan so'ng quvvati 100 MVt bo'lgan gidroelektrostansiyasi qurilgan; turbinalardan o'tgan suv (136 m^3/s gacha) to'g'ri sug'orish kanaliga tushadi.

Gidrouzelning bosimli frontini uzunligi 965 m bo'lgan betonli massiv kontrfors to'g'on hosil qiladi; bu turdagi to'g'onni qurilishi gravitatsion to'g'onga nisbatan 30% betonni iqtisod qilishga imkon

berdi. To‘g‘on tektonik yoriqlarga (zamindagi yoriqlarni to‘ldirish uchun 110 mln. m^3 beton sarflangan) ega bo‘lgan qoyalarga (xloritli slaneslar) tiralgan ikki qatorli kontrforsli 33 seksiyadan tashkil topgan.

Suv o‘tkazuvchi inshootlar betonli to‘g‘on chegarasida joylashgan. Suv tashlash inshootlari uch yarusli beshta markaziy seksiyalarda joylashtirilgan: pastki yarusda—uchta vaqtinchalik va ikkita doimiy (qurilish suv sarfini o‘tkazish uchun) teshiklar, ikkinchi yarusda — beshta chuqurlik teshiklari mavjud. To‘g‘on tepasining ustida oraliqlari 10 m dan to‘g‘on tepasida zatvorlari bo‘lgan uchta suv tashlash inshootlari orqali Qoradaryoga 1700 m^3/s suv tashlanishi mumkin. Suv so‘ndirgich qudug‘i 109 m uzunlikka ega.



11.11-rasm . **Qoradaryo daryosida suv ombori gidrouzelni joylashtirish sxemasi:**
1 – to‘g‘on; 2 – suv tashlash inshooti; 3 – suv chiqarish inshooti.

11.2. Suv omborlari

11.2.1. Yuqori bef tasnifi

Suv omborlari inson tomonidan bunyod etiladigan va boshqariladigan obyekt hisoblanadi, lekin ular tabiiy, birinchi navbatda gidrometereologik omillarning kuchli ta'siri ostida bo'ladi. Shu sababli o'rganiladigan, foydalaniladigan va boshqariladigan obyekt sifatida suv omborlari texnikaviy va sof tabiiy kabi tushunchalar o'rtasida bo'lsa ham ko'proq tabiiy suv havzalarini eslatadi. Ularni loyqa bosadi, muz qoplaydi, qirg'oqlarga ta'sir qiladi, ularda turli xil o'simlik va hayvonot dunyosi daryo va ko'llardagi singari mavjud bo'ladi.

Suv omborlarini tizimli tahlil etishda ular avvalo: suv to'plovchi; daryo suvining dastlabki sifatini tubdan o'zgartiruvchi obyekt; suv transportida, baliq xo'jaligida; ayrim hududlarda yer resurslaridan foydalanishni sezilarli oshiradigan obyekt; daryo vodiysi quyilish joylarida tabiatga va xo'jalikka o'zgartirish kirituvchi obyekt sifatida qarab chiqilishi lozim.

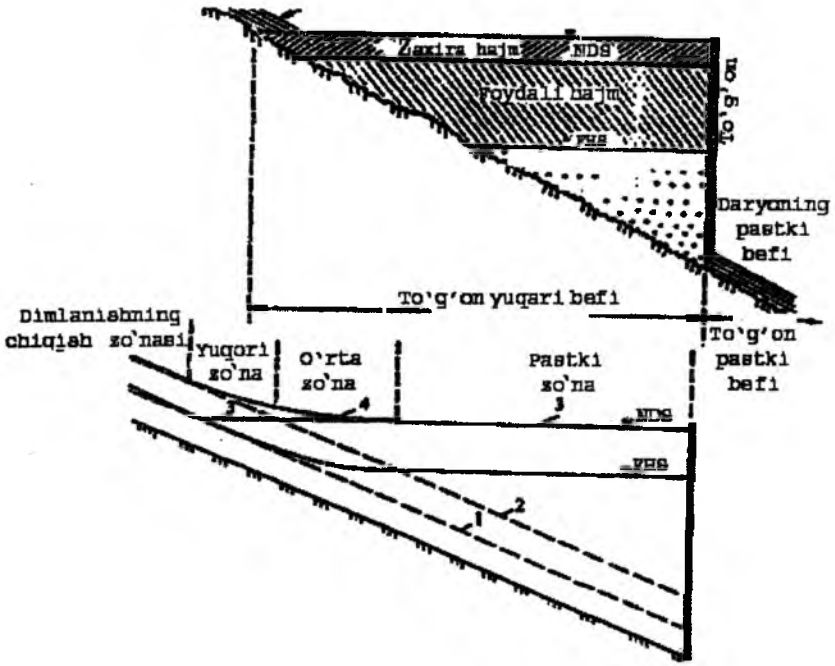
Ana shu barcha omillar suv omborlarini loyihalash, bunyod etish va ulardan foydalanish jarayonlarida batafsil o'rganib chiqiladi.

Daryolarda gidrotexnik inshootlarni loyihalayotganda yuqori befning sathiy rejimini bilish zarur. U qo'yiladigan vazifalarga va tabiiy sharoitlarga ko'ra aniqlanadi. Eng oddiy sathiy rejim suv oluvchi gidrouzellarda hosil bo'ladi: suv olinishini ta'minlovchi suv sathi (NDS) yilning asosiy qismida ta'minlanadi. Biroq, daryodagi suv sarfi doimo o'zgarib turadi va hatto zatvorlardan doimiy mohirona foydalanilganda ham suv sathini bir xil sath belgisida ushlab turib bo'lmaydi. Qandaydir sath belgisida intervali bo'lishi talab etiladi. Bundan tashqari, nisbatan toshqinli qisqa devor ichida gidrouzel orqali kam suvlik davridagidan ancha ko'p bo'lgan suvni o'tkazib yuborish kerak bo'ladi.

Ushbu omillarni inobatga olish shunga olib keldiki, gidrouzelda ikkinchi hisobiy suv sathi jadallashgan dimlangan suv sathi (JDS) hosil bo'ladi. Odatda suv olish uzellarida MDS bilan JDS orasidagi interval 0,5...1,5 m (2 m) ga teng. Bu nisbatan uncha katta bo'lmagan sathlar o'zgarishi chegarasidir (11.12-rasm). Bunday sathiy rejimlarga ega bo'lgan yuqori beflarni M.M. Grishin dimlangan deb atashni taklif etgan. Ularda oqimning mavsumiy ham, yillik ham, ko'p yil-

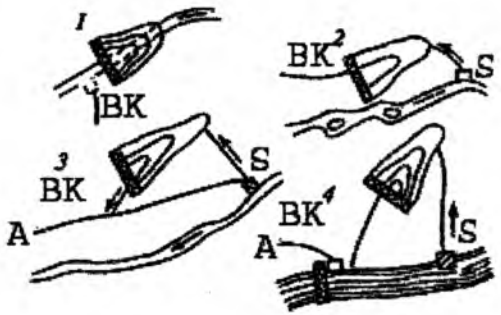
lik ham rostlanishi amalga oshirilmaydi. Agarda asosiy qo'yilgan masalalardan biri oqimni rostlash bo'ladigan bo'lsa, u holda yuqori bef suv ombori deb ataladi. Suv omborida suv sathi katta chegaralarda (o'nlab metrga): NDS va NDS dan eng yuqori sathdan, ya'ni suv omborining hisobiy sig'imini ta'minlovchi sathdan, foydalanilmaydigan suv sathigacha o'zgarishi mumkin. Dimlangan beflar odatda daryo o'zanida joylashtiriladi; NDS da ba'zida daryo qayirlari ham suv ostida qoladi.

Suv xo'jaligi hisoblarida suv omborlarining oqimni mavsumiy, yil davomida, ko'p yillar davomida rostlaydigan turlari farqlanadi. Loyqa bosish hisoblarida yuqori befning boshqacha tasnifidan foydalaniladi.



11.12-rasm. **Suv omborining asosiy elementlari va zo'nalari. Suv ombori rejimining asosiy elementlari:**
1 – dimlanishga qadar suv sathi; 2 – dimlanishga qadar toshqin suv sathi; 3 – normal dimlangan sath; 4 – dimlanish sharoitida toshqin suv sathi.

Suv omborlari o'zanli, ya'ni vodiy daryolarini suv bilan bostirilishi natijasida hosil qilinadi, o'zandan chetda, ya'ni suv quyib yig'iladigan, vodiy daryosidan tashqaridagi pastliklarda hosil qilinadigan, kabi turlarga bo'linadi (11.13-rasm).



11.13-rasm. **Suv omborlarining joylashish sxemalari:**
1 – daryo o'zanida; 2 – daryodan chetda, bosh kanal suv omboridan ta'minlanadi; 3 – daryodan chetda, bosh kanal qo'shimcha ravishda suv omboridan ta'minlanadi; 4 – daryodan chetda va daryodan qo'shimcha ta'minlanadi.

11.2.2. Suv omborini tashkil qilish

Suv omborini qurishning birinchi bosqichi uning havzasi uchun joyni qidirish va hisobiy sathlar belgilarini aniqlashdan iborat. Suv omborining topografik tavsifi bo'lib batigrafik egri chiziqlar: sig'im egri chizig'i W va suv ombori sathi belgisi-Z ga bog'liq bo'lgan suv ombori yuzasi egri chizig'i Ω xizmat qiladi. Ajratma yerlardan unumli foydalanish nuqtayi nazaridan W/Ω nisbat namunali bo'ladi, uni suv omborining o'rtacha chuqurligi deb hisoblash mumkin. Loyihalashda suv omborining butun sig'imiga emas, balki foydalanilmaydigan hajm suv sathi bilan NDS o'rtasida joylashgan foydali sig'im W_f ga tayanib ish ko'riladi. W_f/Ω nisbat qanchalik katta bo'lsa suv omborining tavsifi shuncha yaxshi bo'ladi. Tog'da joylashgan suv omborlari uchun uning qiymati 8...11 va undan katta qiymatlarda, tekislikda joylashgan suv omborlari uchun 2...5 ga teng.

Vodiy daryolari odatda mintaqaviy zovurlar hisoblanadi, shuning uchun suv omborida suv sathining ko'tarilishi qo'shimcha

dimlanish zonasini ham hisobga olganda, daryoga yo'nalgan grunt suvlari oqimi sathini ko'tarilishiga olib keladi. Bu ko'tarilish daryodan bir necha va ba'zida o'nlab kilometrga (gruntlarning suv o'tkazuvchanligi va daryoda sath dimlanishiga bog'liq holda) tarqaladi. Suv ombori boshida va xo'jalik faoliyatini yuritish chegaralangan yoki cheklangan suv bosadigan zonada qo'shimcha suv dimlanishi dinamikasini bashoratlash loyihaning ajralmas qismi bo'lishi kerak.

Iqtisodiy nuqtayi nazardan shunday variant tanlanadiki, bunda to'g'on stvori, NDS, ishlash rejimi, himoyalash tadbirlari va sh.k., suv ombori chegarasidagi qurilish va tadbirlar jami xarajatining birlik mahsulotga (1 m^3 foydali sig'im, 1 kVt soat elektr energiyasi va b.) nisbati eng kichik bo'lishi lozim. Bundan tashqari samaradorlik va zararning boshqa tomonlarini ham hisobga olish lozim, masalan, kema qatnovini tashkil qilish va yaxshilash imkoniyati, suv ta'minotini yaxshilash, rekreatsion va ijtimoiy effekt, baliqlar ko'chish yo'lini va kema qatnovini to'sish, qirg'oqqa yaqin ekinzor va o'rmon massivlariga ta'sir etish va sh.k.

Suv ombori havzasini tashkil qilish tadbirlari tarkibiga quyidagilar kiradi:

1) yer osti suvlarining ko'tarilishi va yer ustki suvlarining tashlanishi natijasida suv bosadigan zonalardan hamda to'lqinlar bilan buziladigan qirg'oq polosasidan aholi yashash punktlarini, yo'llarni, EUL, aloqa liniyalarini, tarixiy yodgorliklarni va obyektlarni ko'chirish;

2) ba'zi obyektlarni, shu jumladan ba'zi bir qishloq xo'jaligi yer maydonlarini suv bosishdan himoya qilish. Taxminiy baholanganda suv bosadigan zona yangi sharoitlarda grunt suvlari sathi holati bilan aniqlanadi: aholi yashash punktlarida grunt suvlari chuqurligi 4 m dan, boshqa joylarda esa 2 m dan kam bo'lsa, bunday hududlar suv bosgan hisoblanadi;

3) sanitariya tadbirlari (dezinfeksiya va infeksion mollar ko'milgan joylarni, qabristonlarni, tozalash inshootlarini va sh.k. larni ko'chirish; hududni xlorlash);

4) suv omboridan baliq xo'jaligi uchun foydalanilganda chuqur uchastkalarni tayyorlash;

5) arxeologik ishlar (kirish imkoni bo'lmaydigan arxeologik obyektlarni aniqlash, qidirib topish va tadqiq etish);

6) suv ombori tubi va yon tomonlaridan filtratsiya natijasida pastda joylashgan obyektlarga (ba'zida o'nlab kilometr uzoqlikda joy-

lashgan) xavf tug'iladigan taqdirda, filtratsiyaga qarshi tadbirlarni qo'llash;

7) zarur hollarda suv omborining ba'zi uchastkalarini shamol va kema qatnovi natijasida hosil bo'ladigan to'lqinlardan, muzliklar o'pirilib tushishidan, yuqori suv sathlaridan, muz to'planib va tiqilib qolishidan himoyalash;

8) tuproq ko'chishiga qarshi ishlar; suv omborining suv bosishidan himoyalangan kam suvli zonalarida suv sathini pasaytirish tadbirlari;

9) suv omborining cho'kindilar rejimini rostlash ishlari;

10) bezgakka qarshi tadbirlar;

11) Suv omborida oqimning tezlik va tezlik rejimlari o'zgarishi bilan bog'liq bo'lgan biologik rejimini rostlash bo'yicha maxsus tadbirlar;

12) ekologik va tabiatni muhofaza qilish bo'yicha tadbirlar.

Ushbu tadbirlarni o'tkazish me'yoriy hujjatlar bilan aniq belgilanadi.

11.2.3. Dimlangan beflardagi tadbirlar

Dimlangan beflarning farqlanadigan xususiyati ularning katta miqdordagi suvlarni o'tkazishi hisoblanadi, shunga ko'ra cho'kindilar gidrouzelga va pastki befga, ulardan foydalanishning birinchi yilidayoq kelib yig'iladi. Shuning uchun amalga oshiriladigan tadbirlarning asosiy qismi befda cho'kindilarni to'plash bilan bog'liq.

Gidrouzel inshootlariga eng maqbul yo'l bilan yaqinlashuvchi o'zanni shakllantirish uchun oqimni rostlash birinchi guruh tadbirlariga kiradi. Dimlangan befning loyqa bilan to'lishini bashoratlash uchun tuzilgan natijalarga ko'ra, gidrouzelga qumli fraksiyalarning yaqinlashish vaqti aniqlanadi. Agar bu 7–10 yildan so'ng sodir bo'lsa, u holda o'sha ishlab chiqarish bazasidan foydalanib, gidrouzel bilan bir vaqtda rostlash inshootlarini qurish ma'noga ega bo'ladi. Loyqa bosish muddati uzoq bo'lganda rostlash inshootlari ikkinchi navbatda, qachonki ular haqiqatdan ham zarur bo'lgan vaqtda (mayda shag'al yaqinlashganda) qurilish mumkin.

Dimlangan beflarda rostlash inshootlari, ba'zida suv sarflarini sutkalik rostlashda (masalan, GES va GAES da) foydali bo'lishi mumkin bo'lgan hollarda, dimlangan befning bir qismini loyqa

bosishdan himoyalash maqsadida quriladi. Bunday sxema dimlangan bef keng bo'lgan (suv ombori havzasi yuzasining katta maydoni sathlarning kichik chegaralarda rostlashni amalga oshirishga imkon beradi) hollarda maqsadga muvofiq bo'ladi. Ushbu keng suv sayoz bo'lgan qism befdan damba bilan ajratiladi, rostlanmaydigan suv kirish qismi esa gidrouzelga yaqin joyda qoldiriladi. Shunday qilib, loyqa bosish va ko'milish faqat tranzit oqim zonasida kechadi. Yirik cho'kindilar gidrouzelga tezroq yetib keladi, lekin gidrouzelning cho'kindilarga qarshi vositalari kanalni ulardan himoya etadi. So'ngra cho'kindilar pastki befga tashlab yuboriladi. Tranzit oqimdan ajratib qo'yilgan dimlangan befning rostlovchi qismini loyqa bosishi faqat unga kiritilgan suvdagi cho'kindilar natijasida sodir bo'lishi mumkin; loyqa bosish jadalligi bu holda tranzit oqimnikidan ancha kam bo'ladi.

Ma'lum vaqtlarda (bir necha yil) dimlangan befdagi cho'kindilar suv sathi pasayganda yuvilishi mumkin (bir necha soat ichida o'n va hatto yuz ming metr kubgacha cho'kkan qum-shag'alli cho'kindilar yuvilishi mumkin). Yuvilish sharoitlarini baholash mezoni sifatida cho'kindilar yuviladigan uchastkadagi oqim quvvati xizmat qiladi. $N = Q\Delta Z$, bunda ΔZ – cho'kindilar yuviladigan uchastkalardagi sathlar farqi (taqriban uning qiymatini yuvilish vaqtida sath pasayishi deb qabul qilish mumkin). ΔZ ning eng katta qiymatlari suv tashlash inshootlarining konstruksiyasi va o'lchamlari hamda pastki befda sathlar suv bilan ko'milishi orqali aniqlanadi.

Yuvish davrida gidrouzel yuviladigan zonasiga yirik tub cho'kindilar jadal yaqinlasha boshlaydi, shu sababli bir necha yildan so'ng yuvish samarasi kamaya boradi. Yuvishda oqim va daryoning barcha elementlarini qayd qilish lozim va ularning o'zgarishini tahlil etish kerak. Cho'kindilarni yuvish gidrouzel oldidagi o'zanning noqulay shakllanishini keltirib chiqarishi mumkin, shuning uchun bunday sharoitlarda ularni rostlash inshootlari orqali boshqarish lozim bo'ladi.

11.2.4. Gidrouzel pastki beflaridagi tadbirlar

Pastki befda sarf, sath, cho'kindilar tartibining o'zgarishi ekologik tizimlarning ancha-muncha buzilishini keltirib chiqaradi va ko'pgina hollarda daryo va ular qayirining unumdorligini kamaytiradi. Pastki befda tadbirlar loyihasini tuzganda o'zanning umumiy yuvilishini bashorat qilish lozim. Uning o'lchami va jadalligi o'zan turiga bog'liq;

ayniqsa u turg'un bo'lmagan o'zanlarda katta bo'ladi. Masalan, tekislikdagi Don daryosida qurilgan Simlyansk gidrouzelining pastki befida birinchi 8 yilda sathlar pasayishi 1,3 m-ni, Gedjen gidrouzelida 5,6 m-ni, Terek daryosidagi Kichik-Kabardin gidrouzelida 2,6 m-ni tashkil etdi. Shuni ham nazarda tutish kerakki, III, IV va V turli o'zanlarda eng avval chuqurlik deformatsiyalari, so'ngra rejali (qirg'oqlar yuvilishi) deformatsiyalar rivojlanadi. Umumiy yuvilish hodisasi anchagina rostlanadi.

Umumiy yuvilishda sath pasayishi bu daryo irmoqlari uchun eroziya bazisining pasayishidir, shuning uchun umumiy yuvilishni rostlash, qisqartirish yoki unga yo'l qo'ymaslikni irmoq-daryolar uchun ham ishlab chiqish lozim. Termik tartibning o'zgarishi shunga olib keladiki, suv ombori ta'sirida qishda suv harorati yuqori bo'ladi va daryo uzoq ko'p kilometrlar masofaga pastki befda muzlamasligi mumkin. Suv omboridan yozda daryolardagiga nisbatan sovuq suv oqib chiqadi. Haroratning o'zgarishi biotsenozlar almashinishini keltirib chiqaradi va biotsenozlar foydasi yoki zarari darajasini baholash uchun ularning qaysilari shakllanayotganligini bilish kerak.

Daryo qayirida eng katta o'zgarishlar sodir bo'ladi. Suv omboridan oqim rostlanishi ta'sirida u suv bilan bostirilmaydi (suv bostirilishi daryo qayiri unumdorligining asosi). Kamsuvlik vaqtida xo'jalik ehtiyojlari uchun zarur bo'lgan yuqori sathlarda kema qatnovi yoki energetik ehtiyojlar uchun suv o'tkazishlar amalga oshiriladi; ular qayirdagi va qayirdan yuqori terrasalardagi grunt suvlari oqimini dimlaydi. Tartiblar o'zgarishi natijasida o'tloq va yaylovlar unumdorligi 8...10 martaga kamayadi. Bundan tashqari o'n va yuz ming gektar joydagi baliqlar urug' qo'yadigan joy yo'qotiladi.

Inshoot loyihalarini tuzishda va ularni qayta qurishda suv xo'jaligi majmuasi ishtirokchilari tomonidan daryoning qayir joylarini saqlash va ularning unumdorligini oshirish imkoniyatlarini ko'zda tutish zarur. Masalan, suv omboridan har yili yaxob suvi rejimida pastki befda 8...10 sutka, suv ko'p bo'lgan yillarda esa baliqlar urug' qo'yadigan rejimda, ya'ni 40...45 sutka mobaynida daryo qayirini suv bilan bostirish mumkin. Daryo qayiri hududlarini maxsus suv dimlovchi inshootlar yordamida kam suv hajmi bilan ham bostirish mumkin va nihoyat, daryo qayiridan mo'l-ko'l hosilni yuviladigan tartibda (faqat pastga tomon singishi natijasida) sug'orish orqali ta'minlash

mumkin. Ushbu usul yanada kam suv talab etadi, lekin katta mehnat sarfi bilan bog'liq.

Agar o'zandagi suv sathini ko'tarish daryoning zax qochirish qobiliyatini yo'qotilishiga va grunt suvlarining yo'l qo'yib bo'lmaydigan darajada ko'tarilishiga sabab bo'lgan bo'lsa, u holda o'zanning zax qochirish funksiyasini bajarish uchun zovur qurish talab etiladi. Erozion uyiq joylar odatda suv o'tkazmaydigan gruntlar bilan to'la bo'ladi. Zovurdagi suv sathi yordamida pastki befning butun uzunligi bo'yicha qayir hududlardagi suv-havo rejimini rostlash mumkin.

Sutkalik suv rostlashlarda GES va GAESlarga suv o'tkazish pastki befga to'g'onsiz suv olishga noqulaylik tug'diradi. Bu holda suv omboridan quyida qayta rostlanadigan qarshi befni tashkil etish masalaning yechimi hisoblanadi. Masalan, Norin daryosidagi yuqori bosimli To'xtagul va Kurisoy GES laridan quyida Uchqo'rg'on GESining qarshi befi, Vaxsh daryodagi yuqori bosimli Nurek va Baypazin GES laridan quyidan Bosh GES ning befi mavjud.

Gidrouzelning suv olish stvorida suv ko'p sarflanish hollari uchrashi mumkin. Bu o'zanni sayozlanishi va o't bosishiga, natijada uning zax qochirish qobiliyatining yo'qotilishi va boshqa salbiy oqibatlarni keltirib chiqaradi. O'zanning oldingi o'lchami va ijobiy xususiyatlarini saqlab qolish uchun, har yili undan o'zan shakllanadigan hajmdagi suv oqimi o'tkazilishi kerak (qayir qirg'og'i bilan teng sathda). Agar bu ishlar amalga oshirilmasa, nafaqat o'zanning zax qochirish, balki uning suv o'tkazish qobiliyati ham yo'qoladi. Shunday qilib, suv ko'p bo'lgan yillarda o'zan o'zining avvalgi suv sarfini o'tkazmaydi, bu esa qo'shimcha ko'zda tutilmagan suv bosishlarni keltirib chiqaradi. Agar o'zan dambalar bilan o'ralgan bo'lsa, bu juda xavfli hisoblanadi, chunki dambalar o'pirilishi va o'ralgan maydonlarni suv bosishi mumkin.

Ba'zi hollarda maxsus sanitar suv o'tkazib yuborilishi talab etiladi. Daryo qayiridagi gidrografik to'rlarning (irmoqlar, eski o'zanlar, pastliklar) to'silishi va ayniqsa ko'ndalang dambalarning (baliqchilik hovuzlari, baliqlar urug'lanadigan-ko'paytiriladigan xo'jaliklari, yo'llar dambalari va sh.k.) qurilishi suv sathining anchagina qo'shimcha ko'tarilishini keltirib chiqaradi. Bularning barchasi daryo qayirining suv o'tkazish qobiliyatini qisqartiradi. Ko'pchilik hollarda daryo qayiridan uning o'zaniga nisbatan bir necha barobar ko'p suv sarfi o'tadi. Sathlar farqi ana shu to'suvchi inshootlarda to'planadi; o'zanda jadal

yuvilish sodir bo'ladi. Bu yuvilish natijasida loyqa oqim energiyasi jamlanadigan quyi uchastkada cho'kadi. Bunday sharoitlarda suv yuzasining tabiiy nishabligidan keskin farq qiladigan zonalar hosil bo'ladi va o'zan jarayonlarini jadallashtirish uchun sharoitlar yaratiladi.

Past bosimli gidrouzellar holatida daryodan katta hajmda o'ta loyqa suv olinganda (Amudaryodagi Qiziloyoq gidrouzeli) o'zanning pastki befi loyqa bilan ko'milishi mumkin. Cho'kkan loyqaning hajmi shu darajada ko'p bo'lishi mumkinki, bunda pastki befdagi suv sathi yuqori bef sathiga tenglashib qoladi va gidrouzel suv o'tkazish qobiliyatini yo'qotadi. Katta suv sarflarida uning buzilish xavfini keltirib chiqaradi. Daryo nishabligi katta (0,005 dan katta) va daryo qirg'oqlari baland bo'lganda, yuqori befda to'g'on balandligini qo'shimcha ko'tarish yo'li, ya'ni NDS va JDS lari sath belgilarini ko'tarish sharti bilan inshootni qayta qurib, bunday xavfni osongina bartaraf etish mumkin. Yuqori befda, daryo qirg'oqlari past yoki dambalar bilan o'ralgan holatlarda, oqim eng yuqori oqizib ketish xususiyatiga ega bo'lgan bir tarmoqli chuqur o'zanni shakllantirish uchun pastki befda o'zanni rostlash, hozircha xavfni oldini olishning birdan-bir yo'li hisoblanadi. Rostlash inshootlari butun uchastka uzunligi bo'yicha bu jarayonga iloji boricha ko'proq maydonlarni tortgan holda cho'kindilarni yig'ilishini tartibga solishi lozim. Mintaqa darajasida noruda materiallar (qum, shag'al) qazib olish konlarini tashkil etish, bu borada muhim zahira hisoblanadi. Gidrouzeldan yuqorida maxsus cho'kindilar yig'iladigan joylarni tashkil qilish ham masalaning yechimi bo'lishi mumkin.

Nazorat savollari

1. Gidrouzellarni qurishdan maqsad nima?
2. Gidrouzel tarkibiga qanday inshootlar kiradi?
3. Gidrouzelning qanday turlarini bilasiz?
4. Gidrouzellarni joylashtirishga qanday talablar qo'yiladi?
5. Past bosimli gidrouzellar qanday joylarda barpo etiladi?
6. Respublikamizda barpo etilgan past bosimli gidrouzellarga misollar keltiring.
7. O'rta bosimli gidrouzellar qanday maqsadlarda quriladi?
8. Gidrouzelni qayirli usulda joylashtirish qanday afzalliklarga ega?
9. Yuqori bosimli gidrouzellar qanday joylarda barpo etiladi?
10. Suv omborlarini qurishdan maqsad nima?
11. Suv omborlarida qanday hajmlar bor?

XII BO'LIM. USTIDAN SUV O'TKAZMAYDIGAN GRUNT TO'G'ONLI GIDROUZELLARNING SUV O'TKAZUVCHI INSHOOTLARI

12.1. Suv tashlovchi va suv chiqaruvchi inshootlar turlari va ularni qo'llanish shartlari

Turli maqsadlar uchun mo'ljallangan va o'zidan suv o'tkazadigan gidrotexnika inshootlari suv o'tkazuvchi inshootlar deb ataladi.

Ustidan suv o'tkazmaydigan grunt to'g'onli gidrouzellar tarkibida asosan ikki turdagi suv o'tkazuvchi inshootlar uchraydi: suv tashlovchi, suv chiqaruvchi (suv bo'shatuvchi). Bu inshootlar o'zining vazifasi, planda va balandlik bo'yicha joylashuvi va konstruksiyasining o'ziga xosligi bo'yicha farqlanadi.

Suv ombori gidrouzellari ko'p hollarda suv yig'ish maydoniga keladigan yuza oqimlarni sig'dira olmaydi. Suv ombori NDS sathgacha to'lganda ortiqcha suv to'g'on pastki befiga yoki qulay sharoit bo'lganda gidrografik tarmoqqa (shaxobchaga) tashlanadi. Suvni tashlash ko'p hollarda suv omboridagi jadallashgan suv sathida amalga oshiriladi, ayrim hollarda u NDS da ham bajariladi.

Ustidan suv o'tkazmaydigan to'g'onlardagi suv tashlovchi inshootlar deganda yuqori befdan pastki befga hisobiy maksimal suv sarflarini qarshiliksiz o'tkazuvchi inshootlar majmuasi tushuniladi. Suv omboridan ortiqcha suvlarni tashlab yuborish yo'li bo'ylab qurilgan inshootlar suv tashlash trakti deb ataladi.

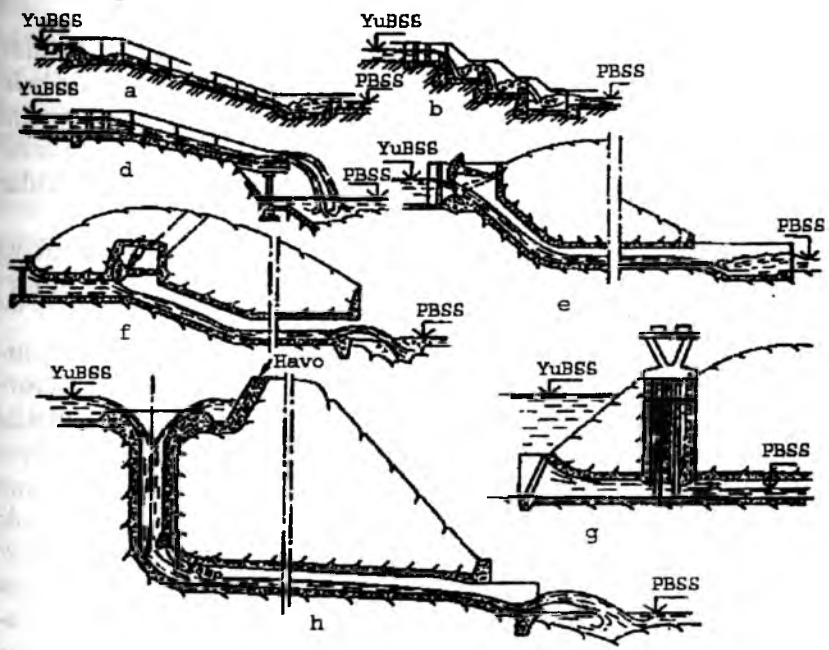
O'zanni to'sish va ustidan suv o'tkazmaydigan to'g'onga nisbatan suv tashlovchi inshoot to'g'on tanasi ichida, to'g'on tanasidan chekkadagi qirg'oqda, yoki qayirda joylashgan turlarga bo'linadi (12.1-rasm, a, b, d). Suv tashlash turi har xil variantlarni texnik-iqtisodiy natijalari asosida tanlanadi.

Ular bosh (kirish) qismining joylashuviga ko'ra yuza va chuqur suv tashlagichlar bo'lishi mumkin.

Ko'ndalang kesimining konstruksiyasi bo'yicha suv tashlovchi inshootlar ochiq, yopiq va kombinatsiyalashgan (ochiq va yopiq konstruksiyalarning birikuvi) ko'rinishida bo'ladi.

Agar kirish tirqishi yuzada joylashgan bo'lsa, yuza suv tashlagichlar deb ataladi (12.1-rasm, a-d). Chuqur suv tashlagichlarda bu tirqish suvning erkin sathidan pastda joylashadi (12.1-rasm, d,g), suv tashlagichning o'tkazuvchi qismi ko'p hollarda quvurli yoki tunnelli ko'rinishida bo'ladi. Agar tirqish bevosita tubda joylashgan bo'lsa, unda suv tashlagichni tubdagi deb ataladi (12.1-rasm, g).

Ochiq suv tashlagichlar ko'ndalang kesimi tutashmagan, yopiqi esa tutashgan bo'ladi; kombinatsiyalashgan tutashgan va tutashmagan kesimli uchastkalarga ega, ya'ni ochiq va yopiq konstruksiyalarning birikuvidir. Ochiq suv tashlagichlar suv tashlovchi kanal-



12.1-rasm. **Qirg'oqda joylashgan suv tashlagichlar:** a,b va d – ochiq suv tashlagich, mos ravishda tezoqar, ko'p pog'onali sharshara va konsolli sharshara bilan; e, f, g – mos ravishda yuza, chuqur va tub hamda zatvorlar bilan boshqariladigan yopiq suv tashlagichlar; h – bosimsiz tunnelli shaxtali suv tashlagich.

lar ko'rinishida bo'lib, ularning chegarasida beflar orasidagi sathlar farqi tezoqar, ko'p pog'onali sharshara, konsolli sharshara orqali tutashtiriladi (12.1-rasm, a-d). Yopiq suv tashlagichlar yuza va chuqur (shuningdek, tub) inshootlar ko'rinishida bo'ladi (12.1-rasm, e-h). Yuza suv tashlagichlarga quvurli, tunnelli va shaxtali inshootlar kiradi (12.1-rasm, h). Chuqur suv tashlagichlar bosimli, bosimsiz va quvurli va tunnelli yarim bosimli rejimlarda ishlaydi.

Kirish (bosh) qismining konstruksiyasi bo'yicha ochiq suv tashlagichlar frontal, xandaqli, poligonal, yelpig'ichsimon va boshqalar; yopiq suv tashlagichlar esa — xandaqli, shaxtali, cho'michli va boshqa ko'rinishlarda bo'ladi.

Boshqarish sharoitlari bo'yicha suv tashlagichlar boshqariladigan (zatvorlar bilan) va boshqarilmaydigan (zatvorsiz, avtomatik) turlarga bo'linadi.

Suv chiqargichlar ko'p belgilari bo'yicha yopiq suv tashlagichlarga o'xshash. Ularni har doim tabiiy gruntlarda joylashtiriladi. Yuqori befda suv sathi o'zgarishi kichik bo'lsa ochiq rostlagichni qo'llash mumkin. Ko'p hollarda yuqori befdagi sath o'zgarishi sezilarli bo'lsa yopiq suv chiqargichlar o'rnatiladi. Suv chiqargichlar bosimli va bosimsiz tartibda ishlashi mumkin.

Konstruksiyasi bo'yicha suv chiqargichlar quvurli, tunnelli va kombinatsiyalashgan (quvurli va tunnelli belgilar birikmasi) turlarga bo'linadi.

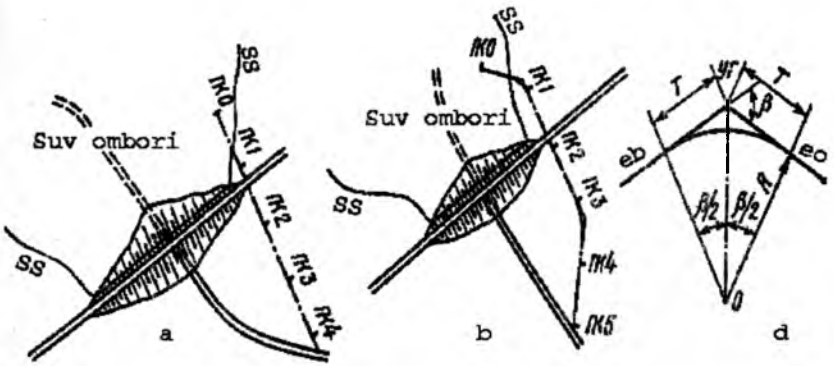
Rostlovchi zatvorlar joylashishi bo'yicha suv chiqargichlar quyidagicha farqlanadi: 1) suv chiqaruvchi trakt boshlanishidagi zatvorlar bilan (asosan quvurli suv chiqargichlar uchun), bu holatda odatda quyi qismida zatvorlar kamerasi, yuqorisida esa tutashtiruvchi mexanizmli estakadaga ega zatvorlarni boshqaruvchi minora o'rnatiladi; ayrim hollarda minora o'rnida pastki bef tomonidan yoki yuqori qiyalikda (yonbag'irda) yotqizilgan maxsus nishabli galereya bo'ylab kirish mumkin bo'lgan alohida xona ko'zda tutiladi; 2) suv tashlash traktining o'rta qismidagi zatvorlar bilan; zatvorlarni bunday joylashtirish boshqaradigan minora o'rnatib yoki o'rnatmasdan quvurli hamda tunnelli suv chiqargichlarda mumkin; 3) suv chiqargich tarktining oxirida zatvor bilan; zatvorlarni bunday joylashtirish bosimli rejimda ishlaydigan suv chiqargichlar uchun hamda galereya ichidagi bosimli quvurli tunnellar va quvurli suv chiqargichlar uchun xarakterlidir.

12.2. Qirg'oqda joylashgan ochiq tashlovchi inshootlar

Qirg'oqda joylashgan ochiq suv tashlash traktini to'g'onning yon tomonidagi qirg'oqlarda va vodiyning yonbag'irlarida joylashtiriladi. Shu sababli ular qirg'oqda joylashgan suv tashlagichlar deb nom olgan (12.2-rasm, a). Suv tashlash traktidan suv gidrouzelning pastki befiga tashlanadi, qulay topografik sharoitlarda esa qo'shni ochiq suv havzasiga yoki joyning past uchastkalariga chiqarish mumkin. Ochiq suv tashlagichlarning o'ziga xos xususiyati shundaki, ularning kirish qismlari baland sathlarda joylashadi.

Suv tashlash trakti tarkibiga quyidagi inshootlar kiradi: keluvchi kanal, rostlovchi inshoot, tashlama kanal, tutashtiruvchi inshoot, ketuvchi kanal, muz ushlovchi qurilmalar. Ammo suv tashlash trakti tarkibidagi yuqorida keltirilgan inshootlarning hammasi ham bo'lmasligi mumkin. Ko'pincha kanallardan biri bo'lmasligi mumkin, masalan, keluvchi yoki tashlama kanal, ikkalasining ham bo'lmasligi ehtimoli bor.

Odatda suv tashlash trakti inshootlari orqali suv omboridagi muzni to'g'onning pastki befiga tashlash ko'zda tutilmaydi. Muz qoplamasi harakatda bo'lmaydi va turgan joyida eriydi. Ammo keluvchi kanalda suv oqimi harakati bo'lganligi sababli, uning uzunligi bo'yicha muz harakati bo'lishi mumkin. Shamol ta'sirida alohida muz



12.2-rasm. **Yuza suv tashlash traktining trassasi:**
a – to'g'ri chiziqli; b – burilish burchagi bilan; d – trassada egri chiziqni planda belgilash.

parchalari suv tashlash inshootiga yaqinlashishi mumkin. Suv tashlash traktiga muzlarni o'tishiga yo'l qo'ymaslik uchun keluvchi kanal boshida yoki shlyuz rostlagich oldida muz o'lchovchi qurilmalar o'rnatiladi, ular orqali suv erkin o'tadi va suvda oqib keluvchi jismlar ushlab qolinadi.

Suv tashlash trassasi deganda, joyida o'tkazilgan, unda piketlar belgilangan inshootning o'q chizig'i tushuniladi. U to'g'ri chiziqli bo'lishi ham (12.2-rasm, a) va burilish burchagi bilan (12.2-rasm, b) bo'lishi ham mumkin va u to'g'ondan ma'lum uzoqlikda o'tadi yoki unga qisman o'yib kiradi. Trassada burilish burchaklari bo'lsa suv tashlash traktida suvni ravon harakat qilishini ta'minlash uchun, kanaldagi suvni qiyaliklar bilan kesishgan kengligini besh barobariga teng bo'lgan egri chiziqli radius o'tkaziladi.

Burilish burchagi β berilgan bo'lsa, egri chiziqlarni planda belgilashda tangens quyidagi formuladan hisoblanadi

$$T = Rtg\beta/2 \qquad (12.1)$$

va egri chiziq uzunligi

$$l_{eg} = \pi R\beta/180^0. \qquad (12.2)$$

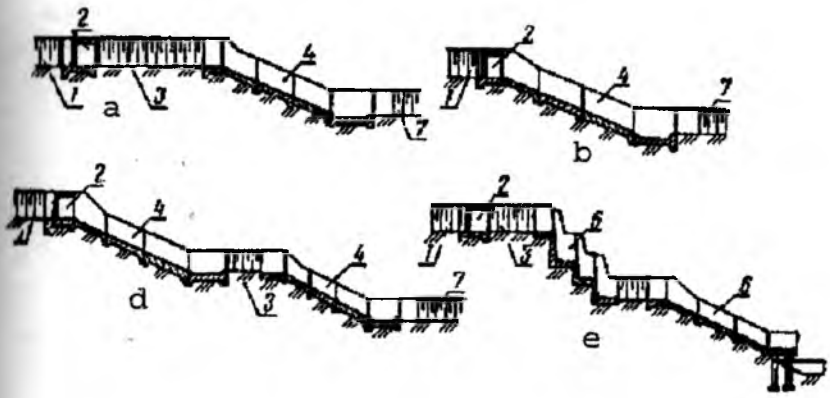
Trassani egri chiziqli uchastkalarda kanallarni, suv tashlash traktining boshqa inshootlarini esa to'g'ri chiziqli uchastkalarda joylashtirish tavsiya etiladi. Trassaning egri chiziqli uchastkalarida inshoot joylashtirilganda planda egri chiziqli konstruksiyalarni bajarishga to'g'ri keladi.

Suv tashlash traktida hamma inshootlarni balandlik bo'yicha joylashtirish shunday belgilanadiki, uncha chuqur bo'lmagan qazilmada va shu bilan birga alohida uchastkalarni ko'tarmada o'tkazishga yo'l qo'yiladi. Shundan kelib chiqqan holda trassa tanlanadi. Uncha chuqur bo'lmagan qazilmadagi yoki qisman ko'tarmadagi kanallar tashlanadigan sarflarni o'tkazishdan oldin qordan oson tozalanadi.

Suv tashlash traktidagi qazilmadagi gruntlar fizik-mexanik tarkibi bo'yicha ko'tarma uchun ishlatishga yaroqli bo'lsa to'g'on tanasiga yotqiziladi. Qazilmadagi gruntni to'g'on tanasiga ko'chirish gidrouzel xarajatlarini kamaytiradi, shu bilan birga chuqur qazilmalardan katta suv sarflarini o'tkazishda inshootni ekspluatatsiya qilishni qiyinlashtirishini hisobga olish lozim.

Agar suv tashlash traktida inshootlarni bir joyga joylashtirish qiyin bo'lsa, ularni alohida-alohida joylashtirishga yo'l qo'yiladi,

masalan bitta tutashtiruvchi inshoot o'rniga ikkita va undan ko'p bajariladi (12.3-rasm).



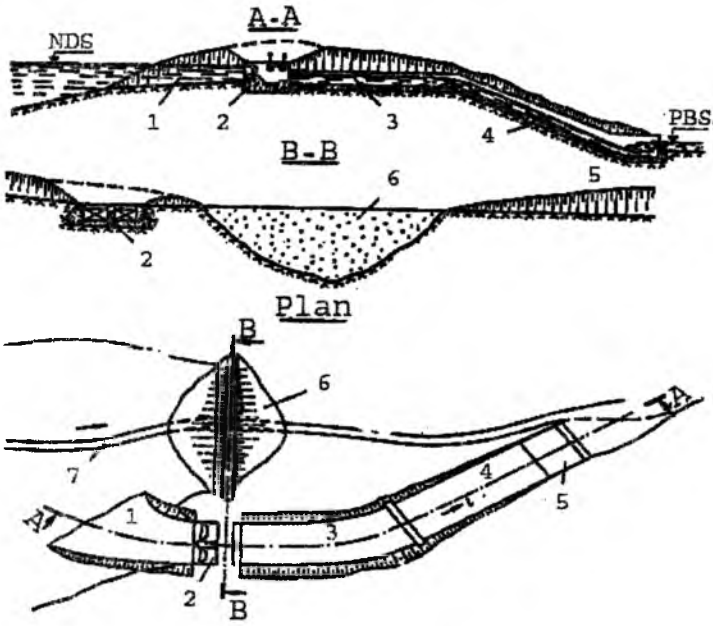
12.3-rasm. **Ochiq suv tashlash traktida inshootlarni joylashtirish:** 1 – keluvchi kanal; 2 – shlyuz-rostlagich; 3 – oraliqdagi ketuvchi kanal; 4 – tezoqar; 5 – sharshara; 6 – konsolli sharshara; 7 – ketuvchi kanal.

12.2.1. Frontal suv tashlagichlar

Frontal suv tashlagichlar vodoslivi planda keluvchi kanal o'qiga perpendikular joylashtiriladi va suv inshootga perpendikular kirib keladi (12.4-rasm). Bu holda to'g'on tepasi bilan vodosliv ustini ko'prik bilan birlashtiriladi.

Frontal suv tashlash inshooti asosan uch qismdan iborat: 1) keluvchi kanal; 2) vodosliv, tashlanadigan suvlarni rostlaydi; 3) suvni olib ketuvchi inshootlar, bularga oraliqdagi ketuvchi kanal, tutashtiruvchi inshootlar, oqim energiyasini so'ndiruvchi konstruksiyalar kiradi.

Keluvchi kanal vodoslivga suvni ravon kelishini ta'minlaydi. Planda u egri chiziqli ko'rinishda va uzunligi bo'yicha o'zgaruvchan kenglikka egadir. Katta chuqurliklarda kanal tubi gorizontal, kichik chuqurliklarda esa suvning yanada ravon kelishini ta'minlash uchun kanal tubi teskari nishabli qilib o'rnatiladi. Qoyali gruntlarda kanal tubiga va qiyaliklariga himoya qoplamalari o'rnatilmaydi, qoyamas gruntlarda ularning vo-

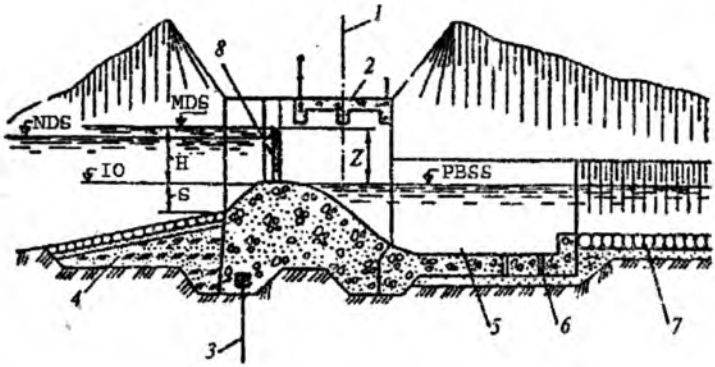


12.4-rasm. **Qirg'oqda joylashgan ochiq frontal suv tashlagich:** 1 – keluvchi kanal; 2 – vodosliv ko'rinishidagi bosh qism; 3 – tashlama kanal; 4 – tutashtiruvchi inshoot (tezoqar); 5 – ketuvchi kanal; 6 – gruntli to'g'on; 7 – daryo o'zani.

doslivga kirish zonalarida qoplamalar o'rnatiladi. Keluvchi kanal ko'ndalang kesimi trapetsiya shaklida, qoyamas gruntlarda ularning qiyaliklari 1.2...2.5, qoyali gruntlarda 0,5 qabul qilinadi.

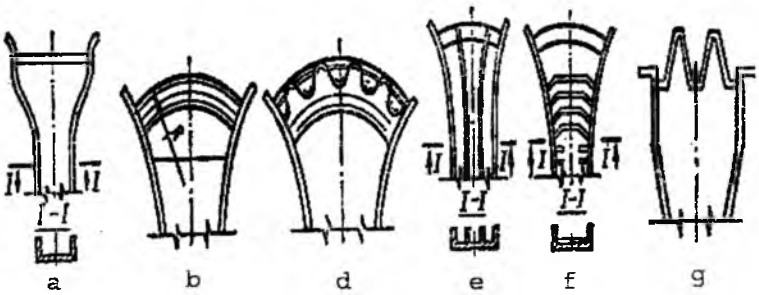
Vodosliv (kirish qism) beton yoki temir-betonli suv tashlovchi to'g'ondan tashkil topadi (12.5-rasm). Uni suv tashlash traktining to'g'ri chiziqli uchastkasida joylashtiriladi, chunki bu inshoot orqali to'g'on tanasiga ko'prik yordamida yo'l o'tkaziladi.

Maksimal dimlangan sath *MDS* va normal dimlangan sathlar *NDS* ayirmasi $N = \Delta MDS - \Delta NDS > 3m$ dan katta bo'lsa vodosliv ostonasi belgisi *NDS* da joylashtiriladi. Bu holda inshootda zatvorlar o'rnatilmaydi, vodosliv avtomatik tarzda ishlaydi. Agar $N = \Delta MDS - -\Delta NDS < 3m$ dan kichik bo'lsa, vodosliv ostonasi belgisi *NDS* dan pastda joylashtiriladi. Bu holda suv tashlovchi to'g'on zatvorlar bilan jihozlanadi, ularning balandligi 4...5 m oralig'ida qabul qilinadi.



12.5-rasm. **Suv tashlovchi to'g'on:**
1 – to'g'on o'qi; 2 – ko'prik; 3 – shpunt; 4 – ponur; 5 – suv urilma quduq; 6 – teskari filtr; 7 – risberma; 8–zatvor.

Suv omboridagi sath shakllanishi imkoniyatlari chegaralangan bo'lsa hamda stvorning topografik sharoitlari vodosliv ostonasi to'g'ri chiziqli frontini kerakli uzunlikka kengaytirishga imkon bo'lmasa, qirg'oqdagi suv tashlagich kirish qismiga planda egri chiziqli, poligonal va egri-bugri chiziqli (zigzag) shakl beriladi (12.6-rasm).



12.6-rasm. **Qirg'oqda joylashgan ochiq suv tashlagich kirish qismlari:**
a – torayuvchi to'g'ri chiziqli ostonali vodosliv bilan; b – doirasimon shakldagi ostona bilan; d – tepasi egri-bugrilik bilan; e – ajratuvchi devorli tezoqar tepasi egri chiziqli bilan; f – tepasi egri chiziqli torayuvchi va kuchaytirilgan g'adir-budurlik bilan; g – labirintli (chalkash-chulkash) ostonali vodosliv bilan.

Suv tashlash to'g'onning poydevor plitasi inshootning asosiy yuk ko'tarish elementlaridan biridir. U asosan monolit betondan quriladi. Poydevor uzunligi asoan uning ustiga joylashtiriladigan inshootlar uzunligiga tengdir. Poydevor qalinligi konstruktiv qabul qilinadi, so'ngra filtratsiya va statik hisoblar asosida aniqlashtiriladi.

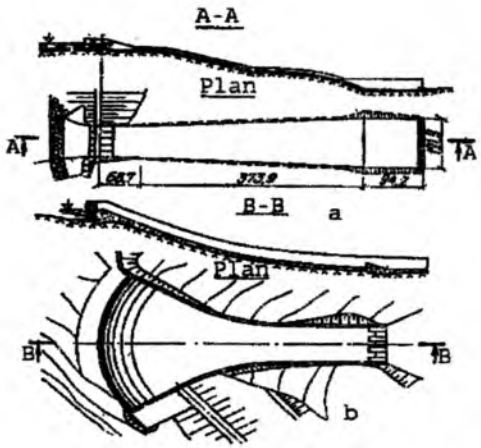
Inshoot kirish qismi kengligi gidravlik hisoblar asosida aniqlanadi.

Inshoot vodoslivi keng ostonali yoki amaliy profilli bo'lishi mumkin. Suv urilma vodoslivning hamma orallqlari uchun umumiy qabul qilinadi. Suv urilma chegarasida quduq o'rnatiladi, uning o'lchamlari gidravlik hisob asosida qabul qilinadi. Bundan tashqari suv urilma chegarasida boshqa so'ndirgichlarni ham o'rnatish mumkin.

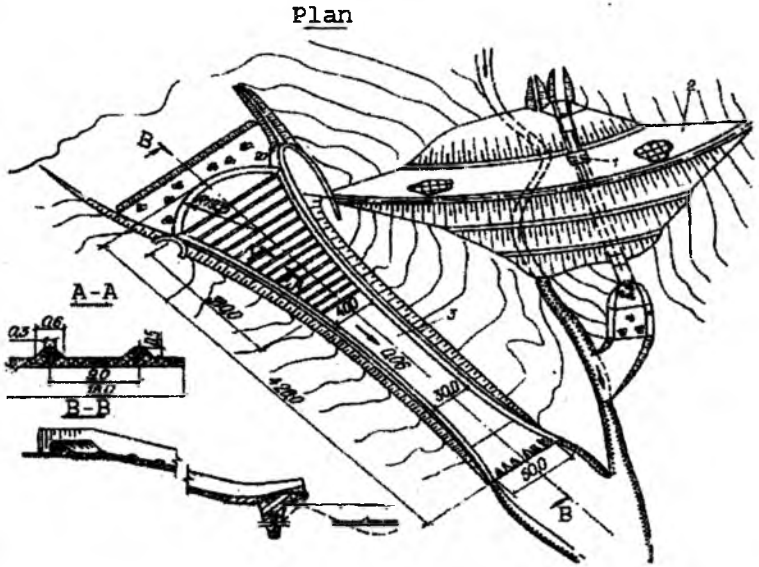
Oraliqdagi ketuvchi kanal tutashtiruvchi inshootga suv oqimini baravarlashtirib keltirish uchun xizmat qiladi. Uning uzunligi suv tashlash trakti trassasining topografik sharoitlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Kanal ko'ndalang kesim yuzasi trapetsiya shaklida bo'lib, tubining kengligi inshoot kengligiga teng qilib olinadi. Kanal tubi sath belgisi vodosliv ostonasi sath belgisidan pastda joylashtiriladi, chunki bu holda vodosliv keng ostonali vodosliv singari ishlaydi. Kanal tubi va qiyaliklari beton qoplama bilan mustahkamlanadi, uning qalinligini oqim tezligiga va geologik sharoitlarga ko'ra qabul qilinadi.

Tezoqar (tutashtiruvchi inshoot) nishabligi kritik nishablikdan katta bo'lgan kanaldir. Tezoqar nishabligi 0,05...0,25 va undan katta bo'lishi mumkin, masalan, mustahkam qoyali gruntlarda. Tezoqar tubining kengligi doimiy yoki uzunligi bo'ycha o'zgaruvchan (pastki tomonga qarab kamayadi yoki kengayadi) bo'lishi mumkin (12.7-rasm). Tezoqar kengligini o'zgarishi pastki befda energiya so'ndirish sharoitlaridan kelib chiqadi.

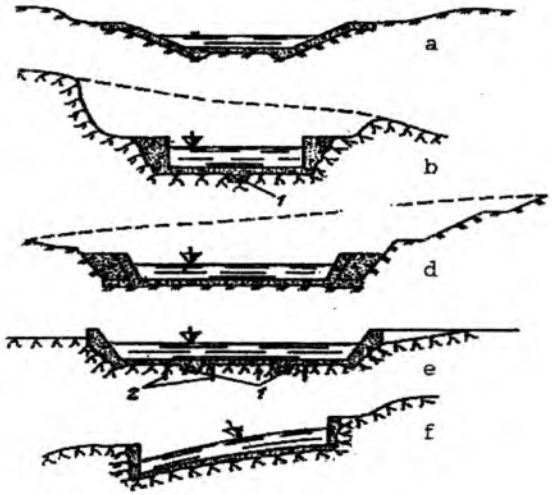
Tezoqarning xarakterli sxemasi 12.8-rasmda keltirilgan. Konstruktiv jihatdan tezoqarlar ko'ndalang kesimi to'g'ri burchakli, trapetsiyali yoki poligonal novlar ko'rinishida bo'ladi (12.9-rasm, a-e). Ularni qurishda beton va temir-beton ishlatiladi. Nov yon devorlar (tirgak devor) va plitadan tashkil topadi, yon devorlar bilan plitalar deformatsiya choklari bilan ajratiladi. O'lchamlari kichik devorli novlar monolit konstruksiyali qilib bajariladi. Qoyamas gruntlarda plita qalinligi 0,3...0,8 m oralig'ida qabul qilinadi. Nov uzunligi bo'yicha har 20...25 m dan so'ng deformatsiya choklari o'rnatiladi.



12.7-rasm. **Tezoqarlar:**
a – kengayuvchi (Ramchanga gidrouzeli, Indiya); b – torayuvchi, meksika turidagi.



12.8-rasm. **Qirg'oqda joylashgan Karlos Manuel de Sespendes suv tashlash gidrouzeli (Kuba,** $Q = 3600 \text{m}^3/s$**;):**
1 – suv chiqaruvchi inshoot; 2 – gruntli to'g'on; 3 – suv tashlash inshooti.

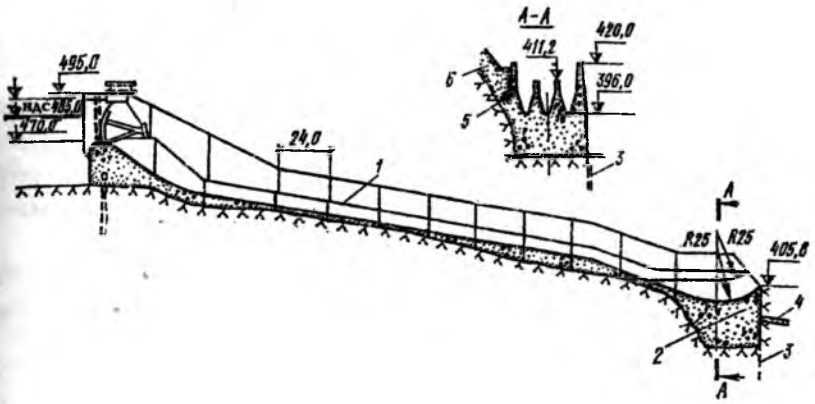


12.9-rasm. **Tezoqarlar ko'ndalang kesimi:**
a,d – qoyamas gruntda; b,e,f – qoyada; 1 – drenaj; 2 – ankerlar.

Mustahkam qoyali jinslarda qoplama bajarilmaydi. Kuchsiz qoyali va yarim qoyali jinslarda nov yon devorlari tikligi 1:0,3...1:0,5 qilib bajariladi, uning tubi va qiyaliklari qalinligi 0,2...0,3 m li ankerlangan beton qoplamasi bilan qoplanadi.

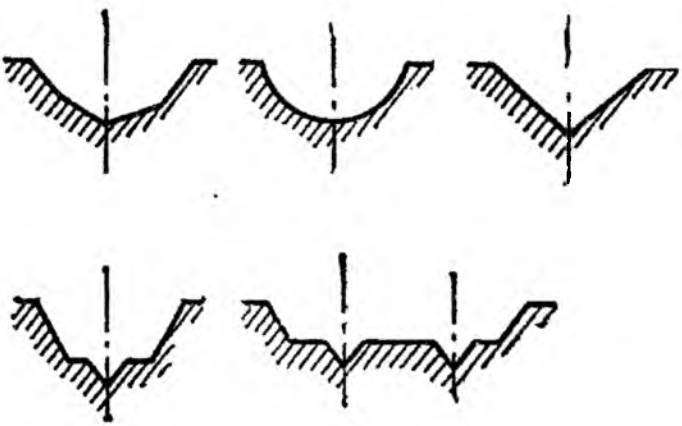
Odatda tezoqarlarga planda to'g'ri chiziqli ko'rinish beriladi, ammo ba'zi bir hollarda nisbatan uncha katta bo'lmagan sarflarda ular egri chiziqli bajariladi, bu nov shakliga jiddiy ta'sir qiladi. Bunda markazdan qochma kuch ta'siri sharoitlarida nov normal ishlashini ta'minlash uchun, novning qavariq tomonidagi devor botiq devorga nisbatan biroz balandroq qilib olinadi va uning tubiga ko'ndalang nishablik beriladi (12.9-rasm, f). Joyning murakkab relyef sharoitlarida planda egri chiziqli tezoqarlarni qo'llash ba'zida qurilish ishlari hajmini sezilarli darajada kamaytiradi.

Tubining kengligi katta tezoqarlarda hamda tubi gorizontal bo'lgan egri chiziqli uchastkalardagi tezoqarlarda oqimning turg'unligini oshirish va chuqurlikni tekisroq o'zgarishini ta'minlash uchun burilish joylarida ko'ndalang yo'nalishda ajratuvchi devorlar o'rnatiladi (12.10-rasm). To'g'ri chiziqli tezoqarlarda oqim turg'unligini yo'qot-



12.10-rasm. **Ajratuvchi devorli tezoqar:**
1 – ajratuvchi devor yuqorisi; 2 – tramplin; 3 – sementli to'siq parda; 4 – qalinligi 1 m li plita; 5 – drenaj; 6 – teskari ko'milgan grunt.

masligiga qarshi kurashish uchun to'lqinga qarshi ko'ndalang kesimlar qo'llaniladi (12.11-rasm), yoki oqim tezligini kamaytirish maqsadida nov uzunligining bir qismiga sun'iy g'adur-budurlik o'rnatiladi (12.8-rasmga qarang).



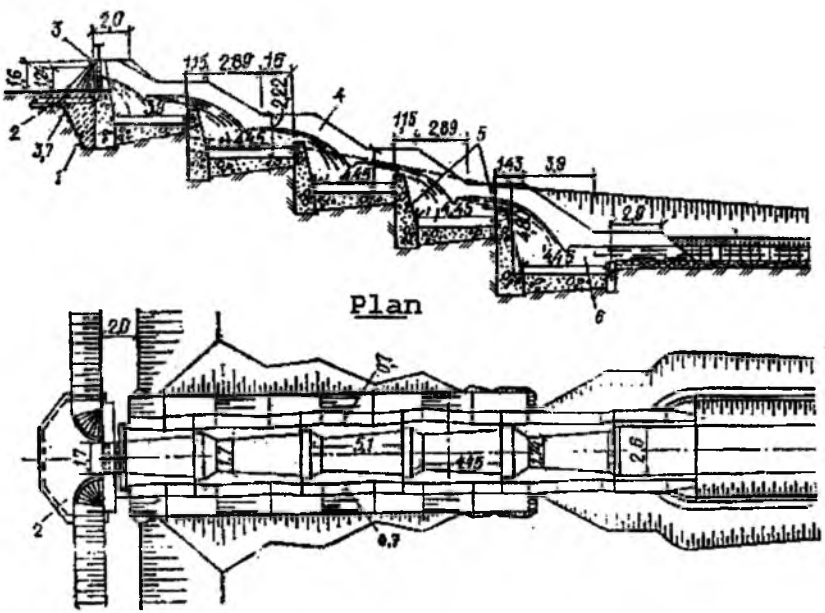
12.11-rasm. **To'lqinga qarshi tezoqar ko'ndalang kesimlari.**

Tezoqar trassasida filtratsiya oqimi depressiya yuzasining yuqori holatida plita ostida va uning devorlari orqasida drenaj o'rnatiladi. Bu yerda quvurli drenaj o'rnatish maqsadga muvofiqdir.

Qoyamas gruntlarda tezoqarni pastki bef bilan suv urilma quduq yoki suv urilma devor yordamida tutashtiriladi. Qoyali gruntlarda oqimning yuqori tezliklarida tezoqar oxirida oqimning bir yerga to'playdigan tramplinlar va kamdan-kam oqimni tarqatib yuboradigan tramplinlar qo'llaniladi.

Tezoqarlarni va energiya so'ndirgichlarni gidravlik hisobi tezoqarlar katta tezliklarida suvning aeratsiyasini oqim chuqurligiga ta'sirini hisobga olib 5.3.6 paragraflarda bayon etilgan uslub bo'yicha bajariladi.

Ko'p pog'onali sharsharalar yer relyefi nishabligi katta $(i \geq 0{,}25)$ joylarda va solishtirma suv sarflari uncha katta bo'lmaganda ($15 m^3/s$ gacha) qo'llaniladi. Ko'p pog'onali sharshara suv urilma qudug'ining o'lchamlari bir xil bo'lgan, ko'ndalang va bo'ylama devorlar hosil qilgan pog'onalar shaklida bajariladi (12.12-rasm). Quduq o'lchamlari



12.12-rasm. **Ko'p pog'onali sharshara:**
1 – gilli beton; 2 – ponur; 3 – yassi zatvor; 4 – bo'ylama devor; 5 – suv urilma devor; 6 – suv urilma quduq.

va uning suv urilma devori balandligini oqim energiyasi to'liq so'ndirish sharoitidan kelib chiqqan holda gidravlik hisob ma'lumotlari asosida qabul qilinadi (5.3.6.paragrafga qarang).

Pog'onalar balandligi 4...6 m oralig'ida qabul qilinadi. Pog'ona uzunligini undagi sathlar farqi balandligini ikki baravaridan kam qabul qilinmaydi. Suv energiyasini to'liq so'ndirish maqsadida suv urilma qudug'i tubiga teskari nishablik beriladi. Ko'p pog'onali sharsharada suvning oqim tezligi taxminan 2–3 m/s ni tashkil etadi.

Qoyamas va yarim qoyali gruntlarda bo'ylama va ko'ndalang devorlar suv urilma plitadan vertikal choklar bilan ajratiladi. Choklar ularning alohida cho'kishini ta'minlaydi. Hamma choklarda filtratsiyaga qarshi zichlagichlar o'rnatiladi. Qoyali gruntlardagi sharsharalar quduqlarida ko'pincha suv urilma plitalar o'rnatilmaydi.

Suv urilma plita o'lchamlari, bo'ylama va ko'ndalang devorlar ustuvorlik hisoblari asosida qabul qilinadi. Ularning taxminiy qalinligini gruntning xossalariga va quduqning balandiligiga ko'ra 12.1-jadvaldan qabul qilinadi.

12.1-jadval

Sharshara elementlarining nomlanishi	O'lchami, m
Suv urilma plitalar	0,5...1,0
Bo'ylama devorlar:	
yuqorisi bo'yicha	0,3...0,7
pasti bo'yicha	1,0...2,0
Suv urilma devorlar:	
yuqorisi bo'yicha	0,5...0,7
pasti bo'yicha	1,2...2,0

Qoyali jinslarda qalinligi 0,3...0,4 m li qoplama bilan tekislanadi.

Ketuvchi kanal kengligini tutashtiruvchi inshoot kengligiga teng qilib olinadi. Kanalning qiyaliklari va tubi tashlama kanal qoplamasi singari beton qoplama bilan mustahkamlanadi. Ketuvchi kanal tutashtiruvchi inshoot kengligidan gruntni yuvilishga yo'l qo'yiladigan tezlikni aniqlovchi kenglikkacha o'zgaruvchan kenglikda loyihalanadi. Bu holda birinchi uchastka betonlanadi, ikkinchisi esa mustahkamlanmaydigan qilib bajariladi.

12.2.2. Xandaqli suv tashlagichlar

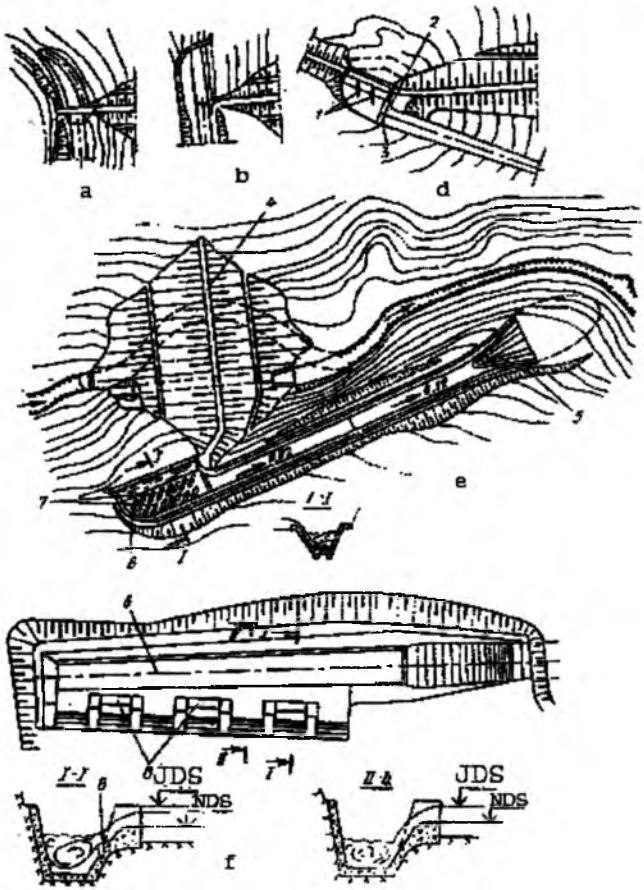
Bunday turdagi suv tashlagichlar vodoslivi frontining bosh qismi gidrouzel yuqori befga chiqarilib suv ombori havzasi qirg'og'i chizig'i bo'ylab joylashtiriladi.

Xandaqli suv tashlagich tarkibiga quyidagi inshootlar kiradi (12.13-rasm): 1) keng ostonali yoki amaliy profilli vodosliv ko'rinishidagi vodoslivli qism; 2) xandaq, vodosliv orqali tashlanadigan suv unga tushadi; 3) ketuvchi kanal va muvofiq energiya so'ndiruvchi qurilmali tezoqar, sharshara yoki tramplin ko'rinishidagi tutashtiruvchi inshoot.

Vodosliv. Xandaqli suv tashlagichlar vodoslivi boshqariladigan va boshqarilmaydigan (avtomatik) bo'lishi mumkin. Boshqariladigan vodoslivda zatvorlar o'rnatilib yuqori befdagi suv sathi NDS da ushlab turiladi, avtomatik vodosliv tepasi NDS da o'rnatiladi. Boshqariladigan vodoslivlar inshoot ostonasiga ta'sir qiluvchi bosim 8 m, suv sarfi 8000 m^3/s gacha, avtomatik holda jadallashgan suv sathi qiymati 2 m dan yuqori bo'lmaganda 600 m^3/s suv sarfini o'tkazishda qo'llaniladi. Vodosliv tepasi odatda xandaqqa parallel joylashtiriladi. Xandaqli suv tashlovchi inshoot vodoslivini qirg'oqqa joylashtirish nisbatan oddiy. Avtomatik tarzda ishlaydigan vodosliv flutbeti tekis yoki amaliy profilli vodosliv ko'rinishida bo'ladi.

Xandaq uzunligi bo'yicha tubi va chuqurligi o'zgaruvchi kanaldir. Xandaqli suv tashlagichlar asosan qirg'oqlari tik bo'lgan qoyali va yarim qoyali jinslardan tashkil topgan, frontal suv tashlagichlarni joylashtirish qiyin bo'lgan stvorlarda qo'llaniladi. Qoyali gruntlarda xandaqning vodosliv tomonidagi qiyaligi esa 1:0,5 ga teng bo'ladi. Xandaqqa jo'shqin oqimning dinamik ta'sirini hisobga olib, mustahkam qoyali jinslarda uning tubi va qiyaliklari qoyaga qalinligi 0,7...1,2 m li plitalarni ankerlab qoplanadi. Xandaqning beton plitasidagi filtratsiya bosimini olib tashlash uchun uning ostida quvurli drenaj o'rnatiladi. Xandaq murakkab gidravlik sxema bo'yicha ishlaydi, yani uning uzunligi bo'yicha suv sarfi o'zgaruvchan bo'ladi va unda oqim vinsimon harakat qiladi, bu esa oqimning tartibga va xandaqning suv o'tkazish qobiliyatiga salbiy ta'sir etadi. Xandaqda vinsimon harakatga yo'l qo'ymaslik uchun va ketuvchi kanal kengligi bo'yicha suv sarfini tekisroq tarqalishini ta'minlash uchun planda egri chiziqli oraliq devorlar (12.13-rasm, d), planda transheya tu-

bidagi qiyshiq ostona (12.3-rasm, e), oqimni qarma-qarshi tomonga oraliq orqali o'tayotganda aylanma harakat beruvchi va ushbu har bir oraliq bilan almashinuvchi vodosliv tranplinlari (12.3-rasm, f) va boshqalar qo'llaniladi.



12.13-rasm. **Xandaqli suv tashlagichlar:**
a,b,d – kirish qismini joylashish variantlari; e,f – xandaqli mos ravishda qiyshiq ostonali va almashinuvchi vodoslivlar uch qismi; 1 – orqa qismi egri chiziqli oraliq devorlar; 2 – silliqlangan shakldagi devor; 3 – ostona; 4 – to'g'on; 5 – tramplin; 6 – xandaqli suv tashlagich; 7 – planda egri chiziqli tubdagi ostonalar.

Xandaqning dastlabki o'lchamlari hisob bo'yicha aniqlanadi, yakuniysi esa modeldagi tadqiqot natijalari bo'yicha qabul qilinadi.

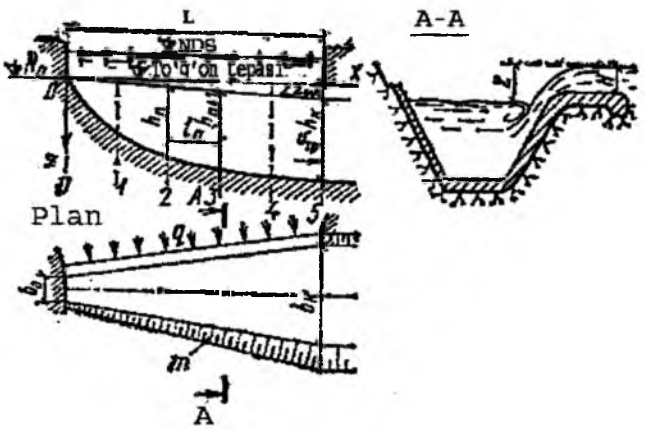
Xandaqli suv tashlagich gidravlik hisobi bo'yicha vodosliv uzunligi, xandaqning o'lchamlari va tutashtiruvchi inshoot elementlarining o'lchamlari aniqlanadi. Vodosliv va tutashtiruvchi inshoot hisoblarini asosida sarf Q_h va vodosliv ostonasidagi yo'l qo'yiladigan bosim H qiymatlari asosida 5.3.6 paragrafda bayon etilgan uslub bo'yicha bajariladi. Xandaqning gidravlik hisobi har xil uslublar bilan bajariladi, ulardan keng qo'llaniladigan chegaraviy farqlar uslubidir. Bunda xandaq uzunligi bir nechta alohida uchastkalarga bo'linadi va har bir uchastka uchun sarf va qabul qilingan xandaq tubining kengligi bo'yicha inshoot va oqimning parametrlari aniqlanadi (12.14-rasm).

Hisobni xandaq tubi va qiyaliklari qoplamalari materialiga yo'l qo'yiladigan o'zgarmaydigan tezlik bo'yicha quyidagi tartibda olib boriladi:

1) o'zani beton plitalar bilan mustahkamlangan xandaqdagi oqimning o'rtacha yo'l qo'yiladigan tezligini quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\vartheta_{xan} = 0{,}95\sqrt{2qZ}\,, \qquad (12.3)$$

bunda Z – yuqori bef va xandaqdagi suv sathlari farqi;



12.14-rasm. **Uzunligi bo'yicha doimiy tezlikka ega bo'lgan xandaqning gidravlik hisobi sxemalari:**
1,2,3,4,5 – uzunlik bo'yicha hisobiy kesim raqamlari.

2) har bir hisobiy kesim uchun oqimning zarur bo'lgan jonli kesim yuzasi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega_n = Q_{x,n} / \vartheta_{xan}, \tag{12.4}$$

bunda $Q_{x,n}$ – qaralayotgan kesimdagi suv sarfi:

$$Q_{x,n} = mx_n\sqrt{2g}H^{3/2}, \tag{12.5}$$

bunda, m – sarf koeffitsiyenti; x_n – xandaq boshidan qaralayotgan kesimgacha bo'lgan masofa;

3) kesim boshidagi va oxiridagi xandaq tubining kengligini b_0 va b_k qabul qilib, har bir kesim uchun xandaq tubining kengligi va oqim chuqurligi quyidagi formulalardan hisoblanadi:

$$b_n = b_0 + (b_к - b_0)x_n / L; \tag{12.6}$$

$$h_n = \frac{1}{2m}\left(\sqrt{b_n^2 + 4m\omega_n} - b_n\right), \tag{12.7}$$

bunda m – yon devorlarning qiyalik koeffitsiyenti;

4) har bir kesim uchun gidravlik radius quyidagi formuladan hisoblanadi

$$R_n = \omega_n / \left(b_n + 2h_n\sqrt{1+m^2}\right); \tag{12.8}$$

5) kesimlardagi gidravlik nishablik va kesimlar orasidagi uning o'rtacha qiymati quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$J_n = \vartheta_{xan}^2 n^2 / R_n^{4/3}; \tag{12.9}$$

$$J_{o'r} = (J_n + J_{n+1})/2; \tag{12.10}$$

bunda n – g'adir-budurlik koeffitsiyentini, betonli xandaqlar uchun $n = 0{,}02$;

6) kesimlar orasidagi bosim yo'qolish quyidagicha aniqlanadi

$$Z_\omega = J_{o'r} l_n, \tag{12.11}$$

bunda l_n – kesimlar orasidagi masofa;

7) har bir kesimda oqim va xandaq tubining sathlari quyidagicha hisoblanadi:

$$\left.\begin{aligned} N_n &= N_0 - \Sigma Z_\omega; \\ N_D &= N_n - h_n; \end{aligned}\right\} \tag{12.12}$$

bunda N_0 – boshlang'ich kesimdagi xandaq tubining sathi.

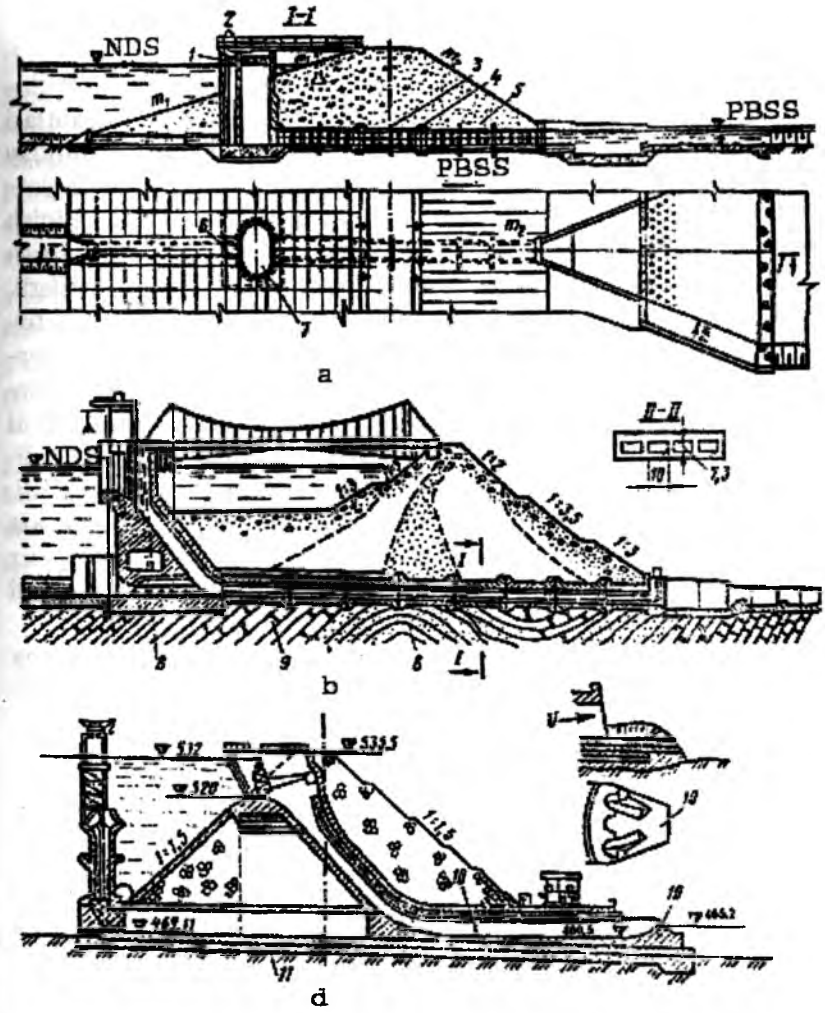
12.3. Qirg'oqda joylashgan yopiq suv tashlagichlar

Yopiq suv tashlagichlar qoyali siqilgan stvorlarda barpo etiladigan o'rta va yuqori bosimli gidrouzellarning asosiy inshootlari tarkibida joylashtiriladi. Yer osti quvurlari yoki tunnellari orqali qurilish suvlarini o'tkazish hisobiga ularning qo'llanilish ustidan suv o'tkazmaydigan gruntli yoki betonli to'g'onlarni barpo etish ishlarni keng ko'lamda olib borishga imkon beradi hamda bu sharoitlarda qimmat bo'lgan qirg'oqqa ochiq joylashtiriladigan suv tashlagichlar o'rniga arzonroq bo'lgan yopiq suv tashlagichlarni qo'llash mumkin.

12.3.1. Quvurli-minorali suv tashlagichlar

Ba'zi hollarda yopiq suv tashlagichlarni bevosita ustidan suv o'tkazmaydigan gruntli to'g'on tanasida joylashtiriladigan quvurli-minorali qilib bajariladi (12.15-rasm). Uncha katta bo'lgan suv sarflarda va bosim bir necha metr bo'lganda bunday suv tashlagichlarning oddiy konstruksiyalari qo'llaniladi. Bunda ko'ndalang kesimi doimiy bo'lgan minora va o'zgaruvchan gidravlik rejimda ishlashga ruxsat etiladigan suv tashlagich kiradi (12.15-rasm, a). Bunday suv tashlagichlarning har xil konstruksiyalari bir qator meliorativ gidrouzellarda keng qo'llanilgan. Katta bosimlarda katta suv sarflarini o'tkazish uchun qurilgan Mingechaur (Rossiya) va Iril Emda (Jazoir) gidrouzellar suv tashlagichlari kiradi (12.15-rasm, b, d). Bu suv tashlagichlar bosimsiz tartibda ishlash uchun loyihalangan.

Qaralayotgan turdagi inshootlarda quvurlar seksiyalari oralig'idagi va ehtimoli bo'lgan notekis cho'kishni hisobga olib minora va quvur oralig'idagi deformatsiya choklarini zichlashni ta'minlash muhim ahamiyatga ega. Betonli quvurlar tabiiy yoki ko'tarma grunt bilan tutashgan tekisliklarida kontaktli filtratsiya uchun yo'llar hosil bo'lmaslikka hamma choralar ko'rilishi zarur, u xavfli filtratsiya deformatsiyalarini hosil qiladi. Bunga yo'l qo'ymaslik uchun quvurlar tutashgan joylarda vertikal elementlar quriladi (12.15-rasm, b) hamda maxsus diafragmalar o'rnatiladi (12.15-rasm, a).



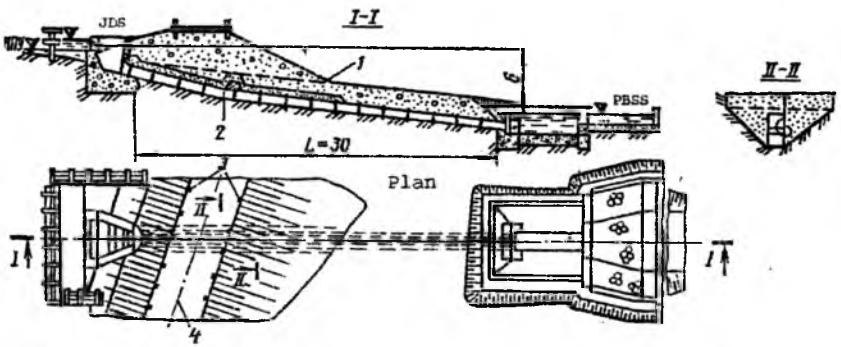
12.15-rasm. **Quvurli-minorali suv tashlagichlar:**
a – uncha katta bo'lmagan sarflar va bosimlar uchun (námunaviy loyiha); b – Mingechaur gidrouzeli (Rossiya); d – Iril Emda gidrouzeli (Jazoir); 1 – suvda oqib keluvchi jismlarni ushlovchi panjara; 2 – ko'targich; 3 – temir-betonli diafragma; 4 – deformatsiya choki; 5 – gidroizolatsiya; 6 – zatvorlar kamerasi; 7 – shaxta; 8 – gil; 9 – qumtosh; 10 – tramplin; 11 – kuchsiz slanslar.

12.3.2. Quvurli-cho'michsimon suv tashlagichlar

Ular kirish qismi cho'mich shaklida bo'lgan yopiq suv tashlagichlarga kiradi. Bunday suv tashlagichlarning ishlash sharoitlari xandaqli suv tashlagichlarga o'xshash bo'ladi (12.16-rasm). Bunday inshootlarning asosiy qismlariga kirish kallagi va tabiiy gruntda yotqizilgan quvur kiradi. Quvurdan suv oqimi chiqish joyida chiqish kallagi o'rnatiladi, undan keyin esa kinetik energiyani so'ndirish uchun suv urilma quduq yoki boshqa turdagi so'ndirgich o'rnatiladi.

Kirish kallagi cho'mich ko'rinishida bo'lib, unga suv uch tomondan olinadi. Kirish kallagi quvur bilan o'tish uchastkasi yordamida birlashtiriladi. O'tish uchastkasi kirish kallagining to'g'ri burchakli kesimidan quvurning doiraviy kesim yuzasiga ravon o'tishini ta'minlaydi. Zavodda ishlab chiqilgan doiraviy quvurlar qo'llaniladi. Quvur uzunligi bo'yicha filtratsiyaga qarshi diafragmalar o'rnatiladi. Kallagi vakuumli va vakuumsiz bo'lgan bosimsiz va bosimli rejimda ishlaydigan cho'michsimon suv tashlagichlar mavjud. Bosimsiz cho'michsimon suv tashlagichlarda cho'mich qirrasini siniq chiziqli bajarilib uzaytiriladi, bu esa suv qo'yilish frontini oshiradi.

Cho'michsimon suv tashlagich bosimli rejimda ishlaydi, uning gidravlik hisobi (5.32), (5.33) formulalar bo'yicha olib boriladi. Kirish kallagi o'lchamlari (vodosliv fronti) ni oqim ko'milib va ko'milmay o'tadigan vodosliv formulalarida aniqlanadi.

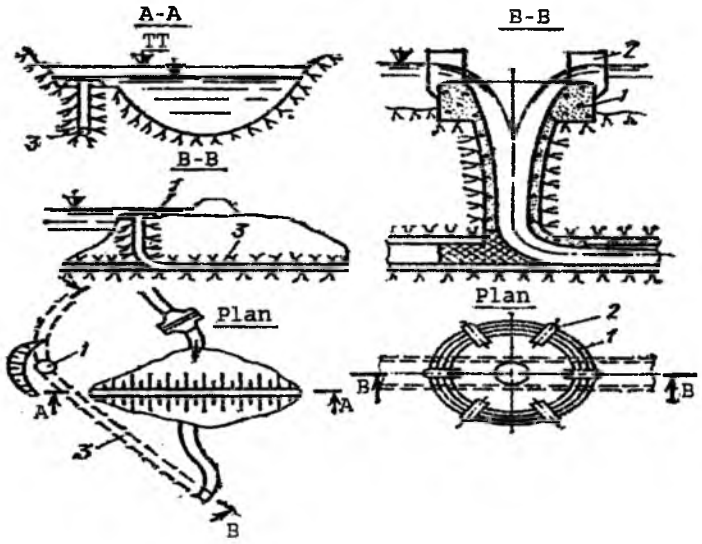


12-16-rasm. **Quvurli cho'michsimon suv tashlagich:**
1 – yer sathi; 2 – temir-betonli quvurlar; 3 – yo'l chetidagi to'siqlar; 4 – to'g'on o'qi.

12.3.3. Shaxtali suv tashlagichlar

Qo'llanish shartlari. Shaxtali suv tashlagichlar to'g'ondan tashqarida, sohilda qurilib, yuza joylashgan doiraviy vodoslivdan, vertikal yoki biroz yotiqroq shaxtadan va tunnel yoki galereya ko'rinishidagi suv o'tkazuvchi traktdan tashkil topadi (12.17-rasm). Suv tashlagich shaxtasi ko'ndalang kesimi doiraviy va to'liq qazilgan qoyada joylashtiriladi. Ba'zi bir alohida hollarda noqulay topografik va geologik sharoitlarda shaxtani joylashtirishda uning yuqori qismi minora ko'rinishida bajariladi. Suv o'tkazuvchi trakt sifatida qurilish tunneli yoki galereyadan foydalaniladi, ular bilan shaxta tutashtiriladi. Odatda shaxtali suv tashlagichlarni qoyali zaminlarda o'rta va yuqori bosimli gidrouzellarda barpo etiladi. Bu turdagi suv tashlagichlar bilan 5000 m^3/s gacha sarfni tashlash mumkin.

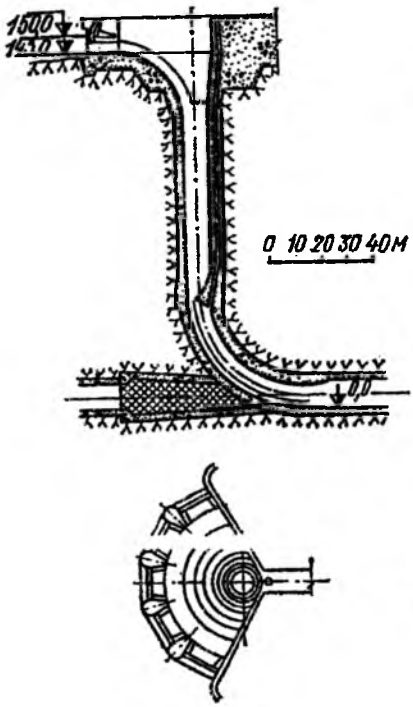
Ishlash sharoiti bo'yicha shaxtali suv tashlagichlar boshqariladigan (tepasida zatvor bilan) va avtomatik tarzda ishlaydigan turlarga bo'linadi. Boshqariladigan shaxtali suv tashlagichlarda yuqori befdagi NDS ni vodosliv uzunligi bo'yicha radial joylashgan, oraliq devorlarga tayanadigan zatvorlar yordamida ushlab turiladi. Avtomatik



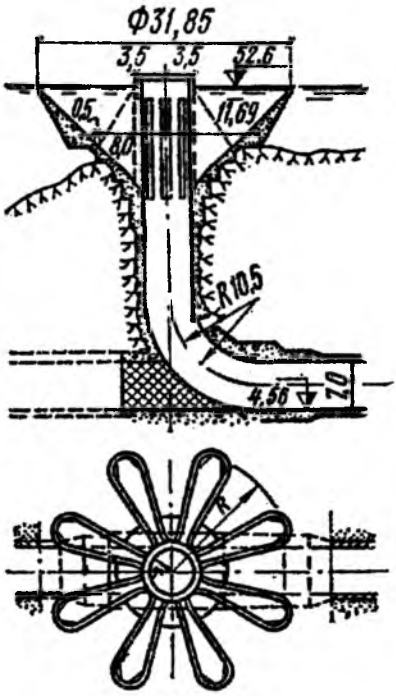
12.17-rasm. **Doiraviy vodoslivli shaxtali suv tashlagich va uni gidrouzelda joylashtirish:**
1 – doiraviy vodosliv; 2 – oqimni yo'naltiruvchi oraliq devorlar; 3 – tunnel.

ishlaydigan shaxtali suv tashlagichlarning vodosliv tepasi NDS da joylashtiriladi. Bunday suv tashlagichlar yuqori befda suv sathi o'zgaruvchan bo'lganda qo'llaniladi. Boshqariladigan suv tashlagichlar sarf 600–700 m^3/s dan yuqori bo'lganda qo'llaniladi. Ularning vodosliv tepasidagi bosim 5–6 m gacha bo'lganda yo'l qo'yiladi. Avtomatik ishlaydigan suv tashlagichlar bosim 2 m dan katta bo'lmaganda va faqat kichik sarflarni tashlashda qo'llaniladi.

Vodosliv tepasi ko'rinishi planda joylashuvi bo'yicha doiraviy (12.17-rasmga qarang), to'liq bo'lmagan doiraviy (12.18-rasm) va gulbargsimon (12.19-rasm) turlarga bo'linadi. Konstruktiv tuzilishi va ishlash sharoiti bo'yicha doiraviy va to'liq bo'lmagan doiraviy vodoslivlar voronkaning bir xil radiuslarida vodosliv uzunligi bo'yicha farqlanadi.



12.18-rasm. **To'liq bo'lmagan doiraviy vodoslivli shaxtali suv tashlagich.**

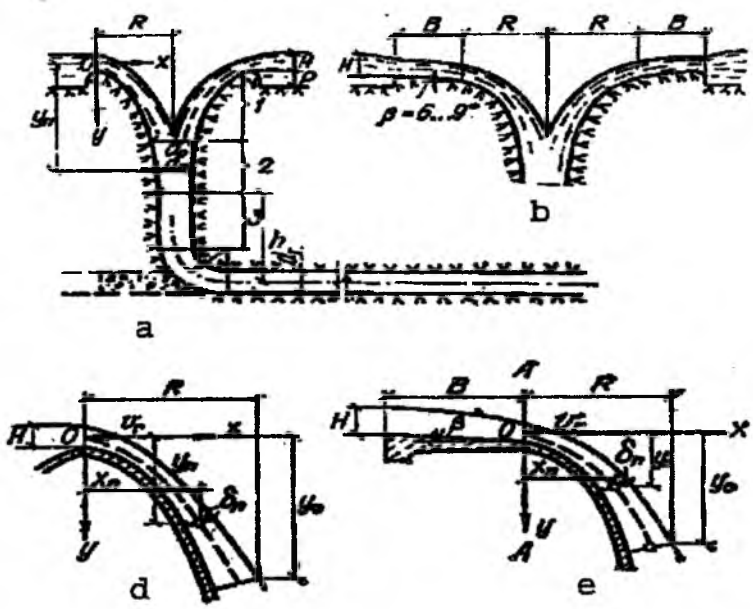


12.19-rasm. **Gulbargsimon vodoslivli shaxtali suv tashlagich.**

Doiraviy vodoslivli shaxtali suv tashlagichlar. Doiraviy va to'liq bo'lmagan doiraviy vodoslivlar odatda vakuumli yoki vakuumsiz ko'rinishda amaliy grafilli (12.20-rasm, a) yoki keng ostonali (12.20-rasm, b) qilib bajariladi. Keng ostonali vodoslivning tepasi tekis gorizontal yoki 6...90 burchak ostida voronkaga yo'nalgan konusli bo'ladi. Tepa qism kengligi vodoslivning umumiy o'lchamlari va zatvor turlari bo'yicha aniqlanadi. Tepaning tekis kengligi $3{,}5H \le B \le \le(0{,}4...0{,}5)R$ oralig'ida qabul qilinadi, bunda H – vodoslivdagi bosim; R – suv tashlagichning kirish voronkasi radiusi.

Vodosliv sarf koeffitsiyenti quyidagi formulalardan aniqlanadi.

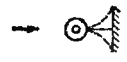
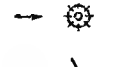
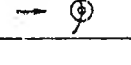
$$m_p = \sigma_{\Pi} m , \qquad (12.13)$$



12.20-rasm. **Doiraviy vodoslivli shaxtali suv tashlagichlar hisobiy sxemalari:**

1 – voronka; 2 – o'tish uchastkasi; 3 – doimiy kesimli shaxta.

Tuzatish koeffitsiyenti $\sigma_п$ ning qiymatlari

Girdobga qarshi konstruksiyalar turi	$l/(2R)$ bo'lganda $\sigma_п$ ning qiymati	
	4	8
	0,91...0,93	0,93...0,94
	0,97...0,98	0,98...0,99
	0,96...0,99	0,97...1,0
	1,0	1,0

bunda $\sigma_п$ – tuzatish koeffitsiyenti, girdobga qarshi konstruksiya turiga va $l/(2R)$ nisbatiga bog'liq, l – qirg'oqdagi kovlama uzunligi (12.2-jadval); m – sarf koeffitsiyenti; amaliy profilli vodoslivlar uchun taxminan $m = 0{,}44...0{,}48$, keng ostonali vodoslivlar uchun $m = 0{,}36...0{,}38$.

Shaxtali suv tashlagich sirtiga parabolik va juda kam hollarda tuzilishi vakuum profilli bo'lganda elleptik shakl beriladi.

Vodosliv voronkasining quyilish qirrasi pastga tomon toraygan konusli uchastka yordamida tutashtirilgan (12.20-rasm, a ga qarang). Torayish darajasi suvning erkin tushishida oqimning uzluksizligini buzilishiga yo'l qo'ymaslik sharti asosida belgilanadi.

Doiraviy vodosliv gidravlik hisobi A.N. Axutin uslubi bo'yicha olib boriladi.

Doiraviy vodosliv voronkasi radiusi quyidagi formulalardan aniqlanadi:

a) tepa qismda oraliq devorlar bo'lmaganda:

$$R = Q/2\pi m_p \sqrt{2g} H_0^{3/2}; \qquad (12.14)$$

b) tepa qismda oraliq devorlar bo'lganda:

$$R = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{Q}{\varepsilon m_s \sqrt{2g} H_0^{3/2}} + nd\right) \qquad (12.15)$$

bunda m_s – sarf koeffitsiyenti; $H_0 = H + \vartheta_0^2/(2g)$ (bunda H_0 – voronka tepasidagi bosim); ε – siqilish koeffitsiyenti, o'rtacha 0,9 ga teng; n – oraliq devorlar soni; d – oraliq devor qalinligi.

Parobolik profildagi voronka shakli yupqa devorli vodoslivdan qo'yiladigan jilg'aning pastki chegarasi shakli bo'yicha quriladi. Oqimning markaziy o'qi traektoriyasi quyidagi tenglamalardan hisoblanadi:

a) amaliy profilli vodosliv uchun (12.20-rasm, d).

$$y_n = gx_n^2 / 2\vartheta_\Gamma^2 \qquad (12.16)$$

bunda: ϑ_Γ – tepa qismdagi o'rtacha tezlik, quyidagiga teng

$$\vartheta_\Gamma = Q/2\pi R \cdot 0{,}75H \qquad (12.17)$$

b) keng ostonali vodosliv uchun (12.20-rasm, e)

$$y_n = gx_n^2 / 2\vartheta_\Gamma^2 \cos\beta + x_n tg\beta\,, \qquad (12.18)$$

bunda: ϑ_Γ – ostona oxiridagi o'rtacha tezlik (A-A kesim uchun), quyidagiga teng

$$\vartheta_\Gamma = Q/2\pi R \cdot 0{,}65H \qquad (12.19)$$

bunda: β – vodosliv yuzasini gorizontga og'ish burchagi.

Voronkaning ixtiyoriy nuqtasidagi oqimning o'rtacha tezligi ϑ_n ni va jilg'aning qalinligi δ_n ni quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\vartheta_n = \sqrt{\vartheta_\Gamma^2 + 2gy_n + 2\vartheta_\Gamma \sin\beta\sqrt{2gy_n}}\,; \qquad (12.20)$$

$$\delta_n = Q/2\pi(R - x_n)\vartheta_n\,, \qquad (12.21)$$

bunda ϑ_Γ – vodosliv tepasidagi o'rtacha tezlik, (12.17) yoki (12.19) ifodalaridan aniqlanadi.

Oqim o'qiga uning qalinligini yarmi $\delta_n/2$ ni normal chiziq bo'yicha qo'yib, voronkaning shakli quriladi.

Voronka va doimiy kesimli shaxta orasidagi o'tish uchastkasining diametri (tunnel kesimiga teng) quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$d_{\Pi} = \sqrt{4Q/\pi\vartheta_{\Pi}}\,, \qquad (12.22)$$

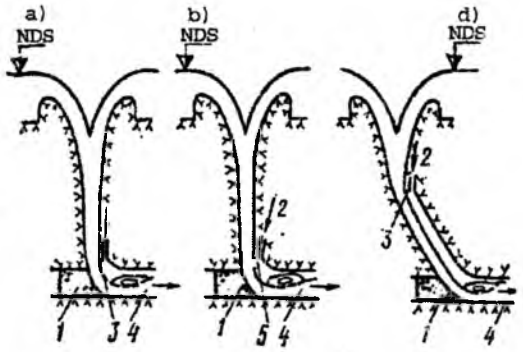
bunda: $\vartheta_{\Pi} = 0{,}98\sqrt{2gy_{\Pi}}$.

Ketuvchi tunnelning diametri inshootni ekspluatatsiya qilish davrida ham va qurilish suvlarini o'tkazishda ham uning normal ishlashini ta'minlash sharti bo'yicha tanlandi. Tunnellar bosimli va bosimsiz rejimda ishlashi kerak. Bosimsiz tunnellarning qoplamalarini kavitatsiya eroziyasiga yo'l qo'ymaslik sharti asosida, ularni yuqori bosimli yirik suv tashlagichlarda qo'llaniladi.

Bosimli rejimda shaxta va ketuvchi kanal o'lchamlari qoplama uchun yo'l qo'yiladigan tezlikni hisobga olib, shaxtaning silindrik uchastkasi boshidan hisoblanadigan hisobiy sarf va bosim *h* uchun aniqlanadi. Inshootdan hisobiy sarflar o'tkazilganda vertikal shaxta va ketuvchi tunnel normal bosimli rejimda ishlaydi. Toshqin suvlar kamaygan paytda, hisobiydan kichik sarflarda o'tuvchi uchastka bilan shaxta tutashgan joyda hamda shaxta burilish joyining yuqori sirtida vakuum paydo bo'ladi. Bu yerda, bundan tashqari, ketuvchi tunnelda oqimning noqulay noturg'un rejimlari hosil bo'lishi mumkin. Vaqt bo'yicha o'zgaradigan sarflarda yuqorida keltirilgan kamchiliklarni bartaraf etish uchun vertikal shaxtali tashlagichga o'zgaruvchan kesim (12.21-rasm, a) beriladi va uning burilish joyiga yaqinlashishda vakuumga qarshi havo yetkazadigan pog'ona (12.21-rasm, b) o'rnatiladi. Bu hollarda ketuvchi tunnel bosimsiz rejimda ishlaydigan qilib loyihalanadi. Qiya shaxta o'rnatilganda (12.21-rasm, d) shaxtaning burilish zonalariga pog'ona va havo yetkazuvchi qurilmalar joylashtiriladi, uning qiya qismida ketuvchi tunnel singari bosimsiz rejim ta'minlanadi. Bosimsiz rejimda ishlaydigan ketuvchi tunnelning etak qismi portaldan oqimni katta masofaga otuvchi tramplin ko'rinishida bajariladi. Faqat oqimni pastki bef bilan tubdagi rejimda tutashtirishda u yoki bu turdagi so'ndirgichlar qo'llaniladi.

Gulbargsimon vodoslivli shaxtali suv tashlagichlar. Bunday turdagi vodoslivlar shaxta parametri bo'yicha radial joylashgan shakli va o'lchamlari bir xil bo'lgan bir qator novlar (gulbarglar) ko'rinishida bo'ladi (12.19-rasmga qarang). Bunday novning yuqori qirrasi NDS da joylashtiriladi va yupqa devorli vodoslivni ifoda etadi.

Olti-yetti novli gulbargsimon vodosliv uzunligi doiraviy vodosliv uzunligidan 2...2,5 barobar katta, bu esa yuqori befdagi suv



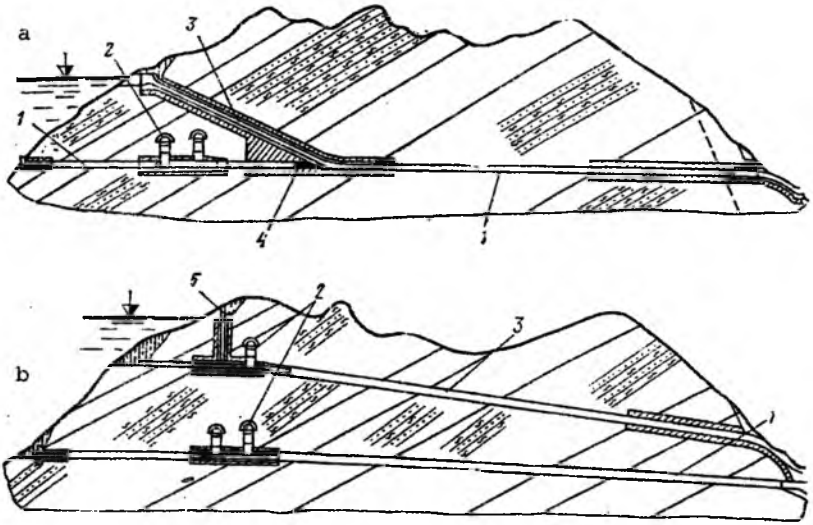
12.21-rasm. **Vakuumga qarshi havo yuboruvchi va pog'onali vertikal shaxtalar ko'rinishi sxemalari:**
a – o'zgaruvchan kesimli shaxta; b – doimiy kesimli shaxta; d – qiya shaxta; 1 – betonli tiqin; 2 – havo yetkazish; 3 – pog'ona; 4 – tunnel; 5 – tramplin.

sathini kichik ko'tarilishida shaxtali suv tashlagichga sarfni tashlashga imkon yaratadi.

Inshootning o'lchamlari – uning tashqi R va ichki r radiuslari hamda gulbarglarning soni va shakli berilgan sarf va suv omboridagi yo'l qo'yiladigan jadallashgan sath bo'yicha aniqlanadi. Alohida novlar (gulbarglar) kengligi va ular orasidagi masofa suvni ravon kelishini va dimlanish hosil bo'lmasdan vodosliv tepasidan erkin quyilishini ta'minlash kerak.

12.3.4. Tunnelli suv tashlagichlar

Tunnelli suv tashlagichlar suv qabul qilgich va suv o'tkazuvchi trakt vazifasini bajaruvchi tunneldan tashkil topadi. Tunnelli suv tashlagichlar qoyali zaminlarda barpo etiladigan o'rta va yuqori bosimli gidrouzellarda qo'llaniladi. Suv tashlagichini balandlik bo'yicha joylashuviga ko'ra tashlagichlar ikki guruhga bo'linadi: yuza joylashgan suv qabul qilgichli suv tashlagichlar (12.22-rasm, a) va chuqur joylashgan suv qabul qilgichli suv tashlagichlar (12.22-rasm, b). Birinchisi faqat ekspluatatsiya sarflarini o'tkazish, ikkinchisi esa bir vaqtning o'zida suv omborini suvdan bo'shatish va pastki befga

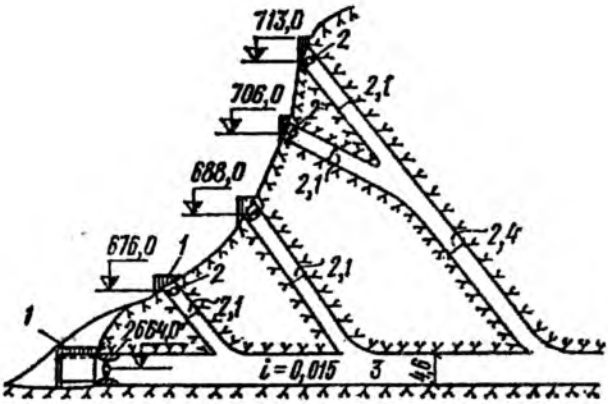


12.22-rasm. **Yuqori bosimli gidrouzelning tunnelli suv tashlagichlari:**
a – yuza joylashgan suv qabul qilgich bilan; b – chuqur joylashgan suv qabul qilgich bilan; 1 – qurilish sarflarini o'tkazuvchi tunnel; 2 – zatvorlar kamerasi; 3 – suv tashlash tunneli; 4 – betonli tiqin; 5 – zatvorlarni boshqaradigan shaxta.

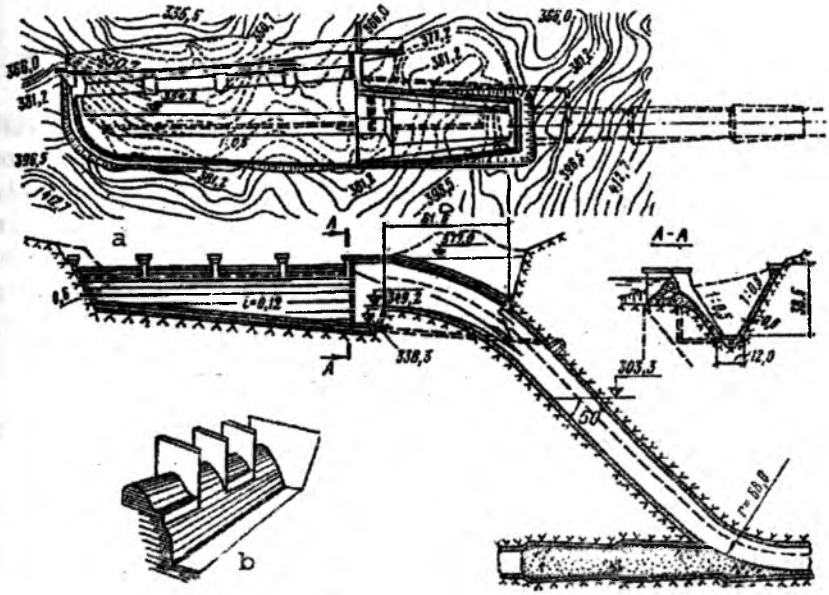
chiqarish rolini bajaradi. Yuqori bef suv sathidan pastda joylashgan chuqur joylashgan suv qabul qilgich tirqishi chuqurligi zatvor harakat qilishi mumkin bo'lgan, unga yo'l qo'yiladigan bosim bilan aniqlanadi. Katta bosimlarda yaruslar bo'yicha joylashgan bir nechta chuqur joylashgan tirqishlar o'rnatiladi (12.23-rasm).

Yuzadan suv oluvchi tunnelli suv tashlagich suv qabul qilgichi ko'p hollarda yassi yoki segmentli zatvorlar bilan to'siladigan amaliy profilli yoki keng ostonali frontal vodosliv ko'rinishda bajariladi. Bunday vodoslivda bosim 20 m va undan ortiqni tashkil qilishi mumkin. Ba'zi bir alohida hollarda, asosan tik yonbag'irlar bo'lganda, suv tashlagich bosh qismini yon tomonga suv oluvchi xandaqli vodosliv ko'rinishda bajariladi (12.24-rasm).

Yuza joylashgan suv qabul qilgichli tunnelli suv tashlagichlar odatda suv o'tkazish traktining umumiy uzunligi bo'yicha bosimsiz



12.23-rasm. **Bir nechta suv qabul qilgichli tunnelli suv tashlagich:** 1 – panjara; 2 – havo keluvchi joy; 3 – qurilish tunneli.



12.24-rasm. **Xandaqli suv qabul qilgichli tunnelli suv tashlagich:** a – suv tashlagich plani va bo'ylama kesimi; b – quyilish qirrasidagi vodoslivning uch qismi.

oqim tartibida loyihalanadi. Chuqur joylashgan suv qabul qilgichli suv tashlagichlarda boshqariladigan zatvorlarning joylashuviga bog'liq holda oqim rejimi bosimli va bosimsiz bo'lishi mumkin. Zatvorlar tunnelning boshida joylashtirilganda zatvor oldidagi tunnelning uncha katta bo'lmagan uzunligida oqim bosimli, uzunligining qolgan qismida esa bosimsiz rejimda bo'ladi. Agar boshqariladigan zatvorlar tunnelning oxirida joylashtirilganda, trassaning umumiy uzunligi bo'yicha oqim bosimli bo'ladi.

Qulay gidravlik sharoitlarni ta'minlash uchun tunnelli suv tashlagichlarga, shaxtali singari, odatda planda to'g'ri chiziqli ko'rinish beriladi (12.17-rasmga qarang). Bu oqimning katta tezliklar sharoitida burilishlarda aylanib o'tuvchi qurilmalarni o'rnatmaslikka imkon yaratadi. Tunnelli suv tashlagichlarga suvni frontal kelishi qulay ishlash sharoitlari bilan xarakterlanadi. Ular bitta tunneldan 5...6 ming m^3/s gacha sarflarni o'tkazishda qo'llaniladi. Bunda oqim energiyasini so'ndirish shaxtali suv tashlagichning suv o'tkazuvchi trakti kabi amalga oshiriladi.

12.3.5. Sifonli suv tashlagichlar

Sifonli suv tashlagichlar avtomatik tarzda ishlaydigan quvurli suv tashlagichlarning bir ko'rinishidir. Ulardan suvni gidrouzel yuqori befdan pastki befga tashlash uchun foydalaniladi. Sifonlar konstruktiv jihatdan betonli to'g'on tanasi ichiga yotqizilgan, vertikal tekislikda bukilgan (qayirilgan) to'g'ri burchakli o'zgaruvchan kesimli bir qator quvurlar ko'rinishida bajariladi (12.25-rasm). Ularning kirish qismiga to'g'ri chiziqli konfuzor ko'rinish beriladi. Konfuzor kirish kesimi balandligi a_{kir}, sifon tepasidagi quvur balandligi a dan 1,5...2 marta katta bo'ladi.

Kirishdagi sifonning yuqori qirrasi (12.25-rasm, f) NDS dan ma'lum qiymatda pastda joylashtiriladi.

$$\delta_1 = \vartheta_{kir}^2 / 2g, \qquad (12.23)$$

bunda: ϑ_{kir} – kirish kesimidagi o'rtacha tezlik; δ_2 – qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\delta_2 = a_{kir}\left(1 - \frac{1}{r_1}\frac{\vartheta_{kir}^2}{2g}\right). \qquad (12.24)$$

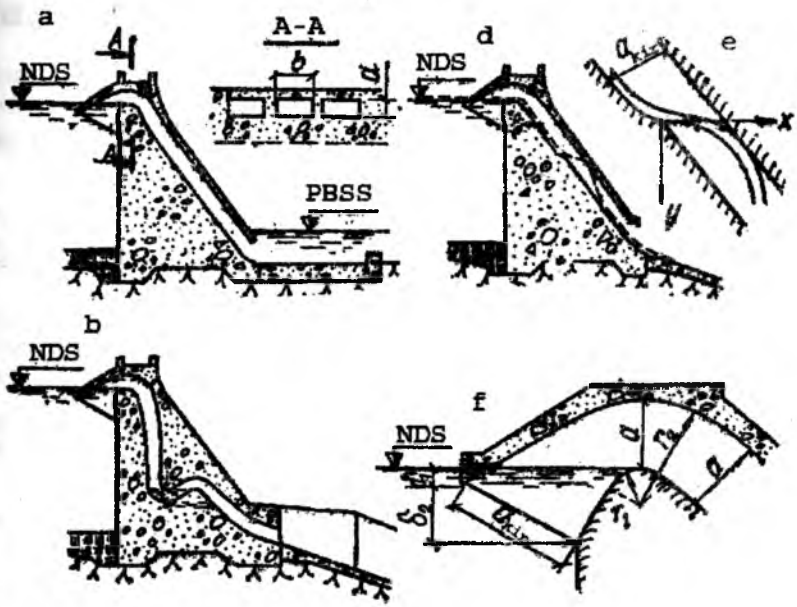
Sifon tepasiga joylashgan, uning egri chiziqli quvurli qismiga radiuslar bilan chizilgan doiraviy ko'rinish beriladi:

$$r_1 = 1{,}3a;\quad r_2 = 2{,}3a,$$

bunda: a – sifon tepasidagi quvur balandligi.

Sifon quvuri kenligi b ni (1,5...2,5) a oralig'ida qabul qilinadi.

Sifonli suv tashlagichlar tepasi NDS da joylashtiriladi. Yuqori befdagi suv sathi 0,2...0,3 m ko'tarilganda sifon to'liq kesim bilan ishlay boshlaydi. Sifon ichida vakuum hosil qilish uchun sifonning chiqish tirqishi orqali havo kelishiga yo'l qo'ymaslik kerak. Buni bir necha usullar bilan amalga oshirish mumkin: 1) quvur pastki qismi pastki bef suv ostiga tushiriladi (12.25-rasm, a); 2) sifondan chiqishda bukilgan quvurlarni o'rnatib, suv tiqinini hosil qilish (12.25-rasm, b); 3) suv o'tkazuvchi pastki qism yuzasida tramplinni o'rnatish, buning natijasida jilg'a undan chiqishda qarama-qarshi



12.25-rasm. **Sifonli suv tashlagichlar:**
a,b – kirish qismi ko'milgan sifon; d – suv to'sig'ini hosil qiluvchi sifonning uchi; e – oqimni buradigan pog'ona sxemasi; f – sifonli suv tashlagich kirish qismi.

devorga otib tashlanadi va havo o'tkazmaydigan suv plyonkasi hosil bo'ladi (12.25-rasm, d,e).

Sifon ishlashini to'xtatish uchun uning ichiga havo yuboriladi, vakuum yo'qoladi va sifon ishlashi to'xtaydi. Havoni yuborish sifon kirish qismidagi NDS da joylashgan havo quvurlari orqali amalga oshiriladi.

Sifonning suv o'tkazish qobiliyati quyidagi formuladan aniqlanadi

$$Q = \mu\omega\sqrt{2gZ_0}\,, \qquad (12.25)$$

bunda: μ – sarf koeffitsiyenti, 0,75...0,85 ga teng; Z_0 – suv ombori gidrouzeldagi sathlar farqi.

Sifon ichidagi vakuumni 8...8,5 m gacha yo'l qo'yiladi, undan oshirilsa jilg'a uzluksizligini yo'qotadi va sifon ishlashi to'xtaydi. Sifon o'qi bo'yicha ixtiyoriy kesimda, $O-O$ taqqoslash tekisligidan Y masofada joylashgan vakuum qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$h_{vak} = p_v - p = y + \frac{\vartheta^2}{2g}\left(1 + \sum\xi\right) - H\,, \qquad (12.26)$$

bunda: p_v – atmosfera bosimi; $p-O-O$ taqqoslash tekisligidan yY balandlikda sifon quvuridagi bosim; ϑ – sifondan chiqish tezligi; $\sum\xi$ – qarshilik koeffitsiyentlari yig'indisi.

Suv sarflari katta bo'lganda va katta o'lchamli ko'ndalang kesimda bir nechta sifonlarni yonma-yon joylashtirish tavsiya etiladi. Har bir sifon tepasi har xil sathlarda o'rnatiladi, bu bilan pastki befda kuchli to'lqin hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaydi. Vodoslivlarni har xil balandlik holati sifonlarni ishdan to'xtatishni ham ketma-ket olib borishga imkon beradi.

Sifonli suv tashlashgichlar qator afzalliklarga ega, bular jumlasiga quyidagilarni kiritish mumkin: 1) sifonning suv o'tkazish qobiliyati boshqa vodoslivlarnikiga qarqganda bir necha marta ortiq; 2) sifonning suv o'tkazish qobiliyati katta bo'lishiga qaramay, uning ichidagi suvning tezligi sifon materialiga yo'l qo'yiladigan tezlikdan oshmaydi; 3) yuqori befda suv sathi uncha katta ko'tarilmaganda ham sifon avtomatik tarzda ishlaydi.

Sifonlarning kamchiliklari: 1) qish davrida ekspluatatsiya qilish qiyin; 2) alohida qismlarning titrashi (vibratsiya); 3) sifonda oqim tezliklarini katta bo'lishi ularning burilish yerlari yuzalarida bosim va vakuum yuqori bo'ladi; 4) murakkab qoliplarni qo'llash vadevorlarni ko'p armaturalash zarurligi.

12.3.6. Suv tashlagich turini tanlash

Suv tashlagich turi quyidagilarni hisobga olgan holda tanlanadi: 1) to'g'on turi va undagi bosim; 2) toshqin va qurilish davridagi sarflar; 3) ishlarni tashkil qilish umumiy sxemasi va qurilish sarflarini o'tkazish; 4) gidrouzel hududidagi maydonning topografik, geologik va gidrogeologik sharoitlari; 5) ekspluatatsiya qilishning o'ziga xos xususiyatlari; 6) texnik-iqtisodiy taqqoslash ma'lumotlari.

Uncha baland bo'lmagan gruntli to'g'onlarda tepaliklar o'rtasidagi pastliklar orqali suvlarni tashlab yuborish mumkin. Past bosimli gidrouzellarda tezoqar ko'rinishidagi kanallar ko'p qo'llaniladi. Ular 10 m^3/s gacha bo'lgan sarflarni tashlash uchun mo'ljallangan.

Bir xil boshqa sharoitlarda inshoot tugunida gruntli yoki toshto'kma to'g'on mavjud bo'lsa, qurilish sarflarini o'tkazish zarurati vujudga kelmasa, qirg'oqdagi suv tashlagich afzal. Qirg'oqdagi suv tashlagich bitta inshootdan maksimal tashlanadigan sarflar 5000 m^3/s gacha va uni ko'proq keluvchi va ketuvchi kanallarda kichik hajmli ishlarida barpo etish imkoni bo'lganda qo'llaniladi. Ko'pincha tashlanadigan sarf 10—12 m^3/s gacha yetadi.

Xandaqli va shaxtali suv tashlagichlarni qoyali gruntlarda va yonbag'irlari tik qirg'oqlarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Sifonli suv tashlagichlarni tez keladigan toshqin suvlarida va suv ombori nisbatan uncha katta bo'lmagan to'plash (yig'ish) qobiliyati bo'lganda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Ketuvchi qismi tunnel va shaxta ko'rinishidagi shaxtali, xandaqli va sifonli suv tashlagichlar tashlanadigan sarflar 5000 m^3/s gacha bo'lganda qo'llaniladi.

Yopiq tunnelli tashlagichlarni tunnel qurilish sarflarini o'tkazishida ham foydalanilganda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

12.4. Suv chiqaruvchi inshootlar

12.4.1. Umumiy ma'lumotlar va ularning tasnifi

Umumiy ma'lumotlar. Suv omborida to'planadigan suv zaxirasi sug'orish, suv ta'minoti, yaylovlarga suv chiqarish va boshqa maqsadlar uchun ishlatiladi. Suv omboridan suvni ular yordamida olib va suv o'tkazuvchilarga uzatish (ko'proq kanallar) va iste'molchiga yetkazib berish suv chiqaruvchi inshootlar yordamida amalga oshiriladi.

Sug'orishga suv chiqarish bahor-yoz oylarida va qisman kuz davrida amalga oshiriladi. Boshqa maqsadlar uchun, masalan, suv ta'minoti va gidroenergetika uchun suv yil davomida to'xtovsiz olinadi. Iste'molchiga beriladigan suv miqdori vaqt bo'yicha o'zgaradi. Chiqariladigan suv sarflarining o'zgarishi sutka davomida ham ro'y beradi. Suv chiqarish inshootida sarflarni rostlash zatvorlar bilan boshqariladi.

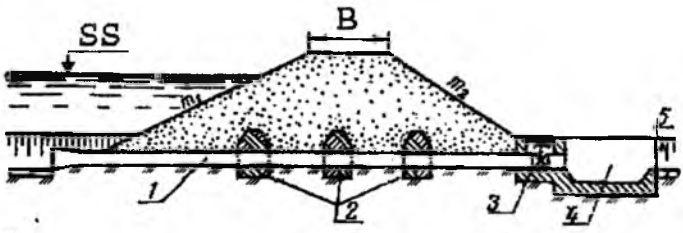
Shuni nazarda tutish kerakki, ko'p hollarda suv chiqarish sarfi suv tashlovchi inshoot sarfidan kichik, shuning uchun eng qulay sharoitlarda ham suv chiqarish inshootidan tashlanadigan sarflarni, ham qurilish davridagi sarflarni o'tkazish qiyin.

Tasnifi. Ustidan suv o'tkazmaydigan grunt materialli gidrouzellarda suv chiqaruvchi inshootlar turi va konstruksiyasi asosan topografik va geologik sharoitlar hamda tashlanadigan sarflar bo'yicha aniqlanadi. Inshootlar tugunida joylashishi suv tashlash inshootlari kabi ikki turga bo'linadi: 1) suv chiqargichlar to'g'on tanasida; 2) to'g'on tanasidan tashqarida qirg'oqdagi suv chiqargichlar. Birinchisiga quvurli, ikkinchisiga esa tunnelli va ochiq suv chiqargichlar kiradi. Bu turlarning ichida quvurli va tunnelli suv chiqargichlar asosiy hisoblanadi.

12.4.2. Quvurli suv chiqargichlar

Chiqishda o'rnatilgan zatvorli bosimli quvur turidagi suv chiqargich. Bunday turdagi suv chiqargichlar uncha katta bo'lmagan suv omborlarida (havzalar) sarf 0,3...0,5 m^3/s katta bo'lmaganda qo'llaniladi (12.26-rasm).

Suv chiqargich zamindagi tabiiy gruntda to'g'on tanasi tagida yotqizilgan quvurni ifodalaydi. Ko'proq zavodda ishlab chiqilgan



12.26-rasm. **Chiqishda o'rnatilgan zatvorli bosimli quvur turidagi suv chiqargich:**
1 – quvur; 2 – diafragmalar; 3 – zatvor; 4 – suv urilma quduq; 5 – ketuvchi kanal.

metall, temir-beton hamda asbestosement quvurlar qo'llaniladi. Zatvor turidagi zadvijka quvurning chiqish qismiga o'rnatiladi.

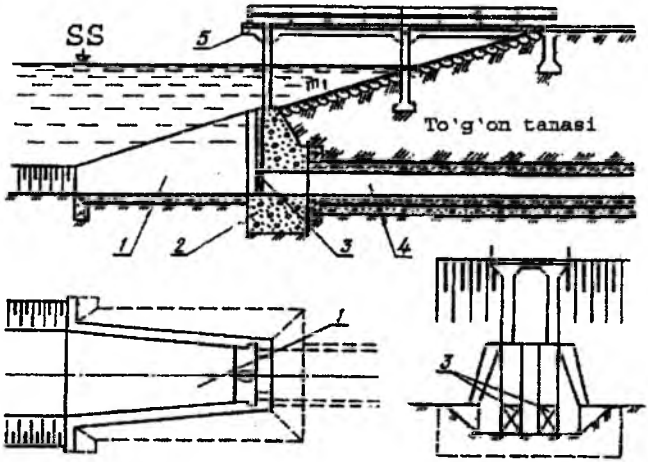
Suv chiqargich bosimli rejimda ishlaydi, quvurning chiqish kesimidan keyin suv energiyasini so'ndirish uchun suv urilma devor yoki boshqa turdagi so'ndirgich o'rnatiladi. Grunt bilan quvur tutashgan joyda filtratsiya suvlariga to'sqinlik (qarshilik) qilish uchun quvur uzunligi bo'yicha bir nechta diafragmalar o'rnatiladi.

Kirishda o'rnatilgan zatvorli bosimsiz turidagi quvurli suv chiqargich. Zatvorlarni quvurning kirish qismida o'rnatish suv olish inshooti ekspluatatsiyasini yaxshilaydi. Bunda gidravlik rejim bosimsiz belgilanadi, buning natijasida belgilangan FHS da suv chiqargichdan keyin kanalda suv sathi ko'tariladi, demak sug'oriladigan maydonlardagi o'zi oqar suv sathi oshadi (12.27-rasm).

Suv sarflari zatvorlar bilan boshqariladi, ularni suv chiqargichning kirish kallagida joylashtiriladi. Zatvorlar beton kallakka tayangan ko'tarib turuvchi ustunlarga o'rnatilgan xizmat ko'prigidan boshqariladi. Bunday suv tashlagichlar bosim 7 m gacha bo'lganda qo'llaniladi.

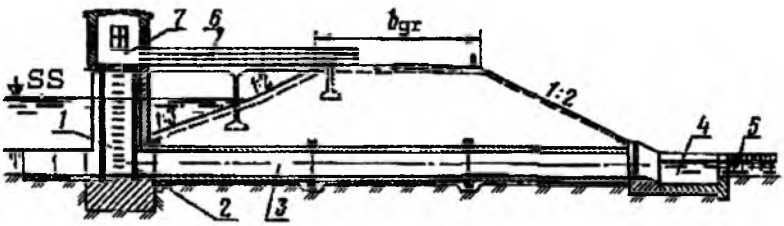
Suv chiqargich quvurlari zamindagi tabiiy gruntda yotqiziladi. Suv chiqarish sarfi oshganda kirish va chiqish shakllari umumiy bo'lgan ikki - uch qatorli quvurlar qo'llaniladi. Energiya chiqish kallagiga zich tutashgan suv urilma quduqda so'ndiriladi.

Minorali suv chiqargichlar. Bunday turdagi inshootlar III va IV sinfli gruntli to'g'onlarda keng qo'llaniladi. Minorali suv chiqargich quyidagi asosiy qismlardan tashkil topadi: bosimli quvur yoki ochiq



12.27-rasm. **Bosimsiz quvur turidagi suv chiqargich:**
1 – keluvchi uchastka; 2 – betonli kallak; 3 – zatvor; 4 – bosimsiz quvur; 5 – xizmat ko'prigi.

kanal ko'rinishidagi keluvchi uchastka; minora; ketuvchi bosimsiz quvur; energiya so'ndirgichlar; xizmat ko'prigi; minora ustiga qurilgan bino (12.28-rasm). Minora uchta xarakterli holatda bo'lishi mumkin (12.29-rasm): yuqori qiyalik tovoni oldida; taxminan uning o'rtasida; to'g'on tepasi cheti oldida. Shu bilan bir qatorda u uchta asosiylarga nisbatan ixtiyoriy oraliqdagi holatda bo'lishi mumkin.



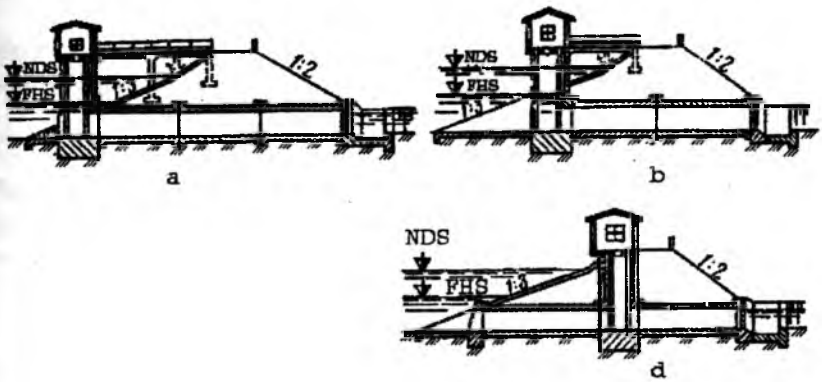
12.28-rasm. **Minorali suv chiqargich:**
1 – minora; 2 – minoradagi zatvorlar; 3 – bosimsiz quvur; 4 – suv urilma quduq; 5 – ketuvchi kanal; 6 – xizmat ko'prigi; 7 – minora ustiga qurilgan bino.

Minora yuqori qiyalik tovoni oldida joylashtirilganda (12.29-rasm, a) keluvchi kanal bo'lmaydi, suvni cho'kindilarga juda kam to'yingan suv omborining yuqori qatlamlaridan olish mumkin. Bunda minoraning oldi tomoni bo'yicha derazalar o'rnatiladi va ular zatvorlar bilan to'siladi yoki minoraga shandorli devor o'rnatiladi. Minorani bunday joylashtirishda uzun xizmat ko'prigi talab qilinadi, minoraning ustuvorligi kamroq bo'ladi, chunki u umumiy balandligi bo'yicha to'lqin, muz va shamol ta'siri kuchlari ostida bo'ladi.

Minora to'g'on tepasi cheti oldida joylashtirilganda (12.29-rasm, d) xizmat ko'prigi bo'lmaydi, minoraning ustuvorligi oshadi, lekin uzun bo'lgan bosimli keluvchi uchastka hosil bo'ladi, suvni cho'kindilarga ko'proq to'yingan suv omborining faqat pastki qatlamlaridan olish mumkin.

Minora taxminan yuqori qiyalik o'rtasida joylashtirilganda, ko'rsatilgan ikki holat oralig'ida bo'ladi. Bu chizma gidromeliorativ qurilish amaliyotida ko'p uchraydi (12.29-rasm, b).

Minora zatvorlarni boshqarish uchun mo'ljallanadi. Unda ikkita zatvor o'rnatiladi. Birinchisi keluvchi uchastka tirqishini yopadi va ta'mirlash va kuzatish holatlarida minorani bekitish uchun mo'ljallanadi, ikkinchisi esa minoraning qarama - qarshi devoriga o'rnatiladi, ketuvchi suv o'tkazadigan tirqishni yopadi, u iste'molchiga uzati-



12.29-rasm. **Minorani joylashtirish variantlari:**
a – yuqori qiyalik tovoni oldida; b – taxminan qiyalikning o'rtasida;
d – to'g'on tepasi cheti oldida.

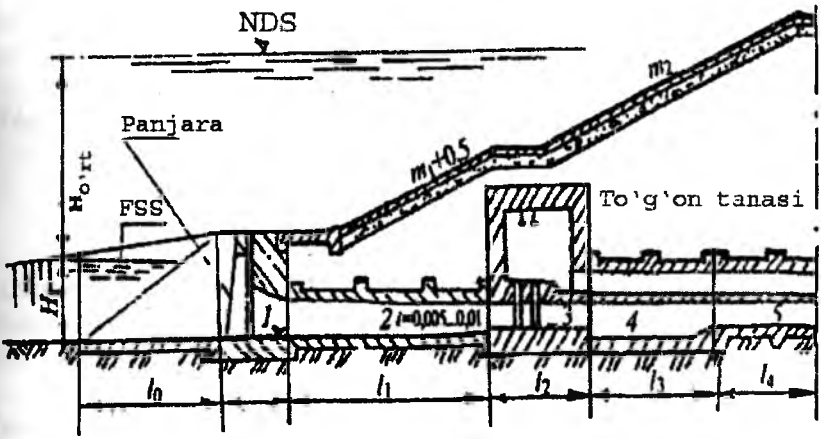
ladigan sarfni rostlash uchun ishlatiladi. Minorali suv chiqargichlarda yassi zatvor qo'llaniladi, ularning pazlari minoraning ichki tomonida o'rnatiladi. Zatvorlarni ochilib - yopilishi minorada joylashgan ko'tarib-tushirish mexanizmlari orqali amalga oshiriladi. Zatvorning harakatlanuvchi qismi sharnir yordamida metall shtanga bilan birlashtiriladi. U chig'ir orqali zatvorni ko'tarish va tushirishni ta'minlaydi. Minora kesimi doiraviy, kvadrat va to'g'ri burchakli bo'lishi mumkin.

To'g'on tepasi sathida minora plita bilan yopiladi. Minoraning planda o'lchamlari 3–4 m dan katta bo'lsa qovurg'ali yopmalar qo'llaniladi. Minora ustiga plita yuqorisiga bino quriladi. Undan xizmat qilish xonalari sifatida foydalaniladi hamda zatvorlarni boshqaradigan mexanizmlar joylashtiriladi. Yopmada qopqoqli tuynuk mo'ljallanadi, zatvorlarga tushish uchun minora devorlari bo'yicha tutqichlar o'rnatiladi. Xizmat qilish xonasi to'g'on tepasi yoki qirg'oq bilan ko'prik orqali birlashtirladi.

Minoradan ketuvchi suv o'tkazuvchining kesimi ko'pincha to'g'ri burchakli bo'lgan quvur ko'rinishida bajariladi. Suv omboridan katta suv sarflari chiqarilganda ko'p ko'zli quvurlar ishlatiladi, shu bilan birga har bir tirqish minoraga joylashgan mustaqil zatvor bilan yopiladi. Ketuvchi suv o'tkazuvida oqim rejimi bosimsiz va undagi tezlik 2...4 m/s qabul qilinadi. Ekspluatatsiya sharoitlari bo'yicha quvur balandligini 1,5 m dan kam qabul qilinmaydi. Quvur chiqish kesimidan keyin energiyani so'ndirish uchun suv urilma quduq o'rnatiladi.

Minorasiz suv chiqargichlar. Bunday inshootlar o'rta bosimli grunt to'g'onli gidrouzellarda keng qo'llaniladi va ularni zatvor kamerali suv chiqargichlar ham deb ataladi (12.30-rasm).

Ushbu inshootlar o'rta bosimli gruntli to'g'onlarda qo'llaniladi. Zatvor kamerasining kengligi zatvorlar soni va ularning o'lchamlariga bog'liq. 12.30-rasmda zatvr kamerasi to'g'on tanasida joylashgan. Bu holatda suv chiqarish quvuri ikki uchastka – bosimli uzunligi l_1 va bosimsiz uzunligi l_4 dan tashkil topadi. Kamera bilan bosimsiz quvur orasida tutashtiruvchi uchastka joylashtiriladi, unda suv energiyasi so'ndiriladi. Suv chiqargichning xarakterli uzunligi to'g'on balandligiga, kamera joylashgan o'rniga, kirish kallagi ostonasi sath belgisiga bog'liqdir. Kameraning balandligi unda asosiy zatvorlarni ko'tarilib turish holati va ekspluatatsiya qilish galereyasining balandligi va joylashgan o'rniga ko'ra qabul qilinadi.



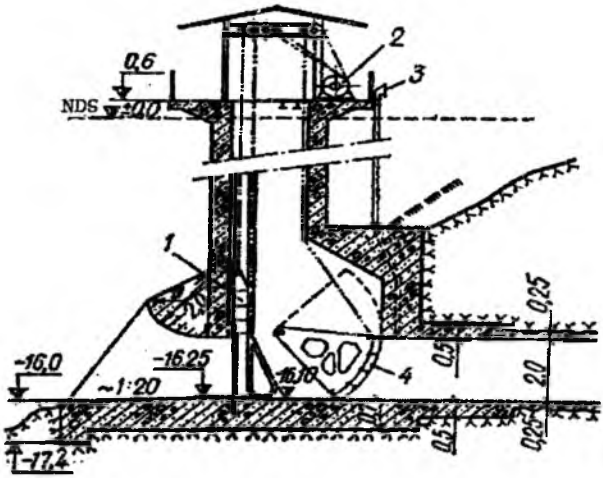
12.30-rasm. **Minorasiz suv chiqargich:**
1 – kirish kallagi; 2 – bosimli quvur; 3 – zatvor kamerasi;
4 – tutashtiruvchi uchastka; 5 – bosimsiz quvur; 6 – ekspluatatsiya qilish galereyasi.

12.4.3. Tunnelli suv chiqargichlar

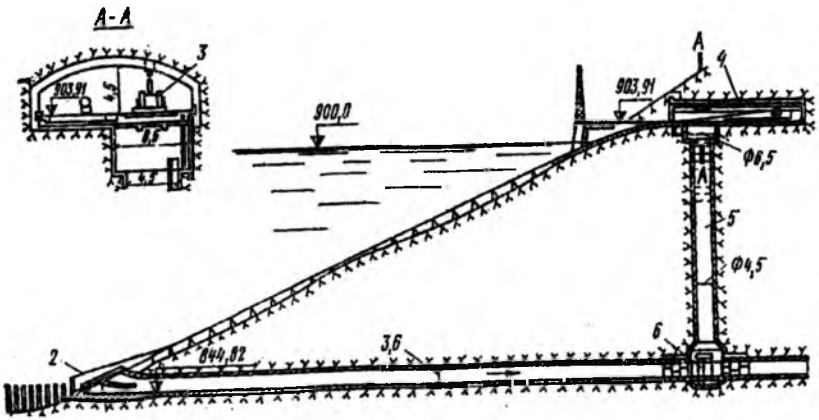
Tunnel turidagi suv chiqargichlar shakli va ishlash sharoiti bo'yicha quvurli suv chiqargichlarga o'xshash. Ko'pincha ular qurilish va ekspluatatsiya qilish suv tashlagichlari vazifalarini bajaradi. Tunnelli suv chiqargichlarning farqi shundaki, ularni qirg'oqlari mustahkam qoyali gruntlarda barpo etiladi. Bunda galereya vazifasini qazilgan tunnel bajaradi. Tunnelda quvurlarni o'rnatib va o'rnatmasdan tunnelli suv chiqargichlarni bajarish mumkin. Tunnel bo'yicha suvni o'tkazishda suv chiqargich bosimli ham bosimsiz rejimda ishlash mumkin, suvni quvurlardan o'tkazishda faqat bosimli rejimda bo'ladi.

Suv chiqargich zatvorlari tunnel oldida joylashgan shaxtadan (12.31-rasm), yoki jinsni o'yib ochilgan vertikal shaxtadan (12.32-rasm), yoki tunnelda o'rnatilgan maxsus kameradan boshqariladi.

Tunnelning shakli va o'lchamlari ekspluatatsiya talablari va uni barpo etishda ishlarni bajarish, uskunalarni o'rnatish va ta'mirlash sharoitlari bo'yicha qabul qilinadi. Tunnelning minimal balandligi va kengligi 2,5 m.



12.31-rasm. **Tunnelli minorali suv chiqargich:**
1 – yassi zatvor; 2 – ko'tarish mexanizmi; 3 – havo yuboruvchi qurilma; 4 – segmentli zatvor.



12.32-rasm. **Tunnelli shaxtali suv chiqargich:**
1 – zatvor; 2 – panjara; 3 – chig'ir; 4 – ko'tarish mexanizmlari uchun xona; 5 – shaxta; 6 – drosselli zatvor.

Qoplamani zarurligi va turi qoyaning xarakteri va oqimning tezligi bo'yicha aniqlanadi. Qoplama kavitatsiya eroziyasiga qarshi mustahkam bo'lishi kerak.

Tunnelli suv chiqargich bosimsiz rejimda ishlasa, uning trassasi ko'pincha planda to'g'ri chiziqli deb belgilanadi.

12.4.4. Suv chiqargich turini tanlash

U yoki bu turdagi suv chiqargich turi quyidagilarni hisobga olib tanlanadi: 1) hisobiy sarf; 2) to'g'on turi va balandligi; 3) qurilish ishlarini tashkil qilishning umumiy sxemasi; 4) ekspluatatsiya talablari; 5) texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlar va inshoot sinfi.

Suv chiqargich inshoot turini tanlashda inshoot joylashadigan zaminning tavsifi jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Zaminning kuchsiz va siqiladigan gruntlarida galereyada yotqiziladigan quvurli suv chiqargich ishonchli hisoblanadi. Chunki bu turdagi suv chiqargichni o'rnatish katta xarajatlarni talab qiladi, odatda galereyadan dastlabki qurilish suvlarini o'tkazish uchun foydalaniladi.

Zamin mustahkam qoyali jinslardan yoki kam deformatsiyalanadigan yarim qoyali gruntlardan tashkil topgan sharoitlarda suv chiqargich quvurini bevosita gruntga yotqizishga yo'l qo'yiladi.

Qirg'oqlar qoyali bo'lgan barcha holatlar uchun suv chiqargichning tunnelli turini qabul qilish maqsadga muvofiqdir, u ko'p hollarda ekspluatatsion suv sarflarini o'tkazish uchun tunnelda quvur yotqizishni talab etmaydi.

Uncha baland bo'lmagan va o'rta balandlikdagi gruntli to'g'onli gidrouzellarda ekspluatatsiyasi ishonchli bo'lgan minorali turdagi suv chiqargich o'rnatiladi. Yuqori bosimli gidrouzellarda minorasiz turdagi suv chiqargich qo'llaniladi.

12.4.5. Suv chiqargichlar hisoblari

Gidravlik hisoblar. Suv chiqargichlarning maksimal hisobiy sarfi ularni qurish va ekspluatatsiya qilish davridagi sharoitlarni hisobga olgan holda aniqlanadi. Agar suv chiqargichdan avval qurilish sarflarini o'tkazishda foydalanilsa, unda uning sarfi qurilish davri uchun inshoot sinfiga ko'ra 5...10% ta'minlanganlik bo'yicha qabul qilinadi. Ekspluatatsiya davri uchun maksimal sarf odatda chiqarilgan hajm va

suv omborini belgilangan muddatda suvdan bo‘shatish bo‘yicha aniqlanadi. Alohida hollarda suv chiqargich orqali o‘tkaziladigan toshqin sarfining bir qismi hisobiy sarf sifatida qabul qilinadi.

Bosimli suv o‘tkazuvchi bosimli quvurlar uchun qo‘llaniladigan formulalar bo‘yicha bajariladi. Berilgan sarfda va yuqori va pastki beflar suv sathlari minimal farqi ma’lum bo‘lganda quvur kesimi aniqlanadi. Agar quvur diametri berilgan bo‘lsa, berilgan suv sarfini o‘tkazish uchun zarur bo‘lgan farq aniqlanadi.

Suv omborining boshqa suv sathlarida tekshiruvchi hisoblar bajariladi, ya’ni zatvor bilan qisman yopiladigan tirqish ochilish balandligi aniqlanadi (zatvor ostidan qisman oqib o‘tish formulalaridan foydalaniladi).

Filtratsiya hisoblari. Suv chiqargichlar joylashgan filtratsiya oqimining xarakteri qaralayotgan tekislikda yoki to‘g‘onda rejalashtirilgan filtratsiya masalalari bo‘yicha belgilanib, III bo‘limda bayon etilgan uslublardan foydalaniladi. Filtratsiya hisoblari natijalari quvurga, galereyaga va tunnel qoplamasiga ta’sir etuvchi suvning gidrostatik bosimini, quvur bo‘yicha filtratsiya oqimi giradiyentlarini aniqlash va ko‘zda tutilgan filtratsiya oqimini drenajlashtirish tadbirlarini baholash uchun foydalaniladi.

Statik hisob. Bosimli metall va temir-betonli quvurlar hamda bosimsiz galereyalarga bir vaqtning o‘zida turli xil yuklamalardan hosil bo‘lgan eng noqulay yig‘indi kuchlar ta’sir etgan holat uchun hisoblanadi. Galereyaning ko‘ndalang kesimlarida va ostki plita qalinligi h ning sezilarli qiymatlarida plitaning elastiklik egilishini inobatga olmasa ham bo‘ladi. Bunday holatda galereyaning yuqori qismini hisobi, bizga ma’lum bo‘lgan usullardan biri, tovonga qattiq mahkamlangan gumbaz ko‘rinishida amalga oshiriladi. Agar plitaning qalinligi gumbazning pastki qismi qalinligi bilan bir xil o‘lchamda bo‘lsa galereyani yopiq kontur sifatida qarab, hisoblarda qulay bo‘lishi uchun ko‘tarilib boruvchi gumbaz va plita kabi qismlarga bo‘linadi. Bunda gumbazni elastik mahkamlangan, plita esa elastik zaminli to‘sin sifatida qaraladi.

Bosimli metall quvurlar devorining qalinligini ularning foydalanish davrida yemirilishini hisobga olgan holda hisobiy qiymatga nisbatan 1...2 mm zaxira bilan qabul qilish lozim.

Tunnelli suv tashlagichlar qoplamalari hisobi xuddi bosimli va bosimsiz tunnellar qoplamalaridek amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Suv o'tkazuvchi inshootlarga ta'rif bering?
2. Suv tashlovchi va suv chiqaruvchi inshootlarning qanday turlari mavjud?
3. Suv chiqargichlar rostlovchi zatvorlar joylashishi bo'yicha qanday tasniflanadi?
4. Qirg'oqda joylashgan ochiq suv tashlovchi inshootlar qanday joylashtiriladi?
5. Frontal suv tashlagichlar qay tarzda ishlaydi?
6. Tezoqar (tutashtiruvchi inshoot) qaysi hollarda qo'llaniladi?
7. Ko'p pog'onali sharsharalar o'lchamlari nimalarga bog'liq?
8. Xandaqli suv tashlagichlar tarkibiga nimalar kiradi?
9. Xandaqli suv tashlagich gidravlik hisobi qanday bajariladi?
10. Qirg'oqda joylashgan yopiq suv tashlagichlarning qanday turlarini bilasiz?

XIII BO'LIM. BETONLI VA TEMIR-BETONLI TO'G'ONLAR

13.1. Betonli va temir-betonli to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar va ularni loyihalashga qo'yiladigan talablar

13.1.1. To'g'onning asosiy turlari va ularning tavsiflari

Tasnifi. QMQ ga ko'ra betonli va temir - betonli to'g'onlar konstruksiyasi va texnologik vazifasiga ko'ra turlarga bo'linadi.

Konstruksiyasi bo'yicha to'g'onlar quyidagilarga bo'linadi:

1) *gravitatsion* – massiv (13.1-rasm, a), kengayuvchi choklar bilan (13.1-rasm, b), zamindagi bo'ylama bo'shliq bilan (13.1-rasm, d), bosimli qirradagi ekran bilan;

2) *kontrforsli* – massiv kontrforsli (13.1-rasm, g), ko'p arkali (13.1-rasm, h) yassi yopmalar bilan;

3) *arkali* – $\beta = b/h \leq 0{,}35$ bo'lganda, bunda b – to'g'onning tovoni bo'yicha kengligi; h – to'g'on balandligi; qisilgan tovonlar bilan (13.1-rasm, j), piremetrli chok bilan (13.1-rasm, k), uch sharnirli tasma bilan (13.1-rasm, m);

4) *arkali gravitatsion* – $b/h > 0{,}35$ bo'lganda, arkadagidek o'sha turlar.

Ko'pincha bo'shliqlarga ega bo'lgan, grunt bilan to'ldiriladigan kataksimon to'g'on (13.2, b; 13.3-rasmlar). Ular ham gravitatsion (13.2, b; 13.3, a-rasmlar), ham kontrforsli (13.3-rasm, d-e) bo'lishi mumkin.

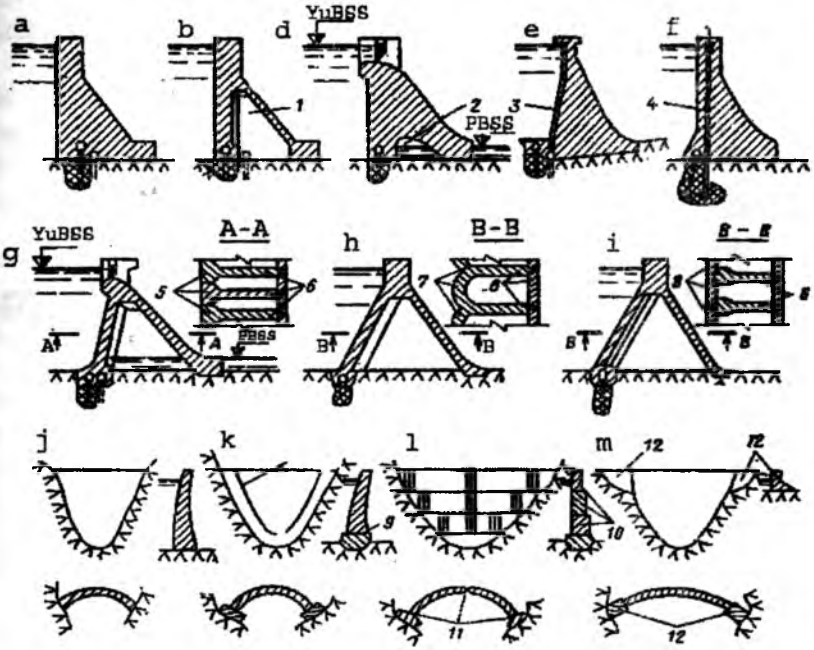
Betonli va temir-betonli to'g'onlar massiv gravitatsion to'g'onlardan konstruksiyasi bo'yicha farqlanadi (13.1, a; 13.2, a-rasmlar), birinchisida beton hajmi kam, ularni ko'pincha *yengillashtirilgan* deb ataladi.

Texnologik vazifasi bo'yicha to'g'onlar quyidagilarga bo'linadi:

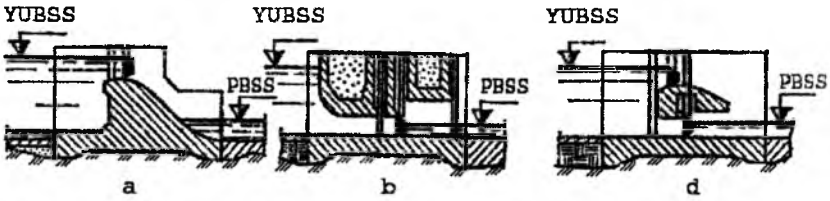
1) *ustidan suv o'tkazmaydigan* (13.1-rasm, a,b,e,f,h,i), ular orqali suv pastki befga tashlanmaydi;

2) *suv tashlaydigan*, ular orqali suv pastki befga tashlanadi. Ular vodoslivli tirqish bilan (13.1. d,g; 13.2-rasmlar), va ikki yarusli (10.2-rasm, d) qilib bajariladi.

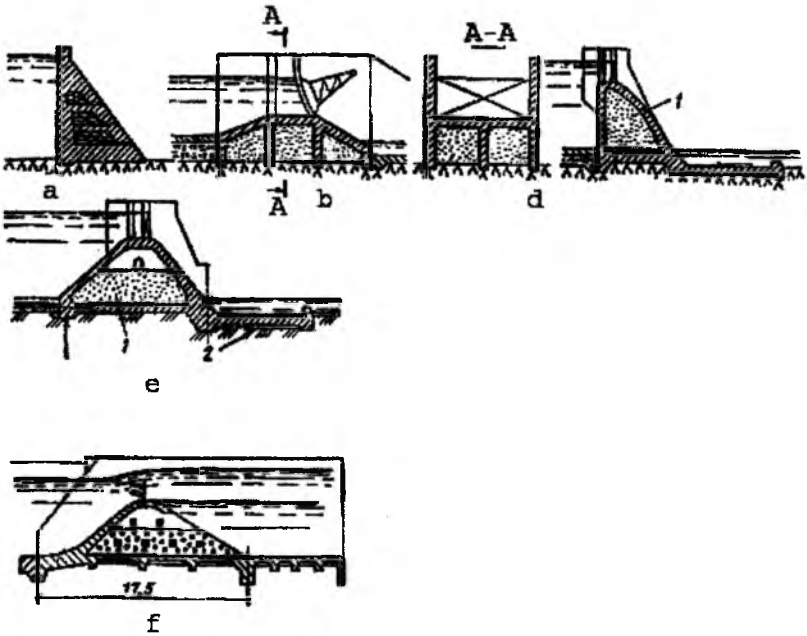
To'g'on asosiy turlarining umumiy tavsiflari. Betonli va temir betonli to'g'onlarni har xil tabiiy sharoitlarda qoyali, yarim qoyali va qoyamas zaminlarda barpo etiladi. Ulardan gravitatsion (ustidan



13.1-rasm. **Qoyali zaminlardagi to'g'onlarning asosiy turlari:** *Gravitatsion:* a –massiv; b – kengayuvchi choklar bilan; d – zamin yaqinidagi bo'ylama bo'shliq bilan; e – bosimli qirradagi ekran bilan; f – ankerlangan zamin bilan, *kontrforsli:* g – massiv kontrforsli; h – ko'p arkali; i – yassi yopmalar bilan, *arkali:* j – qisilgan tovonlar bilan; k – perimetrli chok bilan; l – uch sharnirli tasma bilan; m – gravitatsion yon devor bilan; 1 – kengaygan chok ; 2 – bo'ylama bo'shliq; 3 – ekran; 4 – oldindan zo'riqtirilgan anker; 5 – massiv qoplamlar; 6 – kontrforslar; 7 – arkali yopma; 8 – yassi yopma; 9 – perimetrli chok; 10 – uch sharnirli chok; 11 – sharnirlar; 12 – gravitatsion yon devorlar.



13.2-rasm. **Qoyamas zaminlardagi suv tashlovchi to'g'onning asosiy turlari:**
a – vodoslivli; b – chuqur joylashgan suv tashlagich bilan; d – ikki yarusli.



13.3-rasm. **Kataksimon to'g'onning ba'zi bir turlari:**
a – qoyali zamindagi bo'shliqlarga ega bo'lgan, tosh yoki graviy bilan yuklatilgan gravitatsion; b – A.M. Senkov taklif etgan turi; d,e – mos ravishda qoyali va qoyamas zaminlardagi kontrforslar orasidagi bo'shliq ballast bilan yuklangan; f – reversivli poydevor plitali kontrforsli; 1 – qum; 2 – filtr.

suv o'tkazmaydigan) va arkali to'g'onlar faqat qoyali zaminlarda, temir-betonli va vodoslivli gravitatsion to'g'onlar esa ham qoyali, ham qoyamas zaminlarda quriladi.

Oxirgi yillarda gruntlar mexanikasi va zaminlarni yaxshilash uslublarining muvaffaqiyatli rivojlanishi qoyamas zaminlarda katta bosimli betonli va temir - betonli to'g'onlarni qo'llashga imkon berdi. Ayniqsa Svir va Volga daryolarida yirik to'g'onlar qurildi.

Betonli to'g'onlar har qanday iqlim sharoitlarida hamda yuqori seysmiklik hududlarda joylashgan daryolarda muvoffaqiyatli qo'llanib kelinmoqda.

Bunday turdagi to'g'onlarning kamchiliklari — ularni barpo etish uchun sementga va metallga ketadigan xarajatlar, ularni yetkazib berish uchun transport xarajatlarini talab qiladi; bundan tashqari, bu materiallar ba'zi bir sharoitlarda yetishmasligi va nisbatan qimmat bo'lishi mumkin.

Betonli to'g'onlarni arzonlashtirishning ikkita yo'nalishi mavjud:

1) imkoniyatlardan foydalanib konstruksiyani soddalashtirish (undagi turli xil suv o'tkazuvchilarni, tirqishlarni o'rnatishdan voz kechish yoki ularni minimumga olib kelish; qoliplar sonini kamaytiruvchi oddiy massiv gravitatsion konstruksiyani qo'llash). Bu mexanizatsiyani (baland bo'lmagan uzun bloklarni qatlam-qatlam qilib toktogul usulda betonlash; konveyerlarni qo'llash va shu kabilar) keng qo'llangan holda ularni yuqori unumli usullarda barpo etish; qurilish choklarini yaxlitlamaslik (yoki choklarni qisman yaxlitlash); kam sementli shibbalanadigan (toptalib tekislanadigan) beton qorishmalarni qo'llash imkoniyatlarini beradi;

2) konstruksiyani yengillashtirish—kontrforsli va kataksimon konstruksiyalarni qo'llash yo'li bilan beton hajmini kamaytirish, inshootni fazoviy ishlashini hisobga olish (arkali, seksiyalar orasidagi choklar yaxlitlangan gravitatsion to'g'onlar), ankerlash va hokazolar.

Har bir aniq holat uchun, bu sharoitlarda shu yo'nalishlarning qaysi biri hammasidan ko'ra ratsional hisoblanish masalasi tahlil qilinadi. Bunda yo'nalishlarni birga qo'shish maqsadga muvofiq bo'lish mumkin — konstruksiyani yengillashtirish (ishlab chiqarishni sezilarli murakkablashtirishga olib kelmaydigan) va uni unumdorligi yuqori industrial uslublar bilan barpo etish. Masalan, yengillashtirilgan massiv kontrforsli Kirov to'g'oni ($h = 83$ m) kontrforslari

yetarli darajada qalin qabul qilingan, uni qatlamlarga bo'lib barpo etish mumkin.

Qoyali zaminlardagi gravitatsion to'g'onlar (13.1-rasm, b,e) massiv gravitatsion to'g'onlarga (13.1-rasm, a) nisbatan beton hajmi taxminan 8—15% ga (ba'zida 15% ko'p) kam bo'ladi. Uncha baland bo'lmagan ankerli to'g'onlarda (30 m gacha) katta miqdordagi beton 50% tejalishi mumkin (Olt-na-Leyridj, $h = 22,5$ m). Kontrforsli to'g'onlarni quyidagi o'lchamlarda qo'llash betonni tejashga imkon beradi: massiv-kontrforsli to'g'onlarda 25...40% (13.1-rasm, g), bosimli yassi yopmali to'g'onlarda 25...45% (13.1-rasm, i) va ko'p arkali to'g'onlarda 30...60% va undan ortiq (13.1-rasm, h). Qulay geologik va topografik sharoitlarda nisbatan tor stvorlarda arkali to'g'onlar (13.1-rasm, j-m) beton hajmi o'xshash sharoitlarda massiv gravitatsion to'g'on beton hajmiga nisbatan 50...80% va undan ko'proq kamayadi. Arkali gravitatsion to'g'onlarda beton hajmi ancha kam (20...30%).

Pul xarajatlarining iqtisod qilingan foizi, tabiiyki, ishlarni olib borishning murakkabligi, beton sinfini oshirilishi va yengillashtirilgan to'g'onlarda qolib ishlarining ortishi tufayli betonning iqtisod qilingan keltirilgan foizidan kichik. Qiymatlar juda ko'pgina mahalliy shart-sharoitlar: qurilish suv sarflari miqdori va o'tkazib yuborish usuli, ishchi kuchi va materiallar narxlari va shu kabilarga bog'liq.

Qoyamas zaminlarda massiv konstruksiyalarga (13.2-rasm, a) nisbatan beton sezilarli tejaladi (20...45%). Bunga bo'shliqlari grunt bilan to'ldirilgan har - xil kataksimon to'g'onlarni qo'llash bilan erishiladi (10.2, b; 10.3-rasmlar).

Massiv gravitatsion to'g'onlar (13.1-rasm, a) o'zining oddiyligi sababli keng taqalishiga sazovor bo'ldi: kengayuvchi chokli to'g'onlar (13.1-rasm, b) ba'zi bir hollarda muvaffaqiyatli qo'llandi, ammo keng tarqalishiga erishilmadi; bo'ylama bo'shliqli to'g'onlar (13.1-rasm, d) ayrim hollarda qo'llaniladi. Buni shunday tushuntirish mumkinki, bunday turdag yengillashtirilgan to'g'onlarda tejalgan beton uncha ko'p emas, ularni qurilish bo'yicha ishlarni olib borish massiv to'g'onlarda nisbatan ancha murakkablashadi. Bosimli qirradagi ekranli to'g'onlar (13.1-rasm, e) hozircha kam qo'llanildi.

Ankerlangan konstruksiyalar (13.1-rasm, f) ba'zi bir hollarda 55...60 m gacha balandlikdagi gravitatsion va arkali to'g'onlar quri-

lishida qo'llanildi. Katta balandliklarda talab qilinadigan ankerlarni oldidan zo'riqtirish samarasini olish qiyinchiliklari vujudga keladi, buni ishonchli ankerlashni bajarishga imkon beradigan yaxshi qoyali zaminda amalga oshirish mumkin.

Har xil turdagi kontrforsli to'g'onlardan oxirgi 30...40 yillarda eng ko'p tarqalgani massiv–kontrforsli (13.1-rasm, g) bo'ldi, u yetarli darajada qalin elementlarga ega va kam armaturalanadi (1 m^3 betonga 5...15 kg po'lat va undan kam), bu esa ular qurilishini zamonaviy uslublarda olib borish va qattiq qish sharoitlarida qo'llashga imkon tug'diradi. Ko'p arkali to'g'onlar (13.1-rasm, h) juda kam qo'llaniladi, ularni qurish murakkab va ko'p armaturalanadi (1m^3 betonga 30...50 kg va undan ko'p po'lat ishlatiladi). Bosimli yassi yopmali to'g'onlar (13.1-rasm, i) hozirgi paytda juda kam qurilayapti. Bunday turdagi yangi to'g'on turlari 1970-y. Malayziyada qurilgan Mada to'g'oni ($h = 32$ m) va AQSH dagi Kordova ($h = 27{,}4$ m, kontrforslar o'qlari orasidagi oraliqlar $l = 12{,}2...12{,}5$ m) larini aytib o'tish mumkin. Bu to'g'onlarning konstruksiyasi nisbatan yupqa devorli bo'lganligi uchun zamonaviy ishlab chiqarish sharoitlariga har doim muvofiq bo'lmaydi, odatda katta oraliqlarni yopmalar bilan yopish maqbul bo'lmaydi.

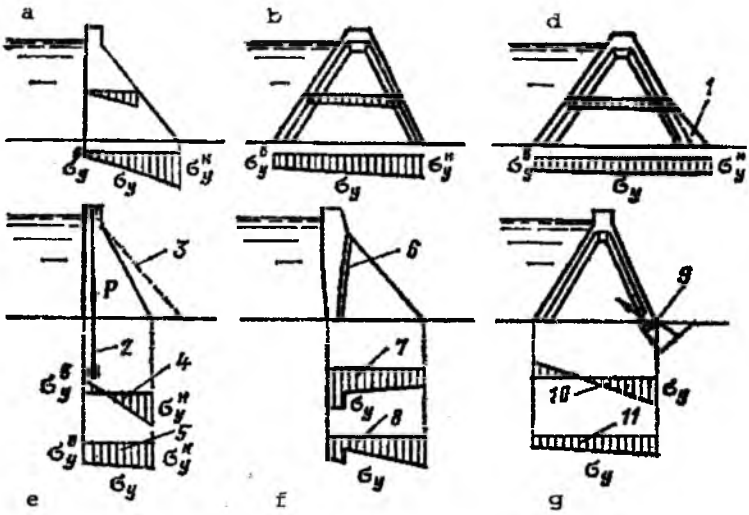
Massiv kontrforsli to'g'onlar kengayuvchi chokli gravitatsion to'g'onlarga nisbatan juda ko'p tarqalgan, chunki ularning konstruksiyasiga qo'shimacha jiddiy o'zgartirishlar kiritmasdan betonni juda ko'p tejash mumkin. Kontrforsli to'g'onlarning gravitatsion to'g'onlarga nisbatan yutug'i shundaki, ularning bosimli qirrasi tarafidagi zaminda moduli bo'yicha katta vertikal siquvchi kuchlanishlar σ_y^e hosil bo'ladi (13.4-rasm, a, b), bu esa sementli to'siq parda zonasidagi tutashtiruvchi choklarni ochilib ketmasligini ta'minlaydi. Umuman kontrforsli to'g'onlar yonidagi zaminda yetarlicha tekis kuchlanish epyurasini olish mumkin, bu esa ularning yutug'i hisoblanib, nisbatan past modulli zamindagi to'g'onlarda amalga oshirilgan. Bunga kontrfors pastki qirrasining pastki qismini yotiqroq qilib erishish mumkin (13.4-rasm, d dagi ko'tarilish, 1).

Umuman kontrforsli to'g'onlar tanasida, massiv-kontrforsli to'g'onlar tanasiga nisbatan kuchlanish tekisroq taqsimlanadi (13.4-rasm, a-d).

Massiv gravitatsion to'g'onlarning ko'rsatilgan kamchiligini (kontakt chokda σ_y^e moduli bo'yicha kichik) ankerlarni qo'llab (13.1,

f va 13.4, e-rasmlar), bo'ylama bo'shliqni o'rnatib (13.4-rasm, f), hamda yassi domkratli aktiv chokni o'rnatib (13.4-rasm, g) yo'qotish yoki kamaytirish mumkin.

Boshqa prinsipial muhandislik yechim, moduli bo'yicha hisobiy siquvchi kuchlanishlar σ_y^e qiymati kichik bo'lganda (haqiqatda cho'zuvchi bo'lishi mumkin) gravitatsion to'g'onlarda tutashtiruvchi choklar ochilishi mumkinligini hisobga olib, 13.1-rasm, e da ko'rsatilganidek hosil bo'lishi mumkin bo'lgan cho'zuvchi kuchlanishlar zonasidan yuqori befga bir muncha chiqarilgan qisqa ponur ostiga sementli to'siq parda o'rnatiladi. Bunday yechimda ponur bi-



13.4-rasm. **Massiv gravitatsion to'g'on zaminida vertikal kontaktli kuchlanishlarni taqsimlanishi (a) va uni yaxshilash usullari (b-g):**

b va d – kontrforsli to'g'onga o'tish; e – ankerlash; f – vaqtinchalik qiya chokni o'rnatish; g – "aktiv" chokni o'rnatish; 1 – ko'tarilish; 2 – anker; 3 – anker bo'lmagan holatda to'g'on pastki qirrasining talab qilinadigan holati; 4 – anker bo'lmaganda siqilgan profilning σ_y epyurasi; 5 – xuddi shunday, anker bo'lganda; 6 – yaxlitlangan qiya chok; 7 – suv ombori to'ldirilguncha σ_y epyurasi; 8 – xuddi shunday, suv ombori to'ldirilganda; 9 – yassi domkratli aktiv chok; 10 – siqilish bo'lmaganda σ_y epyuralari; 11 – xuddi shunday, siqilish bo'lganda (σ_y epyurasi zamin ta'siri hisobga olinmaganda berilgan).

lan to'g'on tanasini zichlash juda mas'uliyatli hisoblanadi. Bu yechimni faqat to'g'on yuqori qirrasida cho'zuvchi kuchlanishlar bo'lishiga yo'l qo'yilgan holatda kerak bo'ladi deb hisoblash mumkin. Bu esa QMQ bo'yicha yuqori qirg'oqda gidroizolatsiya bo'lganda ruxsat etiladi. Buni har xil modulli noqulay zaminlarda ko'rib chiqish o'rinli — agar to'g'on pastki qism zamini ostida yuqori qismi ostiga nisbatan kichikroq deformatsiya modulga ega bo'lsa.

Arkali to'g'onlar tog'li hududli dunyoning ko'p mamlakatlarida keng tarqalgan va yaxshi ekspluatatsiya qilish bilan o'zini ko'rsatdi. Odatda ular tartibli, chiroyli, atrofdagi muhitga yaxshi moslashadi. Tovonlari qisilgan (13.1-rasm, j) hamda perimetrli chokli (13.1-rasm, k) arkali to'g'onlar eng ko'p tarqalgan; ko'pincha yon devorli to'g'onlarda ham quriladi (13.1-rasm, m). Yassi tizim sifatida ishlaydigan choklar bilan alohida arkalarga ajratilgan (shuningdek, uch sharnirli tasmalardan tashkil topgan 13.1-rasm, *l*) to'g'onlarni qurish murakkabroq. Ular ayrim hollarda uncha katta bo'lmagan balandliklarda barpo etiladi.

Oxirgi paytlarda vertikal kesimi ancha qiyshaygan gumbazsimon $(f/h \geq 0{,}05)$ arkali to'g'onlar keng tarqalgan. Odatda bunday to'g'onlarda kuchlanishni yaxshi taqsimlanishiga erishiladi. Hozirgi paytda arkali gravitatsion to'g'onlar nisbatan kam qurilmoqda. Ularni katta bosimlarda, yetarli darajadagi keng stvorlarda va to'g'on tanasida suv chiqaruvchi tirqishlar — suv tashlagich, gidrostansiya quvurlari joylashganda qo'llaniladi.

Betonli va temir-betonli to'g'onlar monolit betondan quriladi. Faqat ba'zi bir hollarda nisbatan uncha katta bo'lmagan balandliklarga bunday to'g'onlar to'liq yig'ma elementlardan bajariladi. Bunday to'g'onlar ommobob namunaviy inshootlar hisoblanmaydi va ko'p hollarda kichik va o'rtacha balandlikdagi inshootlarda ham samara bermaydi.

13.1.2. Gidrotexnik betonga qo'yiladigan talablar va uning asosiy fizik-mexanik xossalari

Betonli va temir — betonli to'g'onlar uchun asosiy material sifatida beton va po'latli armatura ishlatiladi.

Beton - bu tegishli miqdorda tanlab olingan bog'lovchi, to'ldirgichlar, suv va zarur hollarda ba'zi bir qo'shimchalar solin-

gan aralashmaning fizik-kimyoviy jarayonlarda qotirishdan hosil bo'lgan sun'iy toshdir. U juda keng tarqalgan, qurilishda ishlatiladigan jami materiallarning 80% betondan tayyorlangan buyumlar tashkil etadi.

Beton qurilish materiali sifatida quyidagi xususiyatlarga ega: 1) oson joylashadi va yaxshi qoli planadi; 2) yuqori mustahkamlik va chidamlikka ega; 3) to'ldiruvchilar sifatida nisbatan arzon mahalliy materiallarni ishlatish mumkin; 4) buyum tayyorlash jarayonini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish imkoniyati bor; 5) zamonaviy arxitektura talablariga javob beradigan inshootlarni yaratish imkonini berish bilan qurilishda keng qo'llaniladi.

Betonning keng tarqalishi, uning chidamliligi va mustahkamligiga asoslangan hamda ishlatiladigan materiallar shag'al, qum va toshlarning yer yuzida ko'p miqdorda mavjudligidadir.

Gidrotexnik va meliorativ qurilishda beton ishlarini bajarish o'ziga xos xususiyatlarga ega. Ularda barpo etiladigan inshootlar kattaligi va bajaradigan vazifasiga ko'ra xilma-xildir. Bu inshootlardagi betonning hajmi bir necha metr kubdan bir necha ming metr kubgacha o'zgaradi. Gidrotexnik va meliorativ qurilishda gidrotexnik beton ishlatiladi.

Gidrotexnik beton deb, doimiy yoki vaqti-vaqti bilan suv ta'sirida bo'ladigan va bu sharoitda inshootlarni normal ishlashini ta'minlaydigan betonga aytiladi.

Betonli to'g'onlardagi gidrotexnik beton suvning har xil ta'sirlariga uchraydi: 1) mexanik — suvning gidrostatik, gidrodinamik, filtratsiya bosimi sifatida namoyon bo'ladi; 2) fizik-kimyoviy — daryodagi va dengizdagi suvning murakkab kimyoviy eritma ekanligi hisobga olinadi. Shuning uchun bunday beton mustahkam va uzoq muddat ishlaydigan muhim xossalarga ega bo'lishi kerak.

Gidrotexnik betonga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi: 1) mustahkamlik; 2) sovuqqa chidamlilik; 3) chegaraviy cho'ziluvchanlik; 3) yo'l qo'yiladigan suv shimuvchanlik darajasi va namlanganda va quriganda chiziqli o'zgarishi; 4) suvning agressiv ta'siriga chidamliligi; 5) sement miqdorlarining to'ldiruvchilar bilan o'zaro zararli ta'siri yo'qligi; 6) qotishda yo'l qo'yildigan issiqlik ajratish darajasi.

Qo'shimcha qo'yiladigan talablarga quyidagilar kiradi: 1) kavitatsiyaga chidamlilik; 2) tubdagi va muallaq cho'kindilari bo'lgan suv oqimi ta'sirida yeyilishga qarshilik ko'rsatish.

Suv sathiga nisbatan inshootda joylashgan o'rniga konstruksiyaning massivligiga, ta'sir etuvchi bosimga ko'ra gidrotexnik beton bo'lishi mumkin: suv ostida (yuza va grunt suvlarida doimiy bo'ladigan); o'zgaruvchan sathda (maksimal suv sathidan 1 m yuqorida yotgan); suv ustida (o'zgaruvchan suv sathi zonasidan yuqorida joylashgan); massiv (konstruksiyalarning juda katta o'lchamlari bo'lganligi uchun, beton qotishda ekzotermik qizishni keltirib chiqarishi natijasida kuchlanishlarni boshqaradigan maxsus choralarni talab qilish); massiv bo'lmagan; bosimli qirralarda; bosimsiz konstruksiyalarda; ichki yoki tashqi zonalarda.

Betonning mustahkamligi uning siqilishiga va cho'zilishi mustahkamligi sinflari va sovuqqa chidamlilik va suv o'tkazmaslik markalari bo'yicha tavsiflanadi (13.1 va 13.3-jadvallar).

Betonning mustahkamligi uning tarkibiga bog'liq sementning miqdori, toshli to'ldirgichning tavsifi va suv sement (S/s) nisbati hamda betonning yoshi va qotish sharoitlari (harorat – namlik sharoitlari).

Betonning markaziy siqilishga mustahkamligi bo'yicha sinfi (B, MPa). Bu ko'rsatgich miqdor jihatdan o'lchamlari 15x15x15 sm bo'lgan kub shaklidagi namunalarni 20±20 C da normal qotishda, 90% dan katta yoki unga teng namlikda, standart usulda tayyorlangan va 180 sutkada sinab ko'rilgan me'yoriy (normativ) siqilishga qarshilik (mustahkamlik) ko'rsata olish bo'yicha qabul qilinadi. Kub shaklidagi namunalarning 0,95 ishonchlilik bilan belgilangan me'yoriy mustahkamligi variatsiya koeffitsiyentining $\vartheta = 0{,}135$ qiymati asosida aniqlanadi:

$$R_n = B = R_m(1 - 1{,}64\vartheta) = 0{,}78R_m \qquad (13.1)$$

Beton va temir-beton konstruksiyalari uchun og'ir betonning siqilishiga bo'lgan mustahkamligi bo'yicha quyidagi sinflari ko'zda tutilgan: B 3,5; B 5; B 7,5; B 10; B 12,5; B 15; B 20; B 25; B 30; B 35; B 40; B 45; B 50; B 55; B 60. Og'ir betondan tayyorlanadigan konstruksiyalar uchun sinfi B 7,5 dan past bo'lgan betonlarni qo'llash qurilish me'yorlari bo'yicha ruxsat etilmaydi. Takroriy yuklar ta'sirida bo'lgan konstruksiyalarda sinfi B 15 dan yuqori bo'lgan betonlarni qo'llash tavsiya etiladi.

Betonning markaziy cho'zilishga mustahkamligi bo'yicha sinfi. Bu ko'rsatgich standart usulda maxsus tayyorlangan namunalarni

(sakkiz shaklidagi bevosita markaziy cho'zilishga sinab ko'riladi, silindr yoki kublarni - maydalanishga sinab ko'riladi) 180 sutkada normal qotganda sinalgan (tekshirib ko'rilgan) o'q bo'yicha cho'zilishga qarshilik ko'rsata olish bo'yicha qabul qilinadi. Bu tavsifini cho'zilishga ishlaydigan konstruksiyada yoriqlar hosil bo'lishga yo'l qo'ymaslik asosida belgilanadi. Qurilish me'yorlarida betonlarning Bt 08; Bt 1.2; Bt 1.6; Bt 2; Bt 2.4; Bt 2.8; Bt 3.2 sinflari belgilangan.

Konstruksiyalarni hisoblashda prizma shaklidagi namunalarning me'yoriy va hisobiy mustahkamliklari ishlatiladi. Ularning qiymatlari odatda betonning mustahkamlik bo'yicha sinflari asosida qurilish me'yorlari va qoidalarning maxsus jadvallari bo'yicha qabul qilinadi. Shuningdek ularni quyidagi formulalar yordamida hisoblab aniqlash ham mumkin:

betonning markaziy siqilishga hisobiy qarshiligi

$$R_{bn} = B(0{,}77 - 0{,}00125B) \geq 0{,}72B \qquad (13.2.)$$

betonning markaziy cho'zilishga hisobiy qarshiligi:

$$R_{btn} = 0{,}23\ K \sqrt[3]{B^2}\ , \qquad (13.3.)$$

bunda $K = 0{,}8 - B35$ va undan kam sinfli betonlar uchun;

$K = 0{,}7 - B40$ va undan yuqori sinfli betonlar uchun.

Betonning chegaraviy holatlarining birinchi guruhi hisoblarida ishlatiladigan siqilishga va cho'zilishga hisobiy qarshiliklari:

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc};\ R_{bt} = R_{btn} = R_{btn} / \gamma_{bt}\ , \qquad (13.4.)$$

bu ifodalardagi beton bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlarining qiymatlari: siqilishda: $\gamma_{bc} = 1{,}3$; cho'zilishda $\gamma_{bt} = 1{,}5$; cho'zilish bo'yicha mustahkamlik nazorat qilinganda $\gamma_{bt} = 1{,}3$.

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markasi 180 sutkada standart sharoitlarda sinalayotgan namunadan suv sizib o'tish kuzatilmaydigan eng katta bosimni ifodalaydi. Qurilish me'yorlarida betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha $W2$; $W4$; $W8$; $W10$; $W12$ markalari belgilangan. Bu markalardagi sonli belgilar kG/sm^2 dagi bosimlarni bildiradi. Suv o'tkazmaslik marka maksimal bosimni konstruksiya qalinligiga nisbatiga teng bo'lgan gradiyent bo'yicha yoki tashqi zonadagi betonning qalinligiga ko'ra belgilanadi.

13.1-jadval

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markalari

Bosimli gradiyent	<5	5...10	10...12	>12
Suv o'tkazmaslik bo'yicha marka	*W*4	*W*6	*W*8	*W*12

Suv o'tkazmaslik bo'yicha markaga betonning ma'lum filtratsiya koeffitsiyentlari to'g'ri keladi (13.2-jadval).

13.2-jadval

Betonning filtratsiya koeffitsiyenti qiymatlari $K_\phi, sm/s$

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markasi	Namunalar sinalganda K_ϕ ning qiymati	
	Barqaror muvozanatli namlik holati	Suvga to'yingan
*W*2	$7\cdot10^{-9}...2\cdot10^{-8}$	$5\cdot10^{-10}...1\cdot10^{-9}$
*W*4	$2\cdot10^{-9}...7\cdot10^{-9}$	$1\cdot10^{-10}...5\cdot10^{-10}$
*W*6	$6\cdot10^{-10}...2\cdot10^{-9}$	$5\cdot10^{-11}...1\cdot10^{-10}$
*W*8	$1\cdot10^{-10}...6\cdot10^{-10}$	$1\cdot10^{-11}...5\cdot10^{-11}$
*W*10	$6\cdot10^{-11}...1\cdot10^{-10}$	$5\cdot10^{-12}...1\cdot10^{-11}$
*W*12	$\leq6\cdot10^{-11}$	$\leq5\cdot10^{-12}$

Betonning sovuqqa chidamlilik bo'yicha markasi. Bu ko'rsatgich gidrotexnika inshootlarini loyihalashda belgilanadi. Gidrotexnik beton uchun sovuqqa chidamlilikning quyidagi markalari belgilangan: *F*50; *F*75; *F*100; *F*200; *F*300; *F*400; *F*500. Bu belgilardagi sonlar namunalarni ketma-ket muzlatib eritganda ular bardosh beradigan (mustahkamlikning yo'qolishi 15% dan oshmaydigan) sikllar miqdorini bildiradi. O'zgarib turadigan zonalarda va vodosliv betonida betonning sovuqqa chidamlilik bo'yicha markasi hududning iqlimiy sharoitlari va yil davomida o'zgarib turadigan muzlatish va eritish hisobiy sikllarining soni bo'yicha 13.3-jadval tavsiyalariga muvofiq qabul qilinadi.

Betonning yoshi oshgan sari uning sovuqqa chidamliligi oshadi.

Betonning suvga chidamliligi (betonning agressiv muhitda chidamliligi). Suvga to'yingan yoki filtratsiya ta'sirida bo'lgan beton,

(sakkiz shaklidagi bevosita markaziy cho'zilishga sinab ko'riladi, silindr yoki kublarni - maydalanishga sinab ko'riladi) 180 sutkada normal qotganda sinalgan (tekshirib ko'rilgan) o'q bo'yicha cho'zilishga qarshilik ko'rsata olish bo'yicha qabul qilinadi. Bu tavsifini cho'zilishga ishlaydigan konstruksiyada yoriqlar hosil bo'lishga yo'l qo'ymaslik asosida belgilanadi. Qurilish me'yorlarida betonlarning Bt 08; Bt 1.2; Bt 1.6; Bt 2; Bt 2.4; Bt 2.8; Bt 3.2 sinflari belgilangan.

Konstruksiyalarni hisoblashda prizma shaklidagi namunalarning me'yoriy va hisobiy mustahkamliklari ishlatiladi. Ularning qiymatlari odatda betonning mustahkamlik bo'yicha sinflari asosida qurilish me'yorlari va qoidalarning maxsus jadvallari bo'yicha qabul qilinadi. Shuningdek ularni quyidagi formulalar yordamida hisoblab aniqlash ham mumkin:

betonning markaziy siqilishga hisobiy qarshiligi

$$R_{bn} = B(0{,}77 - 0{,}00125B) \geq 0{,}72B \qquad (13.2.)$$

betonning markaziy cho'zilishga hisobiy qarshiligi:

$$R_{btn} = 0{,}23\ K\sqrt[3]{B^2}\ , \qquad (13.3.)$$

bunda $K = 0{,}8 - B35$ va undan kam sinfli betonlar uchun;

$K = 0{,}7 - B40$ va undan yuqori sinfli betonlar uchun.

Betonning chegaraviy holatlarining birinchi guruhi hisoblarida ishlatiladigan siqilishga va cho'zilishga hisobiy qarshiliklari:

$$R_b = R_{bn} / \gamma_{bc};\ R_{bt} = R_{btn} = R_{btn} / \gamma_{bt}\ , \qquad (13.4.)$$

bu ifodalardagi beton bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlarining qiymatlari: siqilishda: $\gamma_{bc} = 1{,}3$; cho'zilishda $\gamma_{bt} = 1{,}5$; cho'zilish bo'yicha mustahkamlik nazorat qilinganda $\gamma_{bt} = 1{,}3$.

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markasi 180 sutkada standart sharoitlarda sinalayotgan namunadan suv sizib o'tish kuzatilmaydigan eng katta bosimni ifodalaydi. Qurilish me'yorlarida betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha $W2$; $W4$; $W8$; $W10$; $W12$ markalari belgilangan. Bu markalardagi sonli belgilar kG/sm^2 dagi bosimlarni bildiradi. Suv o'tkazmaslik marka maksimal bosimni konstruksiya qalinligiga nisbatiga teng bo'lgan gradiyent bo'yicha yoki tashqi zonadagi betonning qalinligiga ko'ra belgilanadi.

13.1-jadval

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markalari

Bosimli gradiyent	<5	5...10	10...12	>12
Suv o'tkazmaslik bo'yicha marka	*W*4	*W*6	*W*8	*W*12

Suv o'tkazmaslik bo'yicha markaga betonning ma'lum filtratsiya koeffitsiyentlari to'g'ri keladi (13.2-jadval).

13.2-jadval

Betonning filtratsiya koeffitsiyenti qiymatlari $K_\phi, sm/s$

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markasi	Namunalar sinalganda K_ϕ ning qiymati	
	Barqaror muvozanatli namlik holati	Suvga to'yingan
*W*2	$7 \cdot 10^{-9} \ldots 2 \cdot 10^{-8}$	$5 \cdot 10^{-10} \ldots 1 \cdot 10^{-9}$
*W*4	$2 \cdot 10^{-9} \ldots 7 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-10} \ldots 5 \cdot 10^{-10}$
*W*6	$6 \cdot 10^{-10} \ldots 2 \cdot 10^{-9}$	$5 \cdot 10^{-11} \ldots 1 \cdot 10^{-10}$
*W*8	$1 \cdot 10^{-10} \ldots 6 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-11} \ldots 5 \cdot 10^{-11}$
*W*10	$6 \cdot 10^{-11} \ldots 1 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-12} \ldots 1 \cdot 10^{-11}$
*W*12	$\leq 6 \cdot 10^{-11}$	$\leq 5 \cdot 10^{-12}$

Betonning sovuqqa chidamlilik bo'yicha markasi. Bu ko'rsatgich gidrotexnika inshootlarini loyihalashda belgilanadi. Gidrotexnik beton uchun sovuqqa chidamlilikning quyidagi markalari belgilangan: *F*50; *F*75; *F*100; *F*200; *F*300; *F*400; *F*500. Bu belgilardagi sonlar namunalarni ketma-ket muzlatib eritganda ular bardosh beradigan (mustahkamlikning yo'qolishi 15% dan oshmaydigan) sikllar miqdorini bildiradi. O'zgarib turadigan zonalarda va vodosliv betonida betonning sovuqqa chidamlilik bo'yicha markasi hududning iqlimiy sharoitlari va yil davomida o'zgarib turadigan muzlatish va eritish hisobiy sikllarining soni bo'yicha 13.3-jadval tavsiyalariga muvofiq qabul qilinadi.

Betonning yoshi oshgan sari uning sovuqqa chidamliligi oshadi.

Betonning suvga chidamliligi (betonning agressiv muhitda chidamliligi). Suvga to'yingan yoki filtratsiya ta'sirida bo'lgan beton,

13.3-jadval

Betonning sovuqqa chidamlilik bo'yicha markalari

Hududning iqlimiy sharoitlari eng sovuq oyning o'rtacha oylik harorati	Yil davomida betonni muzlatish va eritish sikllari sonidagi markalari				
	<50	50...75	75...100	100...150	150...200
Mo'tadil (0 dan - 100°C gacha)	*F*50	*F*100	*F*150	*F*200	*F*300
Sovuq (-10 dan - 20°C gacha)	*F*100	*F*150	*F*200	*F*300	*F*400

-20°C dan past haroratda sovuqqa chidamlilik bo'yicha marka belgilanadi.

shu suvning kimyoviy tarkibi va sement turiga bog'liq ravishda yemirilishi mumkin. Agressiv muhitning uch xil: sement tosh tarkibida mavjud bo'lgan erkin ohak $Ca(OH)_2$ ni chuchuk suv ta'sirida erishi; suv ta'sirida tarkibida erigan mineral kislotalar (karbonat angidrid va boshqalar) bo'lgan va bu kislotalarning eruvchan tuzlarini hosil bo'lishini keltirib chiqaruvchi; suv ta'sirida tarkibida sulfat va sement tosh bilan reaksiyaga kirishganda sulfat, xlorid kabi eruvchan tuzlarni hosil qiluvchi turlari farqlanadi.

Agressiv muhitda hosil bo'lgan filtratsiya yoki atrofidagi oqib o'tadigan oqimlar beton tanasidan eriydigan tuzlarni olib chiqib ketadi, bu esa betonning zichligini va uni mustahkamligini astasekin kamaytiradi. Bu jarayon rivojlanadi, chunki betondan tuzlarni chiqib ketishi natijasida filtratsiya tezligi oshib boradi.

Betonning suvga chidamliligi yoki korroziyaga bardoshligiga uning zichligi va suv o'tkazmasligini oshirish bilan hamda sementning mineralogik tarkibini tanlash orqali erishiladi.

Betonning harorat va namlik deformatsiyalari. *Betonni qotish vaqtida issiqlik ajralishi (ekzotermiya).* Betondagi issiqlik ajralishi sementning gidrotatsiya reaksiyasini ekzotermik reaksiyasi bilan tasniflanadi. Kamroq soviydigan yuzaga ega bo'lgan massiv konstruksiyalarda ajraladigan issiqlik konstruksiyani notekis qizishi va sovishi tufayli sezilarli harorat zo'riqishlariga, xususan cho'zilish va natijada yoriqlar hosil bo'lishiga olib keladi.

To‘g‘ondagi berilgan bloklar va uning boshqa konstruktiv elementlarining shakli o‘lchamlarida betonni qotishida ajralib chiqayotgan issiqlik qiymati ishlatiladigan sementning turiga (uning mineralogik tarkibiga, aktivligiga va boshqalarga) va uning betondagi solishtirma miqdoriga bog‘liq. Shu sababli betonning qotish jarayonida issiqlik ajralib chiqishini pasaytirishga bo‘lgan talablar gidrotatsiya jarayonida kam issiqlik ajralib chiqadigan sementlarni qo‘llash, beton tarkibidagi issiqlikning minimal darajadan zaruriy miqdorini (betonning mustahkamligini, zichligini, sovuqqa chidamliligini va suv o‘tkazmasligini ta’minlovchi) belgisi hamda beton qorishmasi sirt yuzasiga ta’sir qiluvchi faol moddalarni qo‘shish kabi yo‘llar bilan qondirilishi lozim.

Konstruksiyalar yoki uning ayrim bloklari o‘ta massiv bo‘lib, yuqoridagi keltirilgan tadbirlar issiqlik aylanib chiqishini kamaytirish uchun yetarli bo‘lganda beton haroratini pasaytirishning maxsus: beton bloklari orqali sovuq suvni aylantirib o‘tkazish yo‘li bilan betondan sun’iy ravishda issiqlikni olib chiqib ketish hamda massiv bloklarni kichikroq o‘lchamlarga bo‘lish usullarini qo‘llashga to‘g‘ri keldi.

QMQ bo‘yicha massiv konstruksiyalarni (ko‘ndalang kesimi 2,5 sm dan katta) betonlashda beton qorishmasini tayyorlash uchun qo‘llaniladigan sement beton yotqizilmasdan uch kun o‘tgandan so‘ng gidrotatsiya jarayonida issiqlik ajralib chiqishi 210 kD/kg (50 kal/g) dan, yetti kundan so‘ng esa 250 kD/kg (60 kal/g) dan katta bo‘lmasligi kerak. Ushbu talablarni zavodlarda tayyorlangan gidrotexnik betonlar uchun: tavsiya etilgan qator sementlar hamda qurilishdagi beton zavodlarining o‘zida tarkibida maydalangan yoki tabiiy dispersli mineral qo‘shimchalarning zaruriy miqdori qo‘shilgan sementlar qanoatlantiradi.

Betonni qotish paytidagi cho‘kishi va bo‘rtishi. Amaldagi Davlat standartlari bo‘yicha 28 sutka davomida 60% nisbiy namlik va 18°C havo haroratida qotgan beton namunalari uchun 0,3 mm/m va 180 sutka ushlangan namunalar uchun 0,7 mm/m dan katta bo‘lmagan chiziqli qisqarishga ruxsat etiladi.

Suvli muhitda qotgan betonlar uchun 60°C havo haroratida doimiy massagacha quritilgan etalon namunaga nisbatan chiziqli bo‘rtishning ruxsat etiladigan qiymatlari quyidagicha: 28 sutka davomida qotgan beton uchun 0,1 mm/m; 180 sutka davomida qotgan beton uchun 0,3mm/m.

Betonning deformatsiyalanish tavsiflari. Betonli konstruksiyalarni hisoblashda (normal kuchlanishda $\sigma \leq 0{,}2R_{bn}$) boshlang'ich elastiklik moduli E_b QMQ bo'yicha qabul qilinadi.

13.4-jadval

Betonning boshlang'ich elastiklik moduli

Beton sinfi	10	15	20	25	30	35	40	50
Betonning boshlang'ich elastiklik moduli E_b, GPa	19	23	26,5	29	31,5	33	35	38

Puasson koeffitsiyenti (ko'ndalang deformatsiya) 0,15 ga teng qabul qilinishi mumkin. Beton uchun siljish moduli 0,4 E_b ga teng qabul qilinadi.

Betonning chegaraviy cho'ziluvchanligi. Betonni yoriqlari hosil bo'lishiga chidamliligini baholashda uni chegaraviy cho'ziluvchanligi muhim omil hisoblandi. Chegaraviy cho'ziluvchanlik deganda esa ko'zga ko'rinadigan yoki biroz kattaroq yoriqlar paydo bo'lmasdan betonni cho'zilish deformatsiyasining eng katta qiymati tushuniladi. Gidrotexnik betonga qo'yiladigan texnik talablar asosida betonning minimal kerakli chegaraviy cho'ziluvchanligi (chegaraviy nisbiy deformatsiyasi) quyidagicha me'yorlashtiriladi: beton namunalarini standart sinovdan o'tkazishda 180 sutkalik muddatda chegarviy cho'ziluvchanlik inshootni ichki zonalari betoni uchun 0,05 mm/m va tashqi zona betoni uchun 0,07 mm/m dan kam bo'lmasligi kerak.

Betonni yemirilish va kavitatsiya buzilishlariga qarshiligi. Suv oqimi harakatlanadigan betonli to'g'onning yuzasi foydalanish davrida tarkibida juda ko'p loyqa zarralari, ayniqsa qumli, shag'alli, galechnikli, loyqali bo'lgan suv oqimining yemiruvchi va zarbali ta'siri ostida yemirilish va eroziya jarayoniga uchraydi.

Kavitatsiya hodisasi ro'y beradigan beton yuzasi zonalari, betonda deyarli uzluksiz katta qiymatdagi o'zgaruvchan sharoitli zo'riqishlar hosil qiladigan kavitatsiya pufakchalarining ko'p marta takrorlanuvchi zarb yuklamalari natijasida yemiriladi. Ozgina defekt va sementli tosh va to'ldiruvchi donalari (zarralari) kontakt zonasining zichlanmaganligi kavitatsiya tufayli asta-sekin ko'payib boruvchi yemirilishga olib keladi.

Beton konstruksiyalarini kavitatsiyaga chidamliligini va yeyilishga qarshiligini oshirish uchun yuqori zichlikdagi va mustahkamlikdagi (35–40 dan kam bo'lmagan va 50 gacha bo'lgan sinfdagi), mayda va o'rtacha donadorlikdagi (30–40 mm gacha) to'ldiruvchi va tuzilishida minimal mikrodefektli beton qo'llanilishi lozim. Yemirilishga chidamli betonni tayyorlash uchun juda sinchiklab materiallar tanlab olinadi: o'ta zich va mustahkam sement tosh (yuqori sinfdagi suv-sement nisbatan 0,4–0,45 dan katta bo'lmagan portland sement) to'ldiruvchi donalari orasida mumkin qadar yupqa qatlam bilan bir tekis taqsimlanishi kerak. Maydalangan tosh (shag'al yo'l qo'yilmaydi) yuqori yopishqoqlikka ega mustahkam toshdan tayyorlanadi. Qum o'tkir qirrali shaklidagi zarralarga ega yirik donador kvarsli bo'lishi kerak.

13.1.3. To'g'on inshootlari uchun zaminni tayyorlash va uni yaxshilash usullari

To'g'on inshootlari uchun zaminni tayyorlash. Bu ishlar to'g'on tovonini berilgan sath belgisigacha kotlovanni ochish, qoya yuzasiga ishlov berish va uni tozalash, beton ishlari boshlangunga qadar yuzani harorat va boshqa ta'sirlardan himoyalash, to'g'onning beton qismi tovonini zamindagi jinslar bilan bog'lanishini ta'minlashdan iborat.

Qoyali zaminda kotlovanning o'lchamlari to'g'onning beton qismi tovonining shakli va to'g'onni zamin va qirg'oqlar bilan tutashgan qoyani o'yib o'rnatish chuqurligi bo'yicha aniqlanadi; bunda qurilish ishlari uchun avtomobil yo'llari, kran osti yo'llari va boshqalar hisobga olinadi.

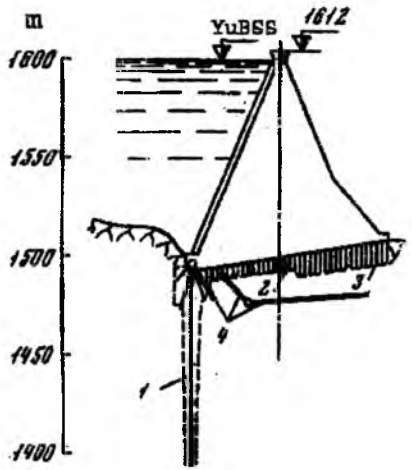
Qoyani o'yib o'rnatish chuqurligi yoki to'g'on tovonini sath belgisini o'rnatish texnik va iqtisodiy jihatdan katta ahamiyatga ega. Yuqori bosimli to'g'on mustahkam qoyaga qurilgan bo'lishi, barcha yuklamalarni o'ziga ishonchli qabul qilish qobiliyatiga ega bo'lishi lozim. Amaliyotda quyidagilar qilinishi kerak: 1) zamindan allyuvial va delyuvial yotqiziqlarni olib tashlash; 2) portlatish ishlarini qo'llamasdan bo'laklarga ajraladigan qoyani olib tashlash; 3) pastda joylashgan massivga nisbatan, bo'laklarga ajralmaydigan kuchsizroq bo'lgan yuqori qatlamini olib tashlash hamda kuchsizlangan material joyini olib tashlash.

Qoyani qazish odatda ekskovator bilan bajariladi, shu bilan birga bo'laklarga ajralmaydigan qoyani oldindan portlatish bilan buziladi, ammo inshoot tovonini loyihaviy sath belgisidagi qoya yuzasini portlatish ishlari buzilmasligi kerak va mustahkam bo'lgan o'tkir pog'onalar bo'lishi lozim. Bu talablarni bajarish uchun oxirgisi (chuqurlik bo'yicha) 0,5...1 m qoyani perforatorli burg'ulash yordamida yoki otboyka bolg'alari bilan qo'lda, ponalar, katta bolg'alar yordamida olib tashlanadi.

Agar zamin atmosfera ta'sirlarida qattiqligi va mustahkamligi kamayadigan jinslar (slanslar, opoklar, argillitlar) dan tuzilgan bo'lsa, beton quyilishidan oldin zaminning oxirgi qatlami kichik uchastkalar bo'yicha ochiladi. Bunday zaminlarni nurashdan saqlash uchun asfalt qoplama bilan qoplash tavsiya etilishi mumkin.

Betonlashdan oldin qoyali zamin loyli gruntdan, balchiqdan, tashlandiq narsalardan, moy va neft qolidiqlaridan va shunga o'xshash materiallardan tozalanadi.

Birinchi qatlam betonlangandan keyin zamin sementlanadi (13.5-rasm). To'g'on tovonining yuqori qismida, ayniqsa filtratsiyaga qarshi to'siq parda zonasida, tovon chokida cho'zuvchi kuchlanishlar paydo bo'lishi mumkinligi sababli bog'lovchi sementlash qili-



13.5-rasm. **Litiyen (Eron) to'g'oni zaminini sementlash:**
1 – filtratsiyaga qarshi to'siq; 2 – og'lovchi sementlash; 3 – mustahkamlovchi sementlash; 4 – zamindagi drenaj.

nadi. To'g'onning o'rta pastki qismlaridagi qoyali grunt ustiga kontaktli va mustahkamlovchi sementlash qilinadi, chunki bu yerda katta siquvchi kuchlanishlar sodir bo'ladi yoki to'g'on pastki qismi oldida zamin bikrligini oshirish zarurati vujudga keladi. Zamin har xil jinslar bilan tutashgan joylarda mustahkamlovchi sementlash qilinadi. Bog'lovchi sementlash qoyali zamin va to'g'on tovoni o'rtasidagi bo'shliqlarni to'ldirish uchun xizmat qiladi. Bu bo'shliqlar qoyali grunt ustiga yotqizilgan betonning qotish jarayonida sodir bo'ladi.

Zaminda mustahkamlovchi sementlashni olib borish uchun shaxmat tarzda yoki kvadrat to'r bo'yicha quduqlar burg'ulanadi. Quduqqa metall quvurlar o'rnatiladi, ular to'g'on poydevor qismining beton qalinligiga teng bo'lgan miqdorda zamindan yuqoriga chiqariladi. Sementli qorishma bosimi ostida yuboriladi, shunga ko'ra yuborilgan qorishma natijasida zamindagi jinslarni ko'tarilmasligiga qarshi yuklama hosil qilish maqsadida to'g'on poydevor qismiga kiruvchi balandligi 3...5 m li beton qatlami oldindan yotqiziladi.

Zamindagi mustahkamlovchi sementlash chuqurligi 7...15 m ga yetadi, bog'lovchi sementlash uchun esa quduqlar 3...5 m chuqurlikda burg'ulanadi.

1 m uzunlikdagi quduqda, 0,1 MPa (1 atm) bosimda, 0,01 l/minut dan kam bo'lmagan suv singdiradigan seryoriq jinslarni sementlash mumkinligi amaliyotda tasdiqlangan.

Zaminlarni yaxshilash usullari. Qoyali zaminlarning noqulay xossalarini, masalan, nojinsliligi (har xil qattiqlikdagi jinslarni mavjudligi), qattiq jinslar orasiga kuchsiz qo'shilganda, katta va notekis deformatsiyalanish, tektonik zonalarning mavjudligi, siljishga kam qarshilik ko'rsatishi, har xil konstruktiv - qurilish tadbirlarni o'tkazish natijasida kamaytirish yoki umuman yo'q qilinishi mumkin. Yuqorida keltirilgan noqulay xossalarni yo'q qilish uchun zamin yaxlit sementlanadi, yoriqlar va tektonik zonalarni beton bilan bekitib tashlanadi, massivlar bir-biri bilan ankerlar yordamida bog'lanadi, qoziqlar va panjaralar yordamida, qatlamlar orasiga shponkalar o'rnatilib zamin qattiqligi oshiriladi, kuchsiz jinslarni boshqa material bilan almashtiriladi, kuchsiz zonalar yopmalar yoki gumbazlar bilan yopiladi, zaminda va qirg'oq bilan tutashgan joylarda drenajlar o'rnatiladi.

Zaminni yaxlit sementlash. Zaminni yoki uning qandaydir zonasini yaxlit sementlash, zamin deformatsiyalanishini umuman

kamaytirish (uning qattiqligini yoki deformatsiya modulini oshirish) hollarida qo'llaniladi. Bunday turdagi ishlar asosan arkali va ko'p arkali to'g'onlar uchun, kamdan-kam gravitatsion va massiv — kontrforsli to'g'onlar tayanishini yaxshilash uchun bajariladi. Yaxlit sementlash mustahkamlovchi sementlash kabi, ammo ba'zida zaminning katta chuqurliklarini va oblastini egallaydi. Bu sementlash seryoriq jinslarda, ayniqsa tektonik yoki nurash natijasida hosil bo'lgan rivojlangan seryoriq jinslarda samaralidir. Sementlashning samara berishi uchun yoriqlarda loyli to'ldirgichlar bo'lsa, u oldindan yuvib tashlanadi. Buni bir guruh burg'u quduqlarga bosim ostida suv yuboriladi, bitta qoldirilgan yuvuvchi quduqdan esa to'ldirgichlarni chiqarib yuborish yo'li bilan bajariladi. Bu quduq yuvib bo'lingandan keyin xuddi shu yo'l bilan keyingisi yuviladi.

Yaxlit sementlash seryoriqlarning geologik tuzilishi va tavsifiga ko'ra deformatsiya modulini 1,5...3 va undan ko'proq oshiradi. Sementlashni samara berishini har bir alohida holat uchun tajriba ishlari bo'yicha tekshiriladi.

Qattiqlikni oshirishdan tashqari yaxlit sementlash zaminning mustahkamligini va suv o'tkazmasligini va birmuncha uni siljishga qarshilik ko'rsatishini oshiradi. Qatlamli jinslarda yaxlit sementatsiya qatlamlarga normal yo'nalgan deformatsiya modulini oshiradi, shu sababli zaminning anizotropiya darajasi kamayadi.

Yoriqlar va tektonik zonlarni beton bilan bekitish. Bo'sh material bilan to'lg'azilgan yoki ochilib qolgan yirik yoriq, tirqishlar va tektonik zonalar, shuningdek, ayrim yupqa kuchsiz qatlamlar zaminni bir jinslikka ega bo'lishi, to'g'onda kuchlanishlar to'planmasligi, uni ustuvorligini ta'minlash maqsadida kerak bo'ladigan chuqurlikda yoki uzunlikda zichlanadi va mustahkamlanadi.

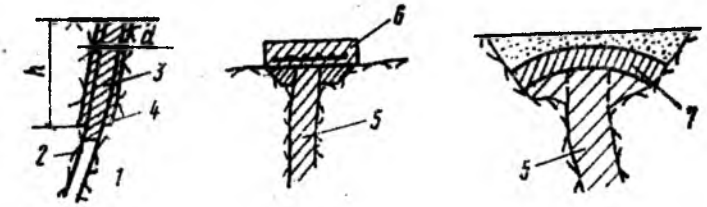
Yuza tomondan ochiq bo'lgan yirik yoriqlar va tektonik zonalarni (13.6-rasm) to'ldirgichlardan tozalangandan so'ng (bosim ostidagi suv oqimi bilan) va qoyaga ishlov berilgandan keyin betonlanadi. Mustahkam qoya oldida kuchlanish to'planishi hosil bo'lmasligiga yo'l qo'ymaslik uchun vertikal yoki vertikalga yaqin to'g'on tovoni $h = (1...1,5)\,d$ yetarli bo'lgan chuqurlikda bekitiladi, bunda d — yoriq kengligi. Yoriqning juda yotiqroq qiyaligida uni bekitish chuqurligi katta bo'lishi kerak, umuman bekitish chuqurligi zaminning kuchlanish holatini tahlil qilib quyidagi shart bo'yicha aniqlanadi, agar u izotrop va oblasti aniqlangan bo'lsa, bunda tirqish-

ning uncha ahamiyati bo'lmaydi. Yirik kuchsiz zonalarda modellashtirish uslubidan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

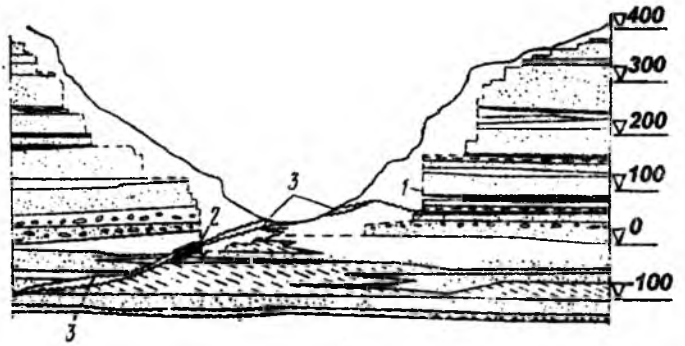
Yoriqlarni bekitish uchun beton sinfiga kelganda, u deformatsiyalanishi bo'yicha zamindagi qoyali massivning o'rtacha deformatsiyalanishiga taxminan mos kelishi lozim.

Gravitatsion to'g'on zamini kuchli qoyali bo'lganda maydalangan oblastga va kuchsiz zaminga beton to'ldiriladi.

Agar tektonik zona kotlovanga chiqmasa, uni betonlash gorizontal yoki qiyaroq kovlangan yer osti yo'lidan olib boriladi. 13.7 - rasmda Varragam to'g'onini qirg'oq bilan tutashgan ichi bo'sh (ko-



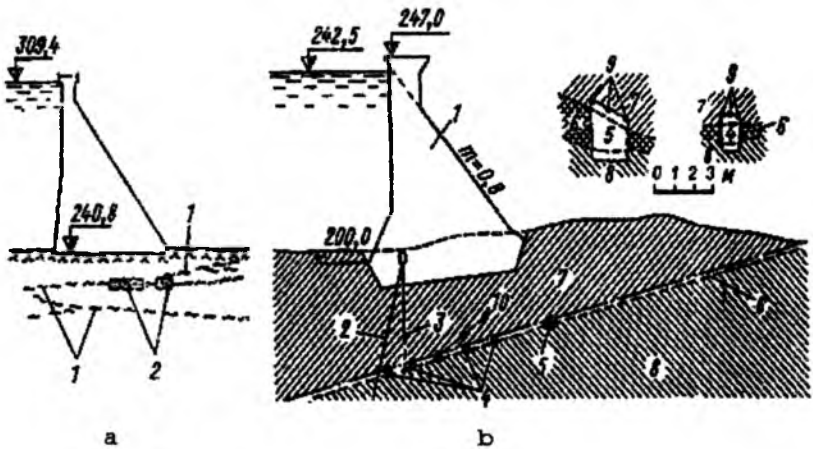
13.6-rasm. **Yirik tirqishlar va tektonik zonalarni bekitish:** 1 – qoya; 2 – yoriq; 3 – yoriq devorlarini bo'laklab beton bilan bekitish; 4 – kontaktlar va zonalarni sementlash: 5 – yupqa beton bilan yoriqni bekitish; 6 va 7 – mos ravishda yoriqni yoki zonani bekitish uchun temir-betonli plita yoki gumbaz.



13.7-rasm. **Varragam to'g'onidagi tektonik zonani bekitish:** 1 – kotlovan; 2 – zona 3 – ni beton bilan berkitish; 3 – beton bilan to'ldirish; 4 – zonani beton bilan bekitish.

vak) tashqi zonasini bekitish ko‘rsatilgan. Bu zona kotlovani ochilgandan keyin qirg‘oq qiyaligining xavfli deformatsiyalari (yuqorida joylashgan jinslar og‘irligi ta’sirida) bilan xavf tug‘dirishi mumkin edi va shuning uchun maxsus shaxta orqali oldindan bekitilgan.

Ayniqsa loyli materiallardan to‘lgan ba’zi bir yoriqlar to‘g‘on siljishi uchun xavfli yo‘llar hisoblanadi (agar ular pastki befdagi yuzaga chiqsa) (13.8-rasm, a). Torrexon to‘g‘onidagi kabi jinslar kontakti xavflidir, bu yerda diabazlar va slanslar chegarasida kuchsiz ampelitli slans qatlami yotadi (13.8-rasm, b). Agar zaminning deformatsiya shartlari bo‘yicha yoriqni to‘liq bekitish talab qilinsa, unda bu holatlarda siljishga qarshilikni oshirish uchun betonli shponkalar o‘rnatiladi. Bunday shponkalar kuchlanishni yuqori massivdan mustahkam bo‘lgan pastki massivga uzatadi (13.8-rasm, b dagi detal).



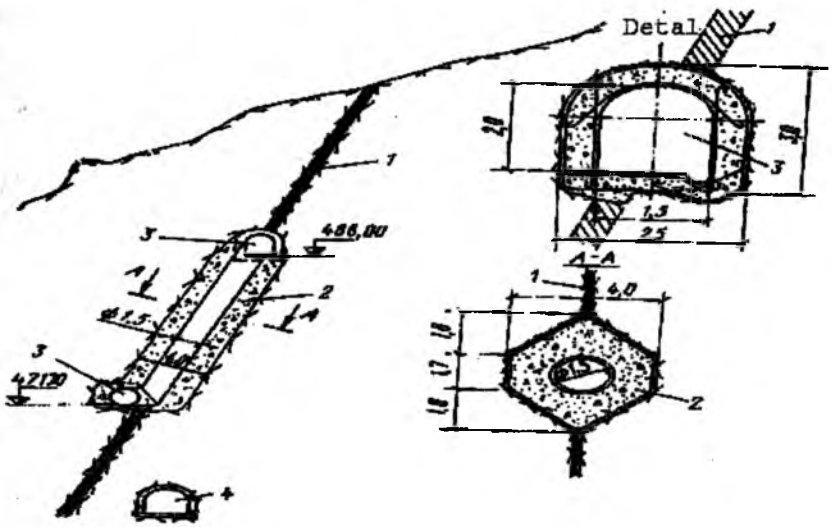
13.8-rasm. **To‘g‘on zaminini siljishga qarshiligini oshirish uchun shponkalarni o‘rnatish:**

a – Grand-Piter to‘g‘oni (AQSH); 1 – siljish bo‘yicha xavfli zonalar; 2 – betonli shponkalar; b – Torrexon to‘g‘oni (Ispaniya); 1 – to‘g‘on profili; 2 – filtratsiyaga qarshi to‘siq parda; 3 – drenaj; 4,5 – betonli shponkalar; 6 – ampelitli slans; 7 – slanslar; 8 – diabazlar; 9 – sementlanadigan quduqlar; 10 – kuzatuv galereyasi.

Xuddi shunday shponkalar Santa-Evlaliya to'g'onini qirg'oq bilan tutashgan joylarida ham o'rnatilgan. Kuzatuv va nazorat qilish qurilmalari bilan birgalikdagi shponka detali 13.9- rasmda ko'rsatilgan.

Mayda bo'laklarga bo'lingan qoyali zaminni har xil biriktiruvchilar, qoziqlar va konstruksiyalar bilan mustahkamlash. Agar qoyali zamin yoriqlarga ajralgan bo'lsa, uni sementlash yetarli bo'lmaydi yoki uni samarasi kam bo'ladi. Bu holatda zamin yaxlitligi po'lat yoki metall anker ko'rinishidagi biriktiruvchilarni o'rnatish bilan ta'minlanadi.

Masalan, Kastiyon to'g'oni yonidagi qirg'oq qiyaligi yaxlitligini ta'minlash uchun betonli konforslar (13.10-rasm. a,1) o'rnatilgan, ular po'lat ankerlar (2) bilan qoyaga qisilgan. Po'lat ankerlar diametri 30 sm li burg'u quduqlarga joylashtirilgan va qoyaga 30...40 m chuqurlikda sementlangan (3). Ankerlar 9 MN (900 t) zo'riqish bilan tortilgan.



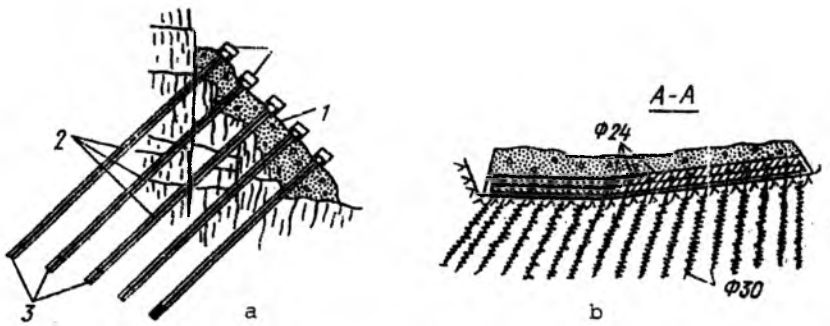
13.9-rasm. **Santa-Evlaliya to'g'oni (Ispaniya) qirg'oq bilan tutashgan joyida yoriqdagi shponka:**
1 – yoriq; 2 – betonli shponka; 3 – drenaj galereyasi; 4 – aylanib o'tuvchi tunnel.

Loyli qatlamlanishga ega bo'lgan kuchsiz qoyali zamin, masalan, Aventino kontrforsli to'g'onini qoyamas gruntli zaminga qoziqli qurilmalarni o'rnatish usuli kabi mustahkamlanadi (13.10-rasm. b). Aventino to'g'on zamini diametri 9,5 sm li quduqlarga sementlangan, 24 va 30 mm li ankerlar ko'rinishidagi qoziqlar bilan mustahkamlangan.

To'g'on tovoni ostida uning yuqori tomonidan filtratsiyaga qarshi to'siq pardalar o'rnatiladi (13.5- rasmga qarang), va vodiyning yonbag'irlariga biroz uzunlikda davom ettiriladi. Ular burg'u quduqlar qatori ko'rinishida bo'lib, ularga ko'pincha sementli qorishma yuboriladi. U yoriqlarni to'ldiradi va kam suv o'tkazadigan to'siq hosil qiladi. Ba'zi bir hollarda to'siq paradalar zaminga kiritilgan betonli to'siq pardani ifodalaydi.

Qoyali zaminlarda to'siq pardaning chuqurligi zamin yuzasidan tirqishning chuqurlik bo'yicha tarqalishiga bog'liq: suv o'tkazadigan jins qalinligi kichik bo'lganda to'siq parda suv o'tkazmaydigan jins qatlamigacha yetkaziladi: qalinligi katta bo'lganda—zonagacha, bu yerda jinslarning seryoriqligi shu qadar kamayadiki, burg'u quduqning solishtirma suv shimuvchanligi 0,01...0,05 l/minut gacha kamayadi (kichik raqam to'g'ondagi bosim 30 m gacha, katta raqam bosim 100 m va undan yuqori bo'lganda taalluqlidir). Amaliyotda to'siq parda chuqurligi to'g'ondagi bosimning 0,5...0,8 ni tashkil qiladi.

To'siq parda qalinligini aniqlovchi quduqlar bo'ylama qatorlari soni shunday belgilanadiki, bunda to'siq parda orqali o'tuvchi (u



13.10-rasm. **Zaminni ankerlar va qoziqlar bilan mustahkamlash:** a – Kastiyon to'g'oni; b – Aventino to'g'oni.

mutlaq suv o'tkazmydigan bo'lishi kerak) maksimal filtratsiya gradiyenti yo'l qo'yarlik qiymatdan katta bo'lmasligi kerak. Yo'l qo'yarlik gradiyent qiymati 13.5-jadvaldan aniqlanadi.

13.5-jadval

To'siq parda zaminining suv o'tkazuvchanligi		Yo'l qo'yarlik filtratsiya gradiyenti $J_{y.k}$
Solishtirma suv shimuvchanlik, l/minut	Filtratsiya koeffitsiyenti, sm/s	
0,05	1·10-4	10
0,03	6·10-5	15
0,01	2·10-6	20

To'siq parda tanasidagi maksimal filtratsiya gradiyenti (uning yuqori kesimi) $J_{y.k}$ taxminan to'siq pardadan oldin va keyin filtratsiya oqimi bosimlari farqini to'siq parda qalinligi nisbatiga teng. To'siq parda pastki qismi oxirida filtratsiya gradiyenti nulga teng, shuning uchun to'siq parda o'zgaruvchan qalinlikka ega: quduqlar bir necha qator bo'lganda ularning bir qatori to'siq pardaning yuqorisidan zaminning sementlanadigan qatlamini pastki qismigacha yetkaziladi.

Qatorlar orasidagi masofa qoyaning seryoriqlik ko'rsatkichiga bog'liq, odatda u 1,5...2 dan 3...4 m gacha bo'ladi; taxminan qatordagi quduqlar orasidagi masofa ham xuddi shunday.

Litiyen to'g'on ostidagi to'siq pardaning sementlash quduqlari joylashuvi 13.11-rasmda ko'rsatilgan (13.5-rasmga ham qarang). Murakkab geologik tuzilishda sementlash quduqlarni zaminning turlicha suv o'tkazuvchanligiga bog'liq holda har xil oraliq masofada joylashtiriladi va turli xil chuqurlikda bo'ladi.

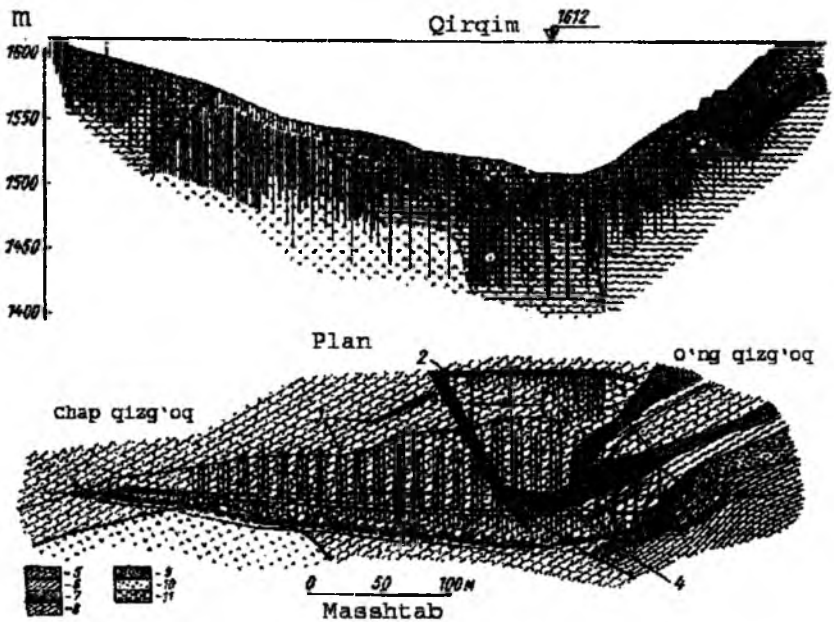
Quduqlar odatda tik (vertikal) ko'rinishda bajariladi, ammo tik yoki tik yoriqlarga yaqin joylashgan bo'lsa, ularni yoriqlarga qiya, imkoniyat darajasida perpendikular bajariladi. Oxirgi paytlarda to'siq parda quduqlari yuqori bef tomonga qiya qilib qurilmoqda.

Quduq diametrini 45...76 mm oralig'ida qabul qilinadi. Unchalik katta bo'lmagan sement qatlami yotqizilgandan keyin quduqlarga sement qorishmasi bosim ostida yuboriladi.

To'siq pardani o'rnatishda plastifikatorli qo'shimchalar qo'shilgan sementli qorishmadan foydalaniladi: gidrofil yoki gidrofob. Qoya

bo'shlig'ida jinslar karstlardan keyin joylashgan sharoitlarda beton yoki sement - loy qorishmasi yoki bitum bilan to'ldiriladi. Bitum yuborib bajariladigan to'siq pardalar nisbatan juda kam qo'llaniladi: ularni sementli to'siq parda agressiv suvlar ta'sirida kuchli korroziyaga uchragan hollarda qo'llash maqsadga muvofiqdir.

To'siq parda odatda to'g'on tanasi ichidagi maxsus galereyadan yoki to'g'onning bosimli qirrasi oldidagi maxsus betonli plitadan bajariladi (13.5-rasmga qarang): qirg'oqdagi to'siq pardalar yer yuzasidan olib boriladi, ularning chuqurligi katta bo'lganda – yaruslar bo'yicha joylashgan maxsus shtolnya ichidan olib boriladi. To'siq parda qudug'ining oxirgi uchastkasi ba'zida yelpig'ich ko'rinishida joylashtiriladi (13.11-rasmga qarang).



13.11-rasm. **Letiyen to'g'oni (Eron) sementli to'siq pardasi:**
1 – drenaj; 2 – pastki to'siq parda; 3 – GES binosi; 4 – yuqori to'siq parda (asosiy); zamin jinslari; 5 – oq kvarsitlar; 6 – qizil kvarsitlar; 7 – slanslar; 8 – slansli ohaktosh; 9 – brekchiy zonasi; 10 – yashil oligotsen; 11 – qizil kalsiy.

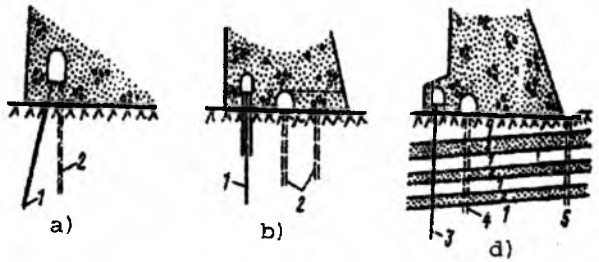
Planda qirg'oqdagi to'siq pardaning uzunligi va yo'nalishi quyidagilar asosida aniqlanadi: suv o'tkazmaydigan jinslarning nurash joyi bilan, to'g'onni aylanib o'tuvchi filtratsiya oqimining depressiya yuzasi holati bo'yicha, suv omboridan kutiladigan to'g'onni aylanib o'tuvchi suvning yo'qolishi hamda qirg'oq qiyaligining siljishiga qarshi ustuvorligi bo'yicha.

O'sha holatlarda, ba'zan sementli to'siq pardani o'rnatish qiyin (kuchsiz qoyaga, qoyali jinslar bo'sh gruntlar qatlami bilan almashganda bosim ostida qorishma yuborishga yo'l qo'yilmaydi) yoki tejamli bo'lmasa, to'siq parda betonli devor yoki kombinatsiyalashgan devor ko'rinishida o'rnatilib, ularning osti sementlanadi.

Zamindagi va qirg'oq bilan tutashgan joydagi drenajlar. Qoyali zamindagi drenajlar filtratsiya tartibini o'zgartiradigan kuchli vosita hisoblanadi, ba'zida hatto to'siq parda yoki ponurga nisbatan samarali bo'ladi. To'siq pardani va drenajni birga qo'llash maksimal samara beradi.

To'g'on ostidagi drenaj yoki zamindagi qator quduqlar, yoki galereyalar (shtolnyalar), yoki to'g'on tovonidagi bo'shliqlar, pastki bef bilan quvurlar, galereyalar, drenajlar ko'rinishidagi qurilmani ifodalaydi (13.12-rasm).

Diametri 20...25 sm dan kichik bo'lmagan qatorda bir-biridan 2...5 m masofadagi drenaj quduqlar sementli to'siq parda orqasida (pasti bef tomonga) joylashtiriladi. Agar qatordagi masofani *l* deb qabul qilinsa, unda drenaj qudug'i to'siq pardadan (2...3) *l* ga teng

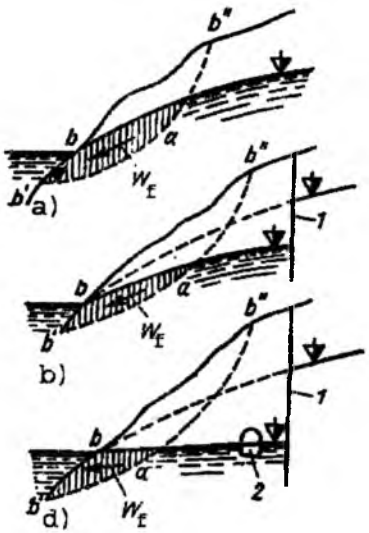


13.12-rasm. **To'g'on ostidagi drenaj sxemalari:**
a – qiya to'siq parda 1 va drenaj 2; b – alohida qismlardan bajarilgan vertikal to'siq parda 1 va drenaj 2; d – qatlamlangan zamindagi drenaj; 1–2 – mos ravishda suv o'tkazmaydigan va suvli qatlamlar; 3 – to'siq parda; 4 – drenaj; 5 – bo'shatuvchi quvurlar.

masofada joylashtiriladi, har ehtimolga qarshi 4 m dan uzoq bo'lishi kerak. Agar sementli va drenaj quduqlar to'g'on tanasidagi bitta galereyaga o'rnatilsa, unda drenajni vertikal qilinadi (13.12-rasm, a), yoki unisi ham bunisi ham har tomonga yo'nalgan qiya qilinadi. Lekin drenaj quduqlarini to'g'ondagi maxsus galereyadan qilish yaxshi natija beradi, undan suv pastki befga olib ketiladi (13.12-rasm, b). Bu holda drenajni ekspluatatsiya qilish yengillashadi: uning ishlashini rostlash, quduqlarni tozalash va boshqalar.

Drenaj ishini kuchaytirish uchun ikkinchi qator quduqlar qilinadi. To'g'on tovoni tagida, bo'ylama va ko'ndalang galereyalar tizimi bilan ham drenajni kuchaytirish mumkin (13.12-rasm, b).

Drenaj quduqlarining chuqurligi zaminning xarakteriga bog'liq. Yoriqlar nisbatan bir xil bo'lganda bu chuqurlik sementli to'siq parda chuqurligini 0,5...0,7 oralig'ida bo'ladi. Qatlamli zaminlarda drenaj quduqlari suvli qatlamni kesib o'tishi kerak (13.12-rasm, d). Yer osti suvlari oqimi juda ko'p bo'lsa yoki chuqur bosimli suvlar mavjud bo'lsa, to'g'on orqasida pastki befda bo'shatuvchi quduqlar bo'lishi kerak (13.12-rasm, d). Ular filtratsiya suvlari bosimi ostida qoyaning yuqori suv o'tkazmaydigan qatlamini buzilishdan saqlaydi.



13.13-rasm. **Pastki befga to'g'onni aylanib o'tuvchi filtratsiya sxemalari:**
a – to'siq parda bo'lmaganda;
b – to'siq parda (1) bo'lganda;
d – xuddi shunday, drenaj (2) o'rnatilganda.

To'g'on bilan qoyali massiv tutashgan qirg'oqdagi drenaj, bevosita to'g'on pastidagi qiyaliklar ustuvorligi uchun katta ahamiyatga ega.

To'g'onni qirg'oq bilan tutashgan joyida yuqori befdan pastki befga aylanib o'tuvchi filtratsiya oqimi paydo bo'ladi. Pastki befga yaqin filtratsiya gradiyenti ko'payadi (13.13-rasm, a) va shuning uchun qirg'oqdagi $b'bb'a$ massiviga teng ta'sir etuvchisi W_ϕ

bo'lgan katta hajmiy gidrodinamik kuch (*ab'b* shtrixlangan) ta'sir qiladi (13.13-rasm, a), bu kuch massivning siljishini keltirib chiqarish mumkin. To'siq parda (1) o'rnatilganda (13.13-rasm, b) bu kuchlar kamayadi, drenaj o'rnatilganda (13.13-rasm, d) deyarli yo'qoladi.

13.1.4. Betonni zonalar bo'yicha yotqizish va to'g'on qirralarining himoya qatlamlari

Betonning zonalar bo'yicha yotqizish. To'g'onni ishonchli ishlashini ta'minlash maqsadida va to'g'onni arzonlashtirish uchun ishlash sharoitlariga ko'ra uning alohida qismlariga har xil sinfli beton yotqiziladi, yani to'g'on zonalarga bo'linadi.

Zonalar bo'yicha betonni yotqizishning afzalliklari: 1) qimmat bo'lgan beton hajmlarini qisqartirish (kavitatsiyaga va sovuqqa chidamli va h.k); 2) har xil mustahkamlikdagi betonni buzilishiga va zonalarni uzoq muddat ishlashiga qo'yiladigan talablarni qondirish (sement hajmini kamaytirish; xususan arzonroq bo'lgan shlakli portlandsementlarini, putssolon, porlandsementlarni qo'llash va h.k); 3) yotqizilgan betonning harorat rejimini rostlashda xarajatlarni kamaytirish(kam issiqlik chiqaradigan sementlardan foydalanish); 4) har xil zonalardagi to'ldiruvchilarga qo'yiladigan talablarni kamaytirish.

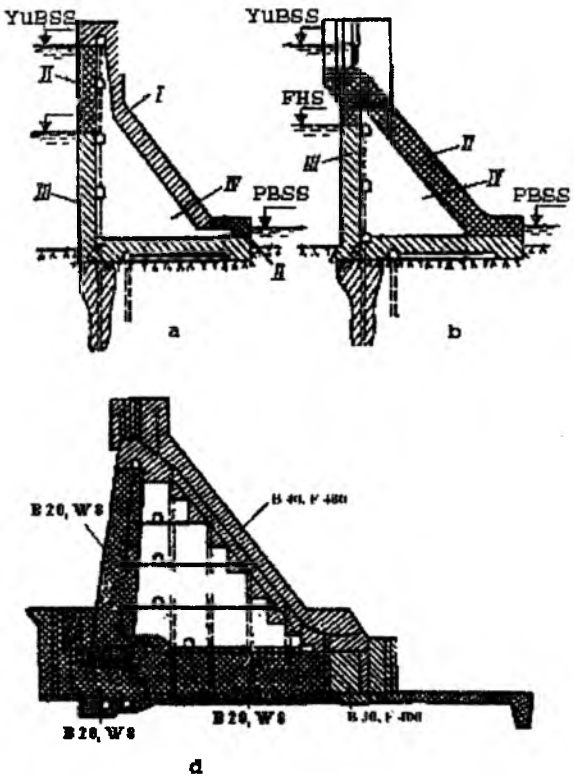
Zonalarga bo'lib betonni yotqizishining kamchiliklari: 1) beton xo'jaligi hajmini oshishi va murakkablashishi (har xil to'ldiruvchilar, qo'shimchalar, ikki uch xil turdagi sementlarning mavjudligi); 2) ish suratini biroz kamayishi.

Zonalarga bo'lib qo'llanishning iqtisodiy samaradorligi inshoot bo'yicha umumiy betonning taxminan 10...20 % ni tashkil etadi. Qurilish me'yorlari va qoidalariga ko'ra to'g'on to'rtta zonaga bo'linadi (13.14-rasm); I atmosfera ta'siri ostida joylashgan, suv oqib tushmaydigan to'g'on tashqi qismlari va ularning elementlari; II yuqori va pastki beflar suv sathlari o'zgarish chegarasidagi to'g'on tashqi qismlari; vaqti-vaqti bilan suv oqib tushadigan to'g'on qismlari va elementlari (suv tashlagichlar, suv chiqargichlar, suv urilma qurilmalarva h.k);

III tashqi hamda to'g'on zaminga tutashgan yuqori va pastki beflardagi foydalanish davridagi minimal suv sathidan pastda joylashgan; I–III zonalar bilan chegaralangan. IV to'g'on ichki qismi

(kontrforsli va yengillashtirilgan gravitatsion to'g'onlar yopiq bo'sh liqlariga tutashgan konstruksiyalar).

To'g'onda betonning to'rttadan ortiq sinfi bo'lmasligi kerak, katta sonli sinflar uchun maxsus asoslash talab etiladi. Profilda zonalar chegarasini betonlanadigan bloklarga bo'lish qurilish rejasi asosida belgilanadi, ammo har bir zona kengligi 2 m dan kam bo'lmasligi kerak. Amaliyotda ustunsimon qirqishda sovuqqa chidamli beton zonasi qalinligini blok uzunligiga teng qabul qilinadi: uzun bloklar bilan betonlanganda zona qalinligini 3...4 m dan kam qabul qilinmaydi; toktogul uslubida betonlanadigan hisobiy qalinlikka juda aniq rioya qilinishi kerak. Kavitatsiyaga va yeyilishga chidamli betonlarning minimal



13.14-rasm. **To'g'onlarda betonni zonalar bo'yicha yotqizish:** a – ustida suv o'tkazmaydigan; b – suv tashlaydigan; d – Zevsk (suv tashlaydigan); I, IV – QMQ bo'yicha har xil sinfli betonlar.

qalinligi 0,5...1,0 m bo'lishi kerak (ustunsimon qirqishda u blok uzunligiga teng). Har xil zonalardagi deformatsiya modulining bir xil bo'lmasligi ular tutashgan joyda kuchlanganlik holatini yaxshilash uchun ular orqali o'tish zonalarini o'rnatish yoki har xil yiriklikdagi to'ldirgichlarni qo'llab deformatsiya modulini rostlash mumkin.

13.6-jadval

Hisobiy yuklamalarga va ekspluatatsiya sharoitlariga muvofiq to'g'on har xil zonalari uchun mumkin bo'lgan beton sinflari

To'g'on zonasi	Beton sinfi	Sementning taxminiy sinfi, kg/m^3
1	2	3
Massiv - gravitatsion to'g'onlar		
Ichki	$B15, W2$ $B20, W4$	160 200
Suv ostidagi tashqi	$B20, W8, F100$ $B25, W8, F100$	230 250
Suv ustidagi tashqi	$B20, W8, F150$ $B25, W8, F150$	240 260
Yuqori befda o'zgaruvchan suv sathi	$B25, W8, F250$ $B30, W8, F300$	270 290
Poydevor qismlari (zamin bilan tutashtirish)	$B20, W8, F100$ $B25, W8, F100$	240 260
Pastki befda o'zgaruvchan suv sathida Vodosliv tomonlarini qoplash	Iqlimiy va ekspluatatsiya sharoitlariga ko'ra asoslash talab qilinadi Muvofiq tadqiqotlarni olib borish natijasida oqim tezligiga ko'ra asoslash talab qilinadi	
Arkali - gravitatsion to'g'onlar		
Ichki	$B15, W4$ $B20, W6$	180 220
Suv ostidagi tashqi	$B20, W10, F100$ $B25, W10, F100$	240 260
Suv ustidagi tashqi	$B20, W10, F150$ $B25, W10, F150$	250 270
Yuqori befda o'zgaruvchan suv sathida	$B25, W10, F250$ $B30, W10, F300$	280 300
Poydevor qismlari (zamin bilan tutashtirish)	$B20, W12, F100$ $B25, W12, F100$	250 270

Pastki befda o'zgaruvchan suv sathida Vodosliv qirrasini qoplash	Iqlimiy va ekspluatatsiya sharoitlariga ko'ra asoslash talab qilinadi Muvofiq tadqiqotlarni olib borish natijasida oqim tezligiga ko'ra asoslash talab qilinadi	
	Arkali to'g'onlar	
To'g'onning hamma tanasi	$\begin{cases} B30, W10, F200 \\ B35, W10, F300 \end{cases}$	290 325

Eslatma. S:S qiymati va tarkibni tanlash bo'yicha ma'lumotlar qurilish me'yorlari va qoidalarida keltirilgan.

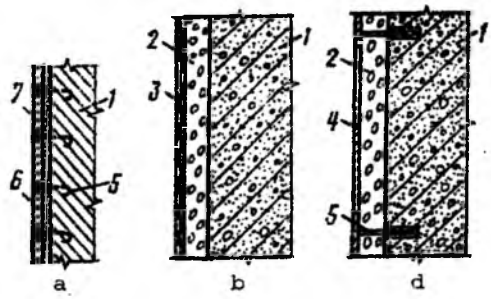
Ilgarigi vaqtlarda to'g'onning har xil zonalarida bir xil turdagi sement sarfi bilan har xil beton yotqizilgan, ba'zida sement sarfini balandlik bo'yicha kamaytirilgan: ishlab chiqarishdagi ba'zi bir qiyinchiliklar bir qator to'g'onlarda zonalashtirilishdan voz kechishga olib keldi (Buyulder, Dneproges to'g'onlar). Hozirgi vaqtda to'g'onning har xil zonalarida ko'pincha har xil turdagi sement ishlatiladi (portlandsement, putssolonli portlandsement, uch komponentli sement va boshqalar); bir qator yirik to'g'onlarda (ayniqsa qattiq sovuq iqlimli hududlarda) har xil zonalarda xossalari keskin o'zgaruvchan beton yotqiziladi, ko'p miqdordagi beton yotqizilganda zonalar o'lchamlari qurilish bloklari o'lchamlari bilan moslanadi (bog'lanadi). Uncha sovuq bo'lmagan sharoitlarda kichik sonli beton sinfini ishlatish mumkin. Betonni zonalar bo'yicha taqsimlashda odatda kontrforsli to'g'onlar qurilgan (Zevsk, Kirov, Andijon) (13.14-rasm, d). Yupqa arkali to'g'onlarda zonalashtirish juda kam qo'llaniladi. Baland arkali – gravitatsion to'g'onlarda balandligi bo'yicha betonni tekis yotqizish balandlik bo'yicha zonalashtirish prinsipiga olib keldi. Masalan, Dvorjak to'g'onida (219 m, 1968-1971-yillar, AQSH) beton sinflari B 21, B 15,5, B 10,5, B 8,5 mos ravishda zonalar balandligi 13, 30, 46 va 130 m da pastdan yuqoriga qarab yotqizilgan. Ba'zida to'g'onning pastki va yuqori qirralarida hamda kontrforslarning yon qirralari bo'yicha (kontrforsli to'g'onlarda) bir vaqtning o'zida qolip vazifasini bajaruvchi yuqori sinfli betondan tayyorlangan yig'ma yopmalar o'rnatildi (masalan, massiv-kontrforsli Andijon to'g'oni).

To'g'onning turli zonalarida har xil sinfli betonning tavsiya etiladigan dastlabki qiymatlari 13.6-jadvalda keltirilgan.

To‘g‘on qirralarining himoya qoplamalari (13.15-rasm). Bu qoplamalar quyidagilar uchun: 1) yuqori va pastki beflardagi o‘zgaruvchan sathlarda zonalarni buzilishdan himoya qilish; 2) haddan tashqari ko‘p filtratsiyani oldini olish (ayrim hollarda kichik sinfli betondan qurilgan to‘g‘onning yuqori qirrasida cho‘zuvchi kuchlanishlarga yo‘l qo‘ymaslik); 3) to‘g‘on tanasining suvning agressiv ta’siridan himoyalash; 4) to‘g‘on pastki qirrasini va tepasini haroratning katta farqidan himoyalash; 5) oqim harakat qilayotgan sirtlarni kavitatsiya ta’sirlaridan himoyalash; 6) oqim harakat qilayotgan sirtlarni cho‘kindilar tufayli yeyilishdan himoya qilish uchun mo‘ljallanadi.

Oddiy hollarda zonalar bo‘yicha quyilgan beton asosiy himoya qoplamasi hisoblanadi. Zonalar bo‘yicha betonni yotqizishda to‘g‘on qirralarida qo‘shimcha maxsus tadbirlarga yo‘l qo‘ymaslik kerak.

Qattiq sovuq iqlimda o‘zgaruvchan suv sathi zonalari jadal buzilishga uchraydi. Bu zonalarda buzilishga qarshi: 1) betonni sovuqqa chidamliligini oshirish yoki sovuqqa chidamliligi yuqori bo‘lgan qoplamalarni qo‘llash; 2) gidroizolatsiya to‘shamalarini va qoplamalarini o‘rnatish (gidroizolatsiya faqat o‘zgaruvchan sathdagi zonalarda bajariladi, suvga to‘yinishni kamaytiradi, ammo betonni buzilishiga olib keluvchi issiqlik, namlik jarayonini yo‘q qila olmaydi); 3) issiqlik gidroizolatsiyalarni qo‘llash (eng samarali, chunki buzilishga olib keluvchi issiqlik namlik jarayonini kamaytiradi yoki yo‘q qiladi) chora-tadbirlar qo‘yiladi.



13.15-rasm. **To‘g‘onning himoya qoplamalari:**
a – gidroizolatsiyali asfaltli ekran; b,d – polimerli issiq gidroizolatsiyali qoplama, mos ravishda sirpanuvchan qolipdan keyin quyiladigan va himoya devordan keyin qo‘yiladigan; 1 – beton; 2 – quyiladigan penoplast; 3 – armaturalangan epoksidli gidroizolatsiya; 4 – listli metall; 5 – anker; 6 – listli asfalt; 7 – to‘suvchi devor.

Bosimli qirra gidroizolatsiyasi. Gidroizolatsiya sifatida asfaltli suvoq (issiq yoki sovuq), bitum bilan bo'yash, tosh ko'mir smolali qoplama qo'llaniladi. Ularning kamchiliklari: 1) ultrafioletli nurlar ta'sirida buziladi; 2) past haroratlarda mo'rt; 3) cho'zilishga mustahkamligi kam; 4) rangi qora. Bitumli polimerli kompozitsiya yoki asfaltpolimerbeton eng yaxshi xossalarga ega. Kelajakda polimerli gidroizolatsiya qoplamalari keng rivojlanishga ega (shisha toladan bajarilgan armaturalovchi qatlamli oksidli bog'lovchi bilan), hozircha ularni narxi yuqori. Kombinatsiyalashgan qoplamalar ishlab chiqilgan (toshko'mir yelimidan va shisha matodan armaturalanadigan epoksidli); ular ancha tejamli, yuqori sovuqqa chidamlilikka, suv o'tkazmaslikka, cho'zilishga yetarli mustahkamlikka, rangni o'zgartirish imkoniyatiga ega; ishlarni bajarish ob-havoga bog'liq bo'ladi. NIS Gidroproyekt ma'lumotlari bo'yicha shunday uch qatlamli qoplama sovuqqa chidamliligi 1000 sikldan yuqori, suv o'tkazmasligi bosim 3 MPa gacha bo'lganda konstruksiyada yoriqlarning ochilishi 2 mm gacha yo'l qo'yiladi.

Issiq gidroizolatsiya, uni kimyoviy vositalar bilan zararsizlantirilgan yog'ochdan (xizmat qilish muddati 20...25 yil), asfalt-betondan, yengil asfalt-betondan (masalan, asfaltokeromzit betondan), penoplastilin (xususan, penoepoksidli tarkiblar va boshqalar) dan bajariladi. NIS Gidroproyektda suv o'tkazuvchanligi 0,4...0,6 MPa da, issiqlik o'tkazuvchanligi 0,035...0,092 $Vt/(M \cdot °C)$, harorat o'tkazuvchanligi $5 \cdot 10^{-4}...10 \cdot 10^{-4}$ m^2/s, issiqlik sig'imi 0,71...1,34 kJ $(kg \cdot °C)$ li penoepoksid qoplamasi olingan. O'zgaruvchan sathlarda bu zonalarda eng samarali konstruktiv tadbir — issiqlik gidroizolatsiyadir.

Muz ta'sirida polimer qoplamalar maqsadga muvofiqdir — epoksidli armaturalash, muz bo'lmaganda — elastoneoprenovli epoksidnokauchukli va hokazolar. Agressiv suvlarda suv osti zonasini issiq asfalt qorishmasidan asfalt suvoqli gidroizolatsiya; sovuq asfalt gidroizolatsiyali suvoq yoki yelimlangan gidroizolatsiya qilib bajarish mumkin; sathi o'zgaruvchan zonalarda qo'shimcha himoya qatlamlari o'rnatiladi. Kelajakda polimer materiallarni qo'llash ko'zda tutiladi.

Gravitatsion to'g'onlarning pastki qirralari issiqlikni himoya qiluvchi qatlamlarga ega emas (ammo ularni ekspluatatsiya davrida issiqlik kuchlanish holatini rostlash uchun qo'llash mumkin). Havo

qatlamli issiqlikni himoya qiluvchi devor o'rniga penoplastlarni, yengil betonlarni, penoepoksid tarkiblarni va boshqalarni qo'llash mumkin.

Nazorat savollari

1. Betonli va temir-betonli to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumot bering?
2. Betonli va temir-betonli to'g'onlarni loyihalashga qanday talablar qo'yiladi?
3. Betonli va temir-betonli to'g'onlarning qanday turlari bor?
4. To'g'onning asosiy turlari qanday tavsifga ega?
5. Qoyali zaminlarda quriladigan to'g'onlar qoyamas zaminlarda qurilganlarga nisbatan nima bilan farqlanadi?
6. Massiv Gravitatsion to'g'on zaminida vertikal kontaktli kuchlanishlar qanday taqsimlanadi?
7. Gidrotexnik betonga qanday talablar qo'yiladi?
8. Gidrotexnik betonning qanday asosiy fizik-mexanik xossalarini bilasiz?
9. Gidrotexnik betonning markaziy siqilish va cho'zilishga mustahkamligi bo'yicha sinflarini aytib bering?
10. Gidrotexnik betonning suv o'tkazmaslik va sovuqqa chidamlilik bo'yicha qanday markalari belgilangan?
11. Beton konstruksiyalarini kavitatsiyaga chidamliligi va yoyilishga qarshiligi qanday oshiriladi?
12. To'gon inshootlari uchun zaminni tayyorlash qay tarzda bajariladi?
13. Zaminlarni qanday yaxshilash uslublari mavjud?
14. Betonni to'g'on zonalari bo'yicha o'tqizishni tushuntirib bering?

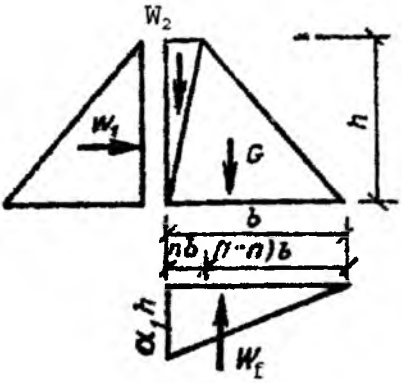
XIV BO'LIM. QOYALI ZAMINLARDAGI USTIDAN SUV O'TKAZMAYDIGAN BETONLI GRAVITATSION TO'G'ONLAR

14.1. Massiv gravitatsion to'g'onlar

14.1.1. To'g'on profili

Gravitatsion to'g'onning tejamli profilini qurish asoslari. Siljishga qarshi ustuvorligi xususiy og'irligi bilan ta'minlanadigan to'g'onlar gravitatsion to'g'onlar deb ataladi. Ular qatoriga ustidan suv o'tkazmaydigan va suv o'tkazuvchi to'g'onlarni kiritish mumkin. Bu to'g'onlarda asosiy siljituvchi kuch bo'lib gidrostatik bosimning gorizontal tashkil etuvchisi hisoblanadi. Ushlab turuvchi kuch bo'lib esa, doimiy foydali yuklamadan tashkil topgan va to'g'onning xususiy og'irligiga bog'liq bo'lgan ishqalanishning reaktiv kuchi, shuningdek to'g'onning suvga botgan gorizontal qismiga ta'sir qiladigan gidrostatik bosimni tashkil etuvchi kuchlari hisoblanadi. Chunki suv tomonidan qo'yiladigan yuk to'g'onlar ustuvorligini oshiradi, ko'ndalang kesimini suvning gidrostatik bosim kuchidan maksimal foydalaniladigan qilib bajarilishini ta'minlaydi.

To'g'onning nazariy profili uchburchak shaklida qabul qilinadi. Uchburchakning asosi bo'yicha kengligi b, balandligi h va qirralar qiyaliklari yotiqliklari nb va $(1-n)b$, bunda $n<1$ (14.1-rasm). To'g'onga ta'sir etuvchi asosiy yuklamalar, uning xususiy og'irligi G, suvning gidrostatik bosimlari W_1, W_2 va filtartsiya bosimi. W_f To'g'onning siljishga qarshiligi, uning og'irligiga proporsional bo'lgan urinma kuchlarni paydo bo'lishiga bog'liq bo'ladi, ya'ni $f_s(G+W_2-W_f)$, bunda W_s – siljishga qarshilik koeffitsiyenti, $f_s+cb/(G+W_2-W_f)$ ga teng. Xususiy og'irlik bosimi va suvning gidrostatik bosimi uchburchak shaklidagi epyura uchidan uning asosi tomoniga proporsional ravishda oshib boradi. Profilda hosil bo'ladigan kuchlanishlar, balandlik bo'yicha hamda chiziqli qonuniyat bo'yicha o'zgaradi (zaminga yaqin zonadan tashqari). Bu hol asosiy profil sifatida uch-



14.1-rasm. **To‘g‘on uchburchakli profiiining hisobiy sxemasi.**

burchak qabul qilinishiga sabab bo‘ladi. To‘g‘onning tejamkor profilini qurish uchun berilgan balandlik h bo‘yicha asos kengligi b ni topishdan, bundan zamin bo‘yicha siljishga va mustahkamlikka ustuvorlik sharti bajarilishi kerak, ya’ni profilda cho‘zuvchi kuchlanishlar bo‘lmasligi va siquvchi kuchlanishlar yo‘l qo‘yarlik qiymatlargacha chegaralangan bo‘lishi kerak. Gravitatsion to‘g‘onlar profilini hisoblashda odatda ikki o‘lchamli masala ko‘rib chiqiladi (ikki tomoni ochiq deformatsiya choklari bo‘lganda), ya’ni to‘g‘on o‘qi tekisligiga faqat normal ta’sir etuvchi kuchlar hisobga olinadi.

Betonli to‘g‘onlarning asosiy mustahkamlik sharti – gorizontal yoriqlarni paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladigan, betondagi filtratsiya natijasida gorizontal bloklardagi choklar ochilib, u suffoziya jarayonini rivojlantirib inshootni uzoq muddat ishlashni kamaytiradigan cho‘zuvchi kuchlarni bo‘lmasligidir.

Ba’zi bir yaqinlashuvdan keyin nomarkaziy siqilish formulasi bo‘yicha to‘g‘on profilidagi kuchlanish aniqlanadi (to‘g‘on bir metr uzunligida), cho‘zuvchi kuchlanishlar bo‘lmasligi shartiga asosan quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\sigma_y = \frac{N}{b} - \frac{6M}{b^2} = 0, \qquad (14.1.)$$

bunda: $N = G + W_2 - W_f$); M – zamin profilining og‘irlik markaziga nisbatan G, W_2, W_f kuch momentlari.

(14.1.) formulaga kuchlar qiymatlarini qo'yib, zamindagi kenglikni aniqlash mumkin:

$$b = \frac{h}{\sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma}(1-n)+n(2-n)-\alpha_1}}, \qquad (14.2.)$$

bunda: γ_1 va γ – mos ravishda beton va suvning hajm og'irliklari; α_1 – filtratsiyaga qarshi tadbirlar natijasida filtratsiya bosimi pasayish darajasi.

Amaldagi me'yorlar to'g'on tanasidan cho'zuvchi kuchlanishlarga yo'l qo'ymaslikdan tashqari bosimli qirrada siquvchi kuchlanishlarni biroz zaxira bilan ta'minlashni talab qiladi $\sigma_y = 0{,}25\gamma H$ (qarshi bosim hisobga olinmagan). Bunda H – kesimni yuqori bef sathidan pastga tushishi. Bu holda (14.2.) quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$b = \frac{h}{\sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma}(1-n)+n(2-n)-0{,}25}}. \qquad (14.3.)$$

Ildiz ostidagi ifodani n bo'yicha differensiallab va hosilani nolga tenglashtirib, n ning qiymatiga ega bo'lamiz, bu qiymatda b minimal bo'ladi:

$$n = \left(2 - \frac{\gamma_1}{\gamma}\right)/2. \qquad (14.4.)$$

Betonning hajm og'irligi $\gamma_1 = 2{,}4t\ /m^3$ va suvning $\gamma = 1t\ /m^3$ bo'lganda $n = -0{,}2$ qiymatga teng bo'ladi, ya'ni profilning bosimli qirrasi yuqori bef tomonga og'ishi kerak. Ishlab chiqarishda bunday qiyalikni hosil qilish qiyinchilik tug'diradi, shuning uchun $n = 0$ qabul qilinadi, ya'ni bosimli qirra vertikal bajariladi.

Siljishga ustuvorlikni quyidagi ko'rinishda yozishimiz mumkin:

$$K_s W_1 = f_s N \qquad (14.5.)$$

bunda: K_s – ustuvorlik zaxira koeffitsiyenti.

Bu ifodaga ta'sir etuvchi kuchlarni qiymatini qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz.

$$K_s \frac{\gamma h^2}{2} = f_s \frac{bh}{2}(\gamma_1 + \gamma n - \gamma \alpha_1). \qquad (14.6.)$$

bunda

$$b = \frac{K_s h}{f_s\left(\frac{\gamma_1}{\gamma} + n - \alpha_1\right)}. \qquad (14.7.)$$

Qoyali zaminlar uchun $f_s = 0{,}7$ bo'lganda; $\gamma_1 = 2{,}4t\ /m^3$; $n = 0$; $\alpha_1 = 0{,}4$ va (chegaraviy holatda) $K_s = 1$ $b \approx 0{,}71h$ ga ega bo'lamiz.

(14.2) va (14.7) ifodalarni tenglashtirib, siljish koeffitsiyenti f_s qiymatni aniqlash mumkin, bu qiymatda berilgan profil uchun mustahkamlik va ustuvorlik shartlari ta'minlanadi:

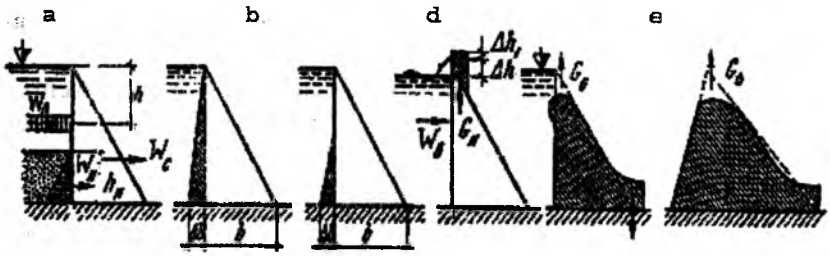
$$f_s = K_s \sqrt{\frac{\gamma_1}{\gamma}(1-n) + n(2-n) - \frac{\alpha_1}{\left(\frac{\gamma_1}{\gamma} + n - \alpha_1\right)}}. \qquad (14.8.)$$

(14.8.) formulaga kiruvchi kattaliklar qiymatlari yuqori qabul qilinsa $f_s \approx 0{,}7$ teng bo'ladi. $f_s < 0{,}7$ bo'lganda kuchlanganlik holati bo'yicha profil eng qulay, uning ustuvorligini ta'minlash uchun kengaytirishga to'g'ri keladi; $f_s > 0{,}7$ bo'lganda eng qulay profil ortiqcha zaxiraga ega bo'ladi.

Yuqorida keltirilgan profilni tahlil qilishda pastki befdagi suvning yuklamasi va to'g'on tepasini kengaytirish hisobga olinmadi. Baland to'g'onlar uchun bu yuklama qiymati juda kichik va profilni dastlabki tanlashda hisobga olmasa ham bo'ladi.

Gravitatsion to'g'onning haqiqiy profillari. Yuqorida to'g'onning xususiy og'irligi, gidrostatik (shu jumladan filtratsiya) bosimlari ta'sirida nazariy profil ko'rib chiqildi. Haqiqiy sharoitlarda to'g'onga boshqa yuklamalar ham ta'sir qiladi: yuqori befdagi cho'kindilar bosimi; muz qatlamining bosimi; to'lqin bosimi; seysmik yuklamalar va hakozolar. Bular to'g'on profilini biroz o'zgartirish zarurligiga sabab bo'ladi. Ba'zi bir ekspluatatsiya talablari va tirqishlarni o'rnatishni ham profilni o'zgarishiga sabab bo'ladi.

Demak, cho'kindilarning bosim kuchi W_{ch} va muz bosimi W_m va seysmik kuchlar W_s (14.2-rasm, a) to'g'on tovonini kengaytirish va qiyalik hosil qilishni (to'liq yoki qisman, 14.2-rasm, b) talab qiladi; yuqori befdagi to'lqin ta'sirida (14.2-rasm, d) gorizontal kuchlarni ko'payishdan tashqari to'g'on tepasini Δh qiymatga oshirishni talab qiladi, bunga ekspluatatsiya zaxira balandligi Δh_1 qo'shiladi (14.2-rasm, d), bu esa asosiy profil ustiga og'irligi G_H bo'lgan ustki qavatni qurishni taqozo etadi. Ustki qavatning qurilishi ba'zida yuqori qirrani qo'shimcha qiyaligini keltirib chiqarishiga sabab bo'ladi.



14.2-rasm. **Qo'shimcha ta'sir qiluvchi kuchlar va ekspluatatsiya sharoitlarini hisobga olinganda to'g'on nazariy profilini o'zgarishi.**

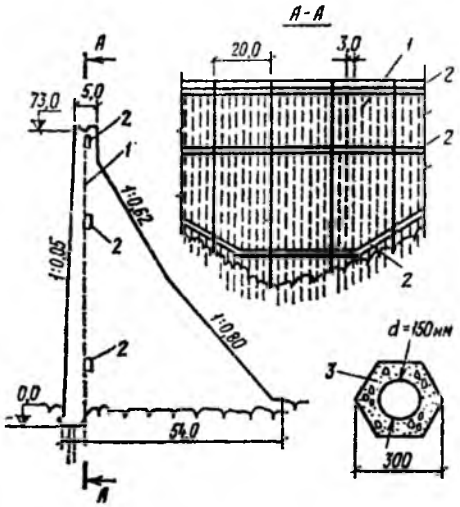
To'g'onda vodosliv o'rnatilsa to'g'on tepasi sathi belgisi pastga tushadi, kallaklarda va quyilish qirralarida silliq, doiraviy shakl beriladi (14.2-rasm, e) va bir oz kuchlarni va momentlarni qayta taqsimlanishini keltirib chiqaradi; ammo to'g'on qancha baland bo'lsa, qayta taqsimlanish uncha katta rol o'ynamaydi.

14.1.2. To'g'on tanasidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar

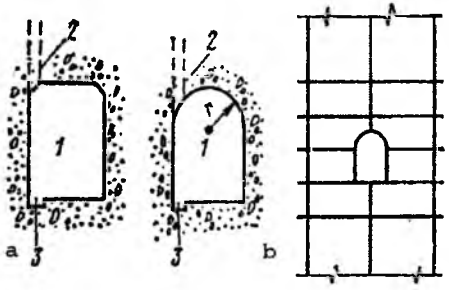
To'g'on tanasidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar to'g'ondagi filtratsiya bosimini kamaytirish maqsadida va betondan ishqor ajralib chiqish xavfiga yo'l qo'ymaslik uchun o'rnatiladi. Qarshi bosimni kamaytirish uchun to'g'on yuqori qirrasi oldida vertikal drenajlarni (14.3-rasm), suv o'tkazmasligi yuqori bo'lgan betonni yotqizish, yuqori qirra asfalt, metall, plastmassa bilan qoplanadi. To'g'on ta-

nasidagi vertikal drenaj quvurli vertikal drenajlardan bajarilib, to'g'on bosimli qirrasidan ≥2 m masofada joylashtiriladi, bunda filtratsiya oqimining yo'l qo'yarlik gradiyenti $J \leq 20$ sharti bajarilishi kerak. Vertikal quvurlar vertikal drenaj quduqlar ko'rinishida (d=15...30 sm); o'qlar orasidagi masofa 2...3 m), g'ovakli betonli quvurdan yoki metall to'rdan iborat bo'ladi. Drenajdan suv galereyaga o'tadi.

Galereyalar (14.4-rasm) drenaj suvlarini yig'ish va chiqarib tashlash uchun mo'ljalanadi, drenaj ishlashini va beton holatini



14.3-rasm. **Barbellin gravitatsion to'g'oni tanasidagi vertikal quvurli drenaj:**
1 – drenaj quduqlar; 2 – kuzatuv galereyalari; 3 – g'ovak betonli quvur ko'rinishidagi drenaj.



14.4-rasm. **To'g'on tanasidagi galereyalar:**
a – har xil shakldagi galereyalar ko'ndalang kesimlari; b – seksiyalar orasidagi chokda galereyani joylashuvi; 1 – galereya; 2 – vertikal drenajlar; 3 – kyuvet.

nazorat qiladi, kommunkatsiyalarni o'tkazish (elekroset, havo yo'llari, kanalizatsiya), nazorat o'lchash apparaturalarni o'rnatish, hamda ta'mirlash-tiklash ishlarini bajarish uchun xizmat qiladi. Galereyalar bo'ylama (to'g'on fronti bo'ylab) va ko'ndalang (suvni pastki befga chiqarish uchun) o'rnatiladi; ba'zida ko'ndalang galereyalarni bo'ylama galereyadan chiqish sifatida foydalaniladi. To'g'on balandligi bo'yicha galereyalarni har 15...20 m dan keyin joylashtiriladi, ularni liftlar joylashtirilgan shaxtalar bilan tutashtiriladi. Har bir pastda joylashgan yarusdan yuqorida joylashganiga avariya chiqish joylari o'rnatiladi (har bir galereyadan ikkitadan kam bo'lmagan). Avariya chiqish joylari orasidagi masofa 300 m dan katta bo'lmasligi kerak. Suvni o'zi oqar ta'minlash uchun pastdagi galereyani pastki bef yoz chillasidagi suv sathidan yuqori qilib joylashtirish lozim.

Galereyaning minimal o'lchamlari (14.4-rasm, a): kengligi 1,2 m, balandligi 2 m. Zaminni yoki to'g'on tanasini sementlashni bajarish uchun galereyalar kengligi 3...3,5 m kam bo'lmasligi kerak. Baland to'g'onlarda ba'zida maxsus nazorat quduqlari o'rnatiladi.

Galereyada kuchlanish bir joyga to'planganligi sababli, yoriqlar hosil bo'lmasligini oldini olish uchun ularning konturi tekisligida ustunlar orasida va seksiyalar orasida choklar o'rnatish tavsiya etiladi (14.4-rasm, b).

Vertikal shaxtalar yuk ko'tarish qobiliyati 200...350 kg passajir liftlarni va yuk ko'tarish qobiliyati 1000 kg gacha yuk liftlarini joylashtirish uchun xizmat qiladi.

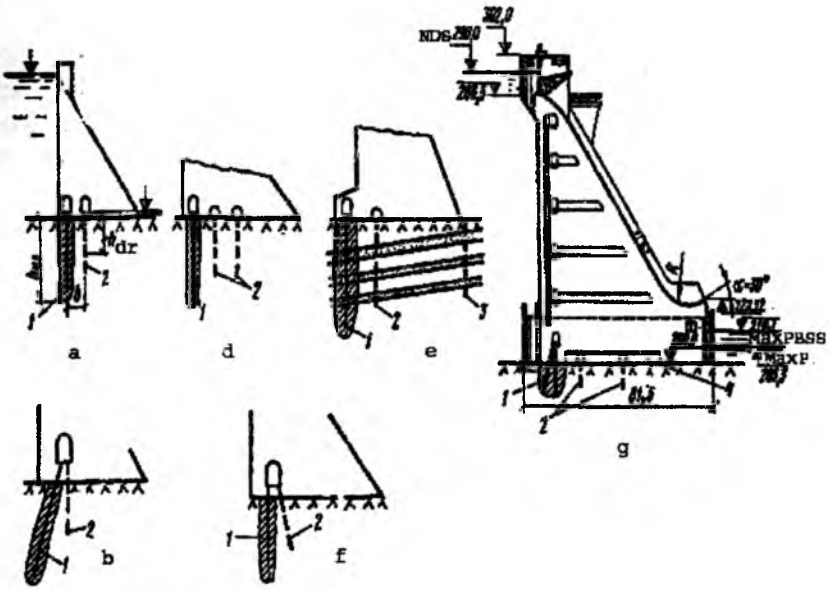
14.1.3. To'g'on zaminidagi drenajlar

To'g'on tanasiga ta'sir etuvchi filtratsiyaga qarshi bosimni kamaytirish uchun uning zaminiga quyidagi turdagi drenajlar qo'llaniladi: 1) vertikal; 2) qiya; 3) gorizontal; 4) kombinatsiyalashgan.

Vertikal drenaj to'g'on tovoni ostida bir yoki ikki qatorli quduqlar ko'rinishida bajariladi (14.5-rasm, a-d). Quduqlar odatda pastdagi drenaj – nazorat qudug'iga chiqadi. Drenaj quduqlar diametri 20...25 sm, to'g'onga ta'sir etuvchi bosimga va gidrogeologik sharoitlarga ko'ra ular orasidagi masofani 2...5 m qabul qilinadi. Drenaj o'qidan sementli to'siq pardagacha bo'lgan masofa (14.5-rasm, a) iloji boricha kam bo'lishi kerak. Taxminan $b \approx (2-3)l$, bunda l – se-

mentli to'siq parda qudug'ining qadami. Odatda quduq devorlari mustahkamlanmaydi. Faqat alohida hollarda ularning o'pirilib tushish xavfli bo'lganda, graviyli filtrlar bilan jihozlangan g'alvirak quvurlar qo'llaniladi. Sementli to'siq parda bo'yicha ishlar tugagandan so'ng quduqlar bajariladi. Drenaj quduqlarning chuqurligi $h_{dr} \approx (0,5 - 0,75) h_{s.p}$, bunda $h_{s.p}$ (14.5-rasm, a ga qarang) – to'siq parda chuqurligi. Drenaj ishlashini kuchaytirish ikkinchi qator quduqni qurish bilan amalga oshiriladi (14.5-rasm, d ga qarang). Qatlamli zaminlarda quduqlar ko'p suv o'tkazadigan qatlamni kesib o'tishi kerak (14.5-rasm, e).

Qiya drenaj. Bitta galereyadan drenaj va sementli to'siq parda quduqlarini bajarish uchun o'rnatiladi (14.5-rasm, d). Drenajni ekspluatatsiya qilish uchun sementli to'siq parda galereyasi bilan birga qo'shilmagan alohida drenaj galereyasi bo'lgani ma'qul.



14.5-rasm. **To'g'on zaminidagi drenajlar:**
a,b,f – bir qatorli; d – ikki qatorli; e – qatlamli zamin; g – qurama (Ust-Ilim to'g'oni); 1 – sementli to'siq parda; 2 – drenaj quduqlari; 3 – bo'shatuvchi quduqlar; 4 – gorizontal drenaj; *b* – drenaj o'qidan sementli to'siq parda pastki qirrasigacha bo'lgan masofa.

Gorizontal drenaj quyidagi ko'rinishlarda bajariladi: 1) to'g'on fronti bo'yicha qadami 10...15 m li zamin yuzasida joylashgan gorizontal ko'ndalang galereyalar; 2) drenajlaydigan material to'kilgan, zamin yuzasidagi gorizontal bo'ylama egatlar; 3) gorizontal bo'ylama galereyalar. Bunday turdagi drenaj juda samarali, ammo qurish murakkab.

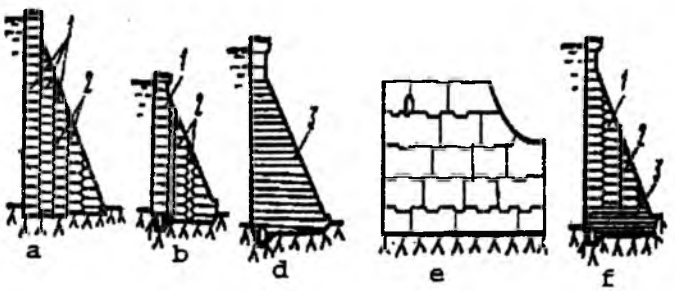
Qurama drenaj to'g'on tovoniga ta'sir etuvchi filtratsiyaga qarshi bosimni kamaytirish, samarasini oshirish uchun xizmat qiladi. U har xil turdagi drenaj birikmasini ifodalaydi. Vertikal drenaj bilan gorizontal drenaj birikmasi Us-Ilim to'g'onida qo'llanilgan (14.5-rasm, g).

14.1.4. Gravitatsion to'g'on choklari

Ishlash tavsifiga ko'ra choklar qurilish (vaqtinchalik) va konstruktiv (doimiy) kabi turlarga bo'linadi.

A. Qurilish choklari. Ushbu turdagi choklar to'g'onlarni betonlash bloklariga bo'lish natijasida hosil bo'ladi (14.6-rasm). Yoriqlar xavfini kamaytirish maqsadida ularni foydalanishga topshirish oldidan qisman yoki to'liq sement qorishmasi yoki beton bilan to'ldirib chiqiladi.

To'g'onlarni ustun shaklida zich (sementlangan) choklar bilan bo'lish (14.6-rasm, a) dunyodagi eng baland hisoblangan



14.6-rasm. **Gravitatsion to'g'onlarni qurilish choklariga bo'lishda qo'llaniladigan sxemalar:**
a – ustun shaklida sementlanadigan choklar bilan; b – ustun shaklida betonlanadigan choklar bilan; d – seksiyalarga bo'lib; e – bog'lash; f – aralash; 1 – ustunlar; 2 – choklar; 3 – uzun bloklar.

Grand-Diksans, Buolder, Grand-Kuli, Shasta, Bxakra, Bratsk, Krasnoyarsk, Boguchansk, Ust-Ilim to'g'onlarda qo'llanilgan. Ushbu usulda to'g'onlarni qurish jadalligining yuqoriligi (8...10 m/oy va undan ortiq) hisoblansa, kamchiligi — o'rtacha yillik haroratga yaqin bo'lgan sharoitlarda galereyani sementlash va betonni sun'iy sovutish zarurligi hisoblanadi. To'g'onlarni bunday usulda choklarga bo'lish iqlimi qulay va o'rtacha bo'lgan sharoitlarda qo'llaniladi; sovuq iqlim sharoitlarda bu usulni qo'llash qiyinchilik tug'diradi va o'ta sovuq murakkab sharoitlarda esa amalda bu usulni qo'llab bo'lmaydi. Bloklarni planda joylashtirish bo'yicha tavsiya etiladigan o'lchamlari 9...16 m, qoyaga yaqin zonalarda balandligi 1,5...3 m, zamindan uzoq zonalarda esa 3—9 m.

To'g'onlarni ustun shaklida hajmiy (betonlanadigan) choklar bilan bo'lish (14.6-rasm, b). Mamakan va Zeysk (massiv kontrforsli) to'g'onlarda barpo etiladigan kontrforsli va arkali to'g'onlarda qo'llanilgan. To'g'onlarni bu usulda bo'laklash sxemasi alohida ustunlarni boshqalariga bog'liq bo'lmagan holda barpo etilishini ta'minlaydi, har qanday iqlim sharoitlarda qo'llash mumkin va asosiy ustunlardagi beton musbat va manfiy haroratga ega bo'lganda ham hajmiy choklar bilan to'ldirib zichlash imkoniyatini beradi. Tor choklarni (ba'zi hollarda chuqur quduq ko'rinishida) betonlash murakkabligi va qolip yuzalarini 30...50% ga ortishi ushbu usulning kamchiligi hisoblanadi. Choklar kengligi 1...2 m, chok yuzasi shtrabali yoki silliq bo'lishi mumkin. Bloklarning plandagi o'lchamlari xuddi to'g'onni ustun shaklida choklarga kirish kabidir.

Seksiyalarga bo'lib qirqish to'g'onlar bo'ylama choklarsiz uzun bloklarda bo'lib bo'linadi; bu usulda to'g'on butun profili kengligi bo'yicha yuqori qirrasidan pastki qirrasigacha qadar yotqiziladi (14.6-rasm, d). Sxemaning afzalligi: tik bo'ylama choklarni bo'lmasligi uchun ular sementlanmaydi, yotqizilgan betonning choklari chegaraviy haroratga qadar sun'iy sovutishga hojat qolmaydi, qolip ishlari hajmi kamayadi, ishlarni mexanizatsiyalashga keng imkoniyatlar yaratiladi. Kamchiligi: bloklarni siqilish zonasi ancha ko'payadi, mos ravishda tartibiga bo'lgan talab kuchayadi, o'z navbatida, yoriq paydo bo'lishini oldini olish uchun betonni issiqdan himoyalashga va beton qorishmasini muzlab qolishdan saqlashga sarflanadigan xarajatlar ko'payadi; bir vaqtning o'zida katta maydonga beton yotqizilganda beton ishlarini tashkillashtirish murakkablashadi; beton-

lash vaqtidagi tanaffuslar katta xavf tug'diradi; qoyaga yaqin zonalardagi eng yirik bloklarga beton yotqizish uchun qurilish boshlangan vaqtdan boshlab beton zavodining quvvatidan foydalanishni o'zlashtirish zarurligi. To'g'onlarni seksiyalarga bo'lib qurish usulini iqlimi mo'ta'dil bo'lgan hududlarda qo'llashga ruxsat etiladi.

Choklarni bog'lash (dnepr turida) usulida (14.6-rasm, e) to'g'onlarni bo'laklash o'rtacha va qulay iqlim sharoitlarida, balandligi 50 m gacha bo'lgan to'g'onlarda muvaffaqiyatli qo'llanilgan. Sxemaning afzalligi: qurilish choklarini qorishma bilan to'ldirib zichlash talab etilmaydi; betonlarni sovutish zaruriyati yo'q (beton sovushi tabiiy ravishda inshootni balandlik bo'yicha asta-sekin ko'tarilishi yotqizilgan betonni tabiiy sovushini ta'minlaydi). Kamchiligi jadal sur'atda hosil bo'lishi sababli o'ta sovuq iqlim sharoitida qo'llab bo'lmasligi. Bloklar balandligi 2 m dan 3...4 m gacha, plandagi o'lchamlari 12...15 m gacha bo'ladi.

Aralash turdagi qirqish usuli (14.6-rasm, f) to'g'onda ustun va va seksiyalarga bo'lib qirqish usullari yig'indisi hisoblanadi. Bu sxemani tovoni haddan tashqari uzun bo'lgan to'g'onlarda (ya'ni, juda baland to'g'onlarda) qo'llash mumkin.

B. Konstruktiv choklar. Bu choklar deformatsiya yoki doimiy choklar deb ham ataladi va vazifasiga ko'ra **harorat** – atrof-muhit harorati tebranib turganda va beton soviganda yoriq hosil bo'lishini oldini oluvchi, **kichrayish** – inshoot kichrayganda yoriq paydo bo'lishini oldini oluvchi kabi turlarga bo'linadi. Ko'pincha harorat, kichrayish va cho'kishlarni birgaligida barpo etiladi. Konstruktiv to'g'on uzunligi bo'yicha seksiyalarga bo'linadi. Vodoslivli to'g'onlarda choklar oraliq devor yoki oraliqlar o'rtasida joylashtiriladi. Seksiyalar o'lchamlari 7...8 m dan 15...22 m gacha bo'ladi.

Konstruksiyasi bo'yicha choklar tekis va shtrabasimon, ba'zi hollarda shtrabali, sharnirlilarga bo'linadi (14.7-rasm). Ko'pincha, bajarilishining oddiyligi, choklardan sizib o'tgan suvlarni hech qanday to'siqlarsiz chiqarib yuborish imkoniyati borligi, to'g'onning ishlashida statik aniqlashga ko'ra tekis choklar qo'llaniladi. **Shtrabasimon choklar** onda-sonda inshoot fazoviy ishlaganda qo'llaniladi. Ular orqali urinma kuchlanishlarni uzatish yuklangan seksiyalarni yengillashtiradi (turli jinsli geologik tuzilishga ega bo'lgan zaminlarda); ayniqsa ular nishabli uchastkalarda tik yonbag'irli tor dara joylarda samara beradi. Bu choklarning kamchiligiga: ularni tayyorlash

murakkabligi, ba'zida yoriqlar paydo bo'lishni keltirib chiqaruvchi bukilgan joylarda kuchlanishlar to'planib qolishi, sizib o'tgan suvlarning chiqarib yuborishning yomonligi kiradi. Shtrabasimon choklar maxsus asoslangandan so'ng qo'llaniladi.

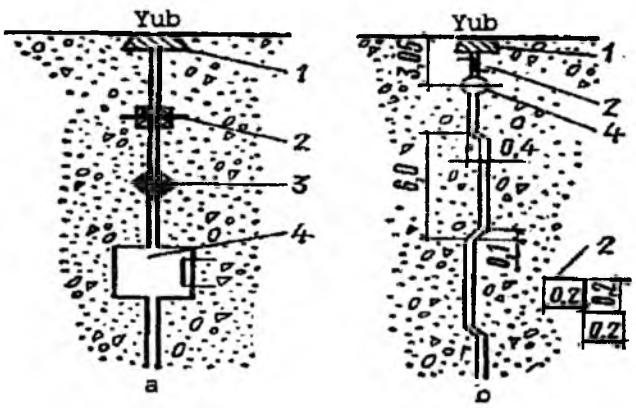
Konstruktiv choklar suv o'tkazmaslik, alohida seksiya bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda siljishini yetarli kenglikka, choklar ishlashi va zichlanishlarni ta'mirlashni kuzatish imkoniyatiga ega bo'lishi lozim.

Chokning asosiy elementlari; 1) suv o'tkazmasligini ta'minlovchi zichlash qurilmasi; 2) drenaj qurilmasi – zichlangan qatlamdan sizib o'tgan yoki uni aylanib o'tgan suvlarni yig'ib chiqarib yuborish uchun (drenajlar, quduqlar); 3) qo'shimcha qurilmalar – zaxira shaxtalari, kuzatuv quduqlari, asfalt materialni to'ldirish va qizitish qurilmalari va boshqalar.

Choklarni kengligi zamin geologiyasiga, inshoot o'lchamlariga va atrof-muhit haroratining tebranishiga bog'liq bo'ladi. Taxminan choklarning kengligini quyidagi formula orqali hisoblanadi

$$\delta = \alpha \Delta t (l_1 + l_2)/2 , \qquad (14.9)$$

bunda: α – betonning chiziqliy kengayish koeffitsiyenti; Δt – qurilish va foydalanish davrida atrof-muhit haroratining o'zgarishi; l_1 va l_2 – ikki seksiyalar oraliqlari kengligi.

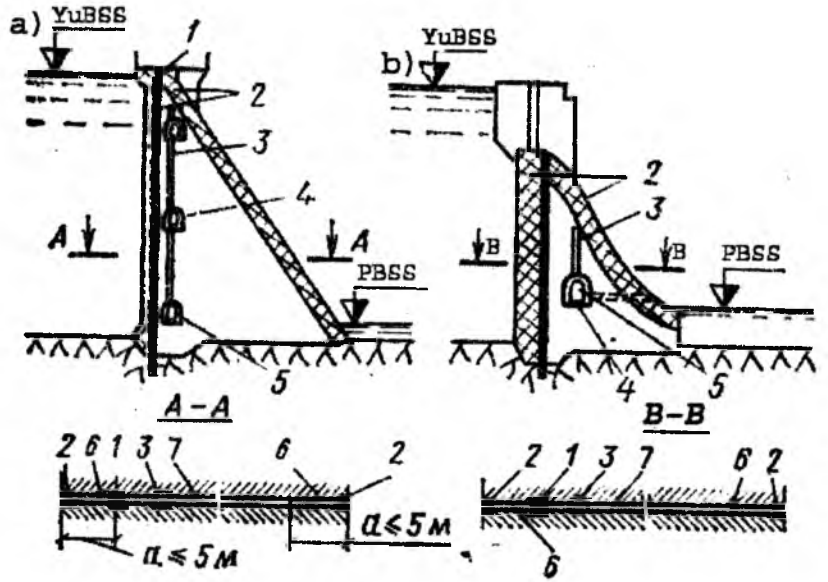


14.7-rasm. **Konstruktiv choklarning asosiy turlari:**
a – yassi; b – shtrabasimon; 1 – chegarviy zichlash; 2 – misli list; 3 – mastika; 4 – drenaj.

Odatda to‘g‘on tanasi va qirrasi yuzasidagi 5 m atrofida uzunlik bo‘yicha choklar kengligini 5...10 mm, qirqimning boshqa qismlarida (harorat o‘rtacha yillik qiymatiga yaqin joylarda) 1...3 mm qabul qilinadi. Choklarni inshoot bo‘yicha to‘liq qirqib barpo etiladi (bu esa qurilish ishlarini yengillashtiradi); ba’zi hollarda markaziy qismlarda choklar sement qorishmasi bilan to‘ldirib, yaxlitlanadi. Choklar yaxlitlanmaganda to‘g‘on fazoviy konstruksiyadek ishlaydi; tor dara joylarda bu to‘g‘onning yuk ko‘tarish qobiliyatini oshiradi.

Choklarni zichlash konturli tashqi, konturli ichki, asosiy ichki kabi turlarga bo‘linadi (14.9-rasm).

Shponka ko‘rinishidagi *konturli tashqi zichlash* choklarni muz, to‘lqin va ifloslanishdan himoyalash hamda ularning suv sizib o‘tishini kamaytirish maqsadida qo‘llaniladi. Ular beton, temir-beton



14.8-rasm. **Gravitatsion to‘g‘onlarning konstruktiv choklarni asosiy zichlash ko‘rinishlari:**

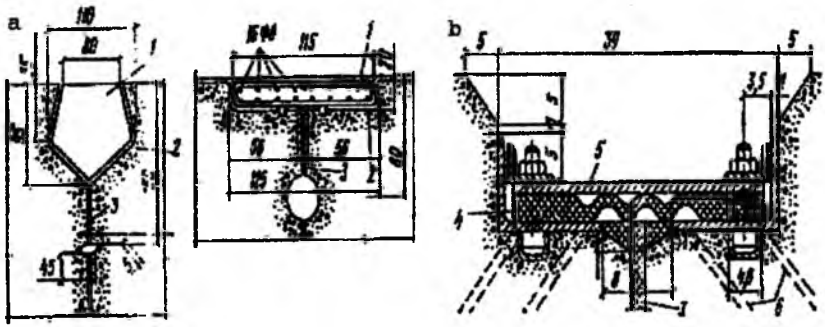
a – ustidan suv o‘tkazmaydigan seksiya; b – vodoslivli seksiya; 1 – asosiy ichdan zichlash; 2 – konturli tashqi zichlash; 3 – drenaj; 4 – konturli ichdan zichlash; 5 – kuzatuvchi galereyasi; 6 va 7 – mos ravishda qalinligi δ bo‘lgan 0,5...0,1 va 0,1...0,3 sm li chok.

yoki yog'ochdan tayyorlanadigan bruslar, plita, tiqin, rezina tasma, polimerlar bo'lib, asfalt mastika yoki bitumli to'shaklarga yotqiziladi (14.9-rasm). Havo bilan aloqada bo'lgan joylarda konturli zichlagichlar choklarga yog'in-sochin tushishidan himoyalaydi va suvni muzlashdan saqlaydi. Pastki bef tomonidan bu zichlagichlar hamma vaqt ham bajarilmaydi.

Konturli ichki zichlagichlar metall, rezina yoki plastmassali diafragmadan tayyorlanib (14.10-rasm, a,d), ular g'ovakni kesib o'tuvchi galereyani va ichki bo'shliqlarni to'sib turadi. Ular bo'shliqlar yuzasidan 0,2...0,5 m masofada joylashtiriladi.

Asosiy ichki zichlagichlar o'ziga bosimni qabul qiladi va ular bosimli qirra chetidan 1,5...2,0 m masofada joylashtiriladi. Asosiy ichki zichlagichlarni metall, rezinali va plastmassali diafragmalar, asfalt shponkalar ko'rinishida qo'llaniladi. Ichki zichlagichlar inyeksion ham bo'lishi mumkin.

Metall diafragmalar inshoot balandligi 200 m gacha va undan ortiq bo'lgan intervallarda qo'llaniladi. Ularning afzalligi – yuqori ishonchlilik. Metall diafragmalar (14.10-rasm, a): 1) kompensator turidagi–ilgak, *z* shaklida (u konstruksiyasi bo'yicha sodda, lekin faqat kichik yonbosh siljishlar uchun yaroqli) va to'lqinsimon (ular choklarda bo'shliqlar qoldirishni talab qiladi va qiyin birlashadi, lekin katta egiluvchanlikka ega) ko'rinishda bo'ladi; 2) kompensa-



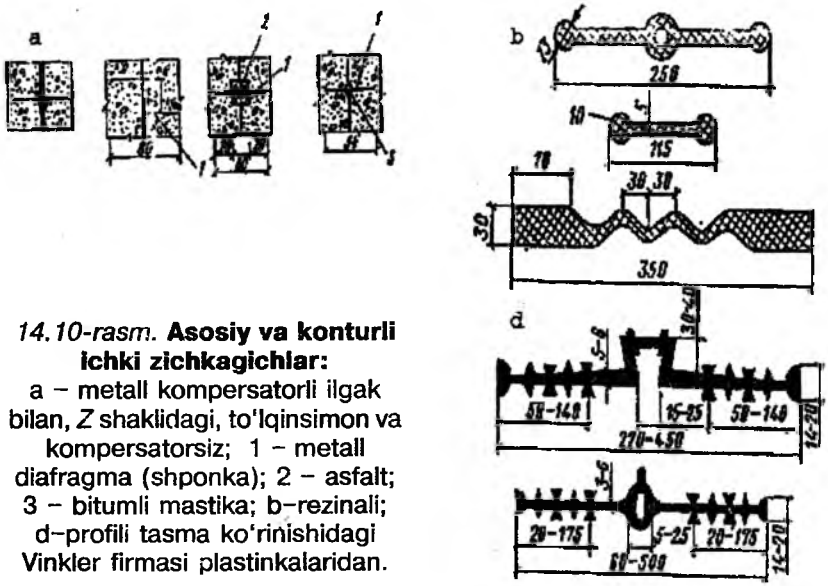
14.9-rasm. **Choklarni konturli tashqi zichlash:**
a – temir-betonli bruslar bilan; b – rezinali tasma bilan; 1 – temir-betonli brus; 2 – bitumli mastika; 3 – chok; 4 – rezinali tasma; 5 – po'lat list; 6 – anker.

torlarsiz – ishonchliligi past bo'ladi. Metall diafragmalarni tayyorlash uchun yemirilishga chidamli pastligerlangan po'lat va qotishmalar hamda mis va latun listlar ishlatiladi. Diafragma qalinligi uning suvning gidrostatik bosimi, ko'p marta egilishi, seksiyalarning notekis cho'zilishga hisoblari bo'yicha aniqlanadi.

Rezinadan tayyorlangan diafragmalar (14.10-rasm, b) siqilishga ishlash imkoni bo'lgan ensiz choklarda qo'llaniladi. Ularning afzalligi katta deformatsiyalanish bo'lsa, kamchiligi–quyosh nurlari va past harorat ta'sirida egiluvchanligini yo'qotishi hamda agressiv suv, ishqor, kislota, yog'lar ta'sirida buzilishi mumkinligidadir.

Tasma ko'rinishda chiqarilgan plastmassadan tayyorlangan diafragmalar konstruksiyasi bo'yicha rezinali diafragmalarga o'xshash. Ularni tayyorlash uchun qo'llaniladigan material sifatida polietilen, polivinilxlorid, viniplast, poliaminlar, polizobutelen va shu kabilardan (14.10-rasm, d) foydalaniladi. Baland to'g'onlardagi to'liq qirqilgan choklarda ehtiyotkorlik bilan qo'llash talab etiladi.

Asfaltli qoplamalar shponkalar ichiga asfalt yoki bitum aralashmasi to'ldirilgan o'lchami 15x5 dan 60x60 sm gacha bo'lgan kvadrat kesimli quduq ko'rinishida bajariladi. Mastika tarkibi har bir obyekt



14.10-rasm. **Asosiy va konturli ichki zichkagichlar:**
a – metall kompensatorli ilgak bilan, *Z* shaklidagi, to'lqinsimon va kompensatorsiz; 1 – metall diafragma (shponka); 2 – asfalt; 3 – bitumli mastika; b–rezinali; d–profili tasma ko'rinishidagi Vinkler firmasi plastinkalaridan.

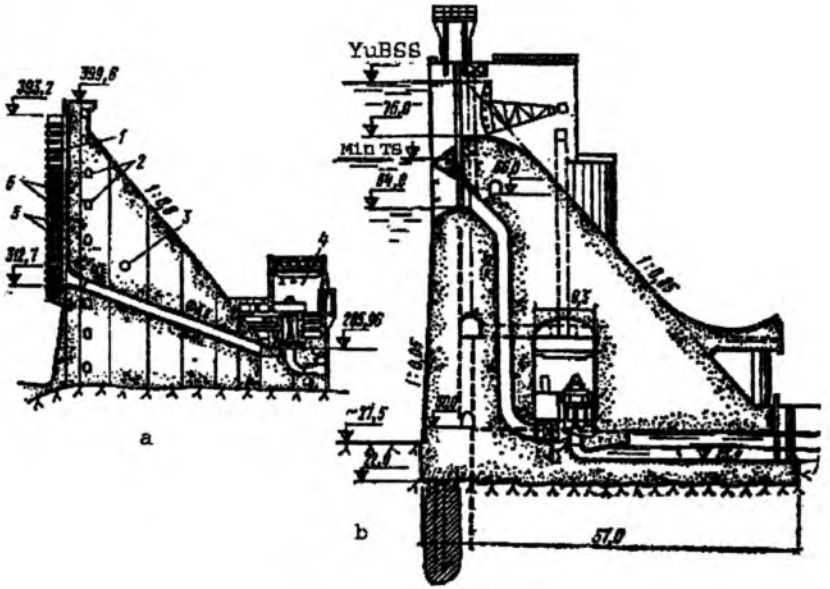
uchun tanlanadi. Metall, rezina yoki plastmassa diafragmadan tayyorlangan yuqori yoki pastki to'siqlar (mastika oqib chiqib ketish oldini olish uchun) shponkaning muhim konstruktiv elementi hisoblanadi. Shponkalar ishonchliligini oshirish uchun unga solinadigan mastikani qizdirish va avtomatik ravishda uni to'ldirish ko'zda tutiladi.

Deformatsiya choklaridagi drenaj qurilmalari chok va betondan sizib o'tgan suvlarni tutish va chiqarib yuborishni ta'minlaydi. Tik drenajlar doira diametri (15...20 sm) yoki kvadrat (20x20 sm) shaklida bo'ladi. Balandligi 50 m dan katta to'g'onlarda drenaj sifatida kesimi 80x80 sm dan kichik bo'lmagan kuzatish shaxtalaridan foydalaniladi. Kuzatish shaxtalarni qo'shimcha shponkalarga aylantirilishi mumkin va yuqori yoki pastki to'siq bo'lishi mumkin. Drenajlar asosiy zichlashdan 1,0...1,5 m masofada joylashtiriladi va to'g'onning drenaj tizimi bilan birlashtiriladi. Asosiy zichlanishlarni loyihalashtirganda betondagi filtratsiya oqim gradiyenti zichlash atrofida 20 sm dan oshmasligi lozim. Zichlash qatorlari soni to'g'on balandligi bo'yicha turlicha bosim hamda diafragmaning betonga kiritilishi joyi uzunligiga bog'liq bo'ladi. Diafragmalarning yuqori qirraga yaqinroq joylashtirish kerak, chunki bu yerda suv bosimidan siquvchi kuchlanishi va bukilishi yuqori bo'ladi.

14.1.5. To'g'on yonida barpo etilgan gidroelektrostansiyaning gravitatsion to'g'onlar konstruksiyalariga ta'siri

To'g'on yonida barpo etilgan gidroelektrostansiyalar joylashish sxemasi. To'g'onning siljishga statik ishlash qobiliyati (agar ustuvorlik hisoblarida gidroelektrostansiya binosi inobatga olinsa). To'g'onga nisbatan barpo etiladigan gidroelektrostansiyaning joylashtirilishi sxemasiga (14.11-rasm) bog'liq.

Eng ko'p xarakterli joylashtirish turi 14.11-rasmda ko'rsatilgan. Bunda to'g'ri chiziqli suv o'tkazuvchi inshoot suvni tekis kelishini ta'minlaydi (Bratsk, Krasnoyarsk, Buxtarminsk GES lari va boshqalar). Alohida hollarda, mustahkam zaminlarda gidroelektrostansiyani to'g'onga o'yib o'rnatiladi, chunki bu holda tovon bo'yicha kuchlanishni oshishi maxsus konstruktiv tadbirlarni talab qilmaydi. Bunday turdagi joylashtirishda gidroelektrostansiyani to'g'on ishiga ta'siri nisbatan uncha katta bo'lmaydi. Gidroelektrostansiyani to'g'on

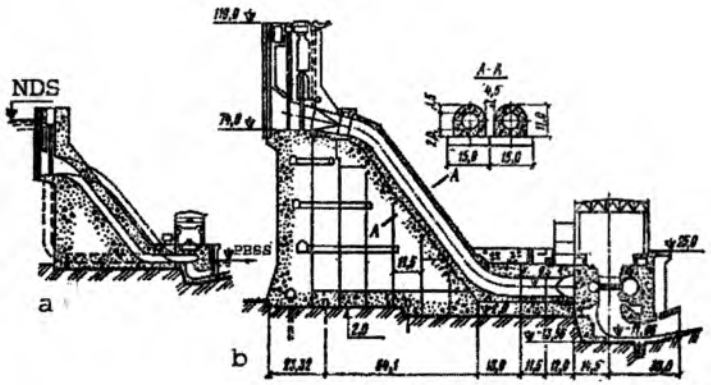


14.11-rasm. **To‘g‘on tanasiga nisbatan to‘g‘on yonidagi gidroelektrostansiyani joylashtirish sxemalari:**
a – Grand-Kuli to‘g‘oni; 1 – yassi zatvor pazi; 2 – galereyalar; 3 – kabellar galereyasi; 4 – gidroelektrostansiya binosi; 5 – temir-betonli panjara qovurg‘asi; 6 – xas-cho‘p ushlab qoluvchi panjara; b – vodoslivli to‘g‘on ichiga qurilgan gidroelektrostansiya binosi.

tanasi ichiga joylashtirilganda (14.11-rasm, b) to‘g‘on tanasi shakliga jiddiy ravishda ta’sir qiladi. Bu holda inshootni mustahkamligi va ustuvorligini asoslash uchun maxsus tadqiqotlar olib borish kerak

Turbinali suv o‘tkazuvchi inshootni joylashtirish sxemalari. To‘g‘on yonida barpo etiladigan gidroelektrostansiyalar turbinali suv o‘tkazuvchi inshootlari chiqarilgan va ichiga qurilgan bo‘lishi mumkin (14,12-rasm).

Suv o‘tkazuvchi inshootlarni to‘g‘on tanasidan tashqariga joylashtirish betonni yotqizishni osonlashtiradi hamda to‘g‘onning kuchlanganlik holati oshadi ammo quvur yorilganda o‘ta xavfli va pastki befdagi gidroelektrostansiyaga quvurning o‘tish uchastkasi uzayishi hisobiga to‘g‘on hajmini oshishiga olib keladi.

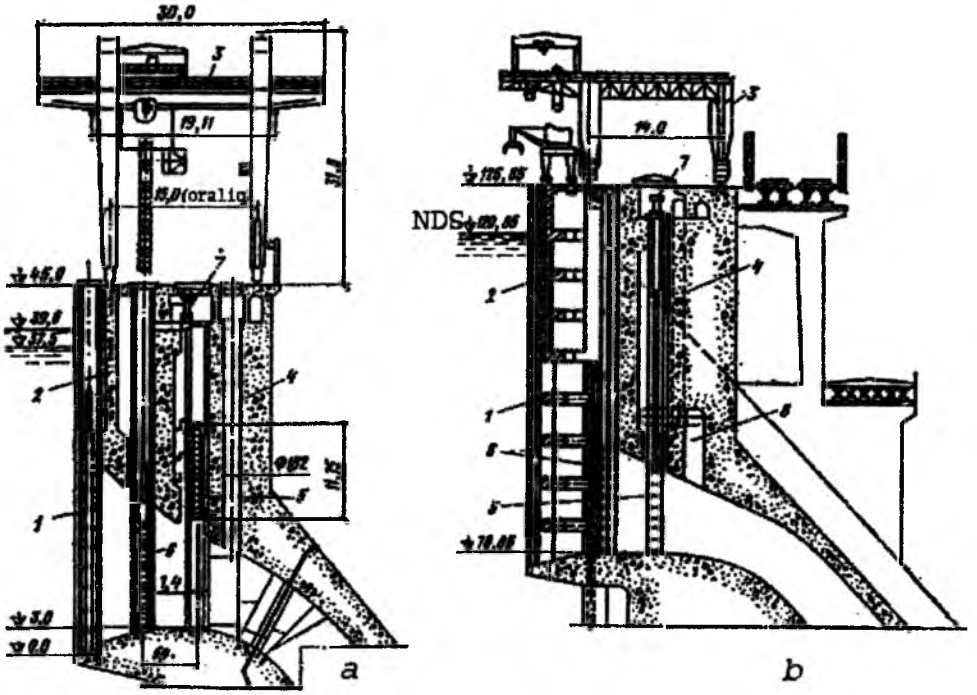


14.12-rasm. **Chiqarilgan (yuqori va pastki qirralarda) va ichiga qurilgan gidroelektrostansiyaning suv o'tkazuvchi inshootlarini joylashtirish variantlari va ularning konstruksiyasi:**
a – suv o'tkazuvchi inshootni joylashtirish sxemasi; b – Krasnoyarsk GES dagi chiqarilgan po'lat suv o'tkazuvchi inshootlarni betonlash.

Gidroelektrostansiyalar suv qabul qilgichlari. Gravitatsion to'g'onlar tanasida joylashgan suv qabul qilgichlarga quyidagi talablar qo'yiladi: 1) suvni uzluksiz uzatish va zarur bo'lgan hollarda uni to'xtatish; 2) suv o'tkazuvchi inshootni suvda suzib yuruvchi jismlar, muz va muz parchalaridan himoyalash; 3) bosim yo'qolishlari kichik. Ularning ishini avtomatlashtirish kerak. Suv qabul qilgichning asosiy elementlari: 1) xas-cho'plarni ushlab qoluvchi tozalanmaydigan panjara; 2) ta'mirlash va avariya–ta'mirlash zatvorlari; 3) ko'taruvchi – transport mexanizmlari; 4) aeratsiya quvurlari; 5) aylanib o'tuvchi quvurlar (baypaslar). Suv qabul qilgichlarning xarakterli konstruksiyalari (14.13-rasmda) ko'rsatilgan.

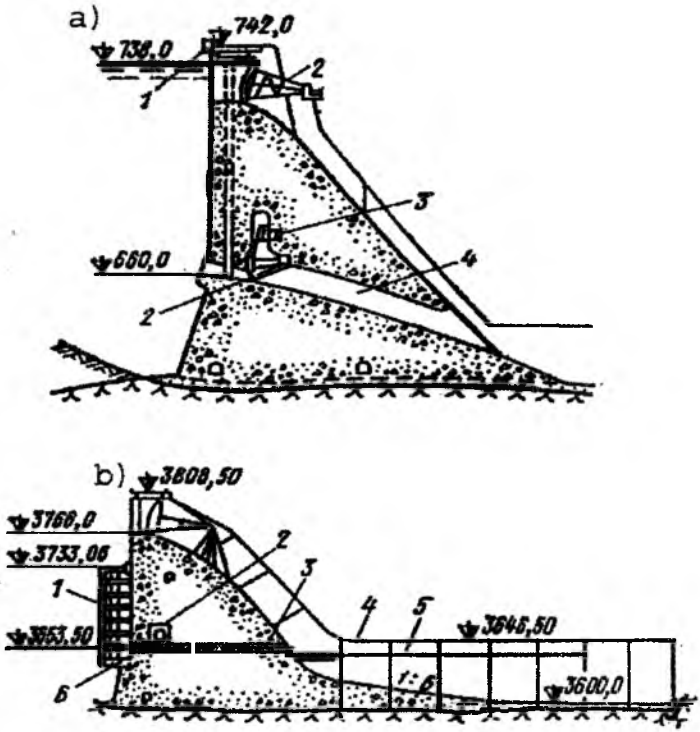
14.1.6 Chuqur joylashgan suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirishning o'ziga xos xususiyatlari

Yuza joylashgan vodoslivlar bilan bir qatorda to'g'on tanasida doimiy va vaqtinchalik (qurilish) suv o'tkazuvchi inshootlar mo'ljallanishi mumkin: kesimi to'g'ri burchakli yoki doiraviy chuqur joylashgan chuqur joylashgan suv tashlagichlar, suv chiqargichlar,



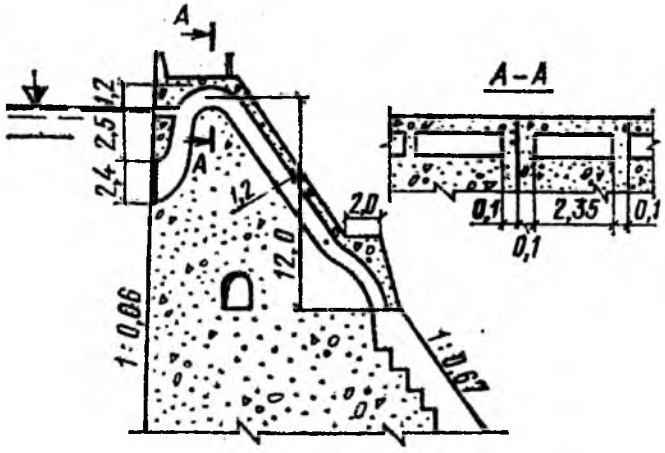
14.13-rasm. **To‘g‘on tanasi ichiga joylashtirilgan gidroelektrostansiyalar suv qabul qilgichlari:** a – ko‘tariladigan panjaralar bilan; b – doimiy panjaralar bilan; 1 – xas-cho‘p ushlaydigan panjara; 2 – diafragmali devor; 3 – kran; 4 – aeratsiya quviri; 5 – avariya-ta'mirlash zatvori pazi; 6 – yassi ta'mirlash zatvori; 7 – gidroko‘targich; 8 – aylanib o‘tuvchi quvur (baypas).

suv bo'shatgichlar; ularning tirqishlari kengligi (0,5...0,6) *l* dan katta bo'lmaydi, bunda *l* – seksiya kengligi. Suv o'tkazuvchi inshootni kontur bo'yicha armaturalanadi, yuqori bosimlarda (50 m dan yuqori) va tezliklarda 20–25 m/s va unda yuqori bo'lganda esa ko'pincha po'lat qoplama qo'llaniladi. Suv o'tkazuvchi inshootlar bosimli, bosimsiz va qisqa bosimli uchastkalarda qisman bosimsiz bo'lishi mumkin (14.14 rasm). Alohida hollarda ular balandlik bo'yicha ikki va uch yarusli qilib joylashtiriladi.



14.14-rasm. **Gravitatsion to'g'onlarda suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirish sxemalari:**
a – Libbi; 1 – ko'prik; 2 – segmentli zatvor; 3 – zatvor kamerasi; 4 – chuqur joylashgan suv tashlagich; b – Montana: 1 – panjara; 2 – zatvor kamerasi; 3 – suv tashlagich chiqish joyi; 4 va 5 – tirgak va ajratuvchi devorlar; 6 – rostlovchi zatvor.

To‘g‘on konstruksiyasining o‘ziga xosligi shundaki zatvorlarni suv o‘tkazuvchini boshida yoki uning trassasi oxirida joylashtirish mumkin. Chuqur joylashgan suv o‘tkazuvchi inshootlar xas-cho‘p ushlaydigan panjarali suv qabul qilgichlar kabi jihozlanadi. Ta’mirlash zatvorlariga baypaslar o‘rnatiladi. Zatvor orqasidagi bo‘shliqlariga havo yuborish uchun (vakuumga qarshi kurashish uchun) to‘g‘on tanasiga aeratsiya shaxtalari (quvurlar) mo‘ljallanadi. Uncha baland bo‘lmagan to‘g‘onlarda avtomatik tarzda ishlaydigan sifonli suv tashlagichlar qo‘llaniladi (14.15-rasm).



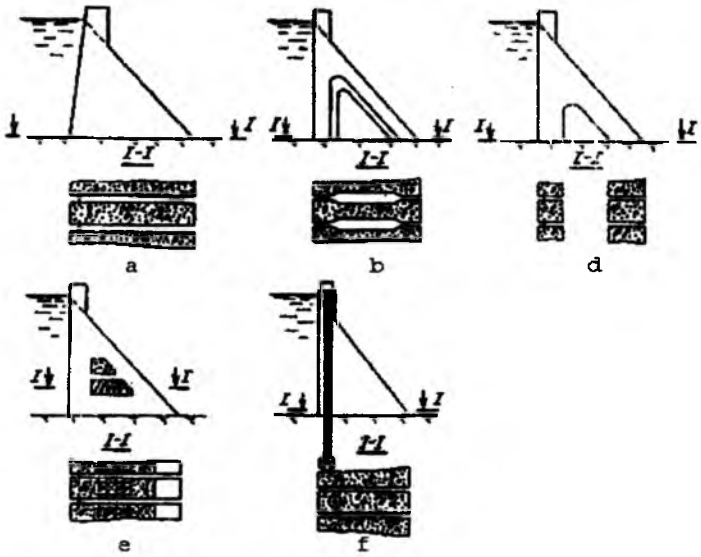
14.15-rasm. **Gravitatsion to‘g‘onda sifonli suv tashlagichni joylashtirish sxemasi.**

14.2. Yengillashtirilgan betonli gravitatsion to‘g‘onlar

Massiv betonli gravitatsion to‘g‘onlar konstruksiyasi va bajarilishi oddiyligi bilan bir qatorda quyidagi kamchiliklarga ega: 1) to‘g‘on tanasi uchun ko‘p hajmdagi material, ayniqsa sement ketadi, bu esa boshqa turdagi to‘g‘onlarga nisbatan narxning ancha yuqori bo‘lishiga olib keladi; 2) yotqizilgan betonda harorat va cho‘kish deformatsiyalarining hosil bo‘lishi natijasida yetarlicha yaxlit bo‘lmaydi; 3) zaminga yaqin hamda uning zaminida to‘g‘onning

kuchlanganlik holatini noaniq bo'lishi, xususan filtratsiyaga qarshi bosim qiymatini aniq bo'lmasligi; 4) to'g'on balandligi 100 m kichik bo'lganda, to'g'onda ishlatiladigan material betonning mustahkamligidan to'liq foydalanib bo'lmasligi.

Bu kamchiliklarni bartaraf etishga imkoniyat beradigan bir qator usullar mavjud. Ularning asosiylaridan biri – ularning kerak bo'lgan mustahkamligini va siljishga ustuvorligini saqlab qolgan holda gravitatsion to'g'onlarning og'irligini kamaytirishdir. Bunday to'g'onlar yengillashtirilgan deb ataladi. Ularni quyidagi turlarga bo'lish mumkin: 1) kengaytirilgan chokli va zamin yaqinida bo'ylama bo'shliqli to'g'onlar (14.16-rasm, b,d), ularda filtratsiyaga qarshi bosim minimumgacha kamayadi; 2) ankerli to'g'onlar (14.16-rasm, f), ularda yotqizilgan betonni sun'iy siqish va uning zaminini ankerlash orqali to'g'on tanasidagi cho'zuvchi kuchlanishlar olib tashlanadi; 3) bo'shliqlari to'ldirilgan to'g'onlar, ularda to'g'on tanasida

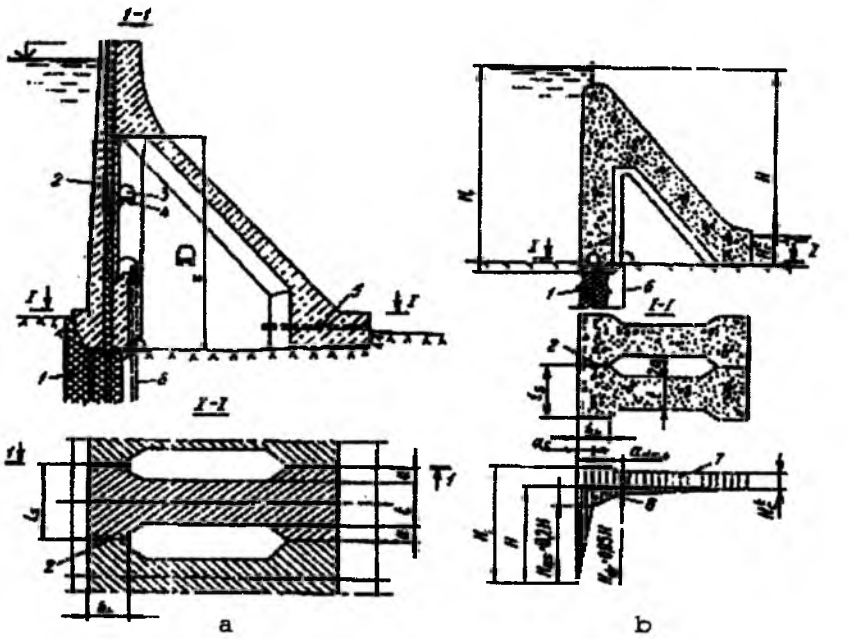


14.16-rasm. **Qoyali zaminlardagi betonli gravitatsion to'g'onlarning asosiy turlari:**
a – monolit (yaxlit); b – kengayuvchi choklar bilan; d – zamin yaqinidagi bo'shliq bilan; e – bo'ylama bo'shliqlar ballast bilan to'ldirilgan; f – zaminda ankerlangan.

yotqiziladigan to'g'onning bir qismi tosh yoki grunt bilan almashtiriladi (qum, sheben, graviy va boshqalar) (14.16-rasm, e).

14.2.1. Kengaytirilgan (keng) chokli to'g'onlar

Kengaytirilgan (keng) chokli to'g'onlarning (14.17-rasm) bosimli vertikal qirrasi va uchburchak profilli ko'ndalang kesimi massiv gravitatsion to'g'onlar profiliga o'xshash. Har bir yon tomondagi seksiyalarda umumiy kengligi $2a=(0,15...0,5)\,l_s$ va balandligi Z bo'lgan o'yilgan joy o'rnatiladi, bunda – to'g'on seksiyasi uzunligi o'yiq joy to'g'onning bosimli qirrasidan $b_n=(0,4...1,0)l_s$ masofada joylashadi.



14.17-rasm. **Kengaytirilgan chokli to'g'onlar:**
a – ustidan suv o'tkazmaydigan; b – ustidan suv o'tkazadigan; 1 – sementli to'siq parda; 2 – deformatsiya choklarni zichlash; 3 – bo'ylama galereya; 4 – chok ustidagi ko'prik; 5 – drenaj kollektori; 6 – vertikal drenaj; 7 va 8 – mos ravishda muallaq va filtratsiyaga qarshi epyuralar.

Kengaytirilgan choklar filtratsiya va muallaq qarshi bosimni sezilarli darajada kamaytiradi. Buning natijasida to'g'onning kichik og'irligida uning ustuvorligi ta'minlanadi. Tejalgan beton 7...15% ni, kapital mablag'lar esa atigi 5...10% ni tashkil etadi, chunki qurilish texnologiyasi murakkablashadi, qolipga bo'lgan talab oshadi.

Kengaytirilgan chokli to'g'onlarda betonlanadigan bloklarning qizish davrida ularni sovitish uchun yaxshi sharoit yaratiladi. Ularni har qanday tabiiy sharoitlarda ustidan suv o'tkazmaydigan hamda ustidan suv o'tkazadigan qilib qurish mumkin.

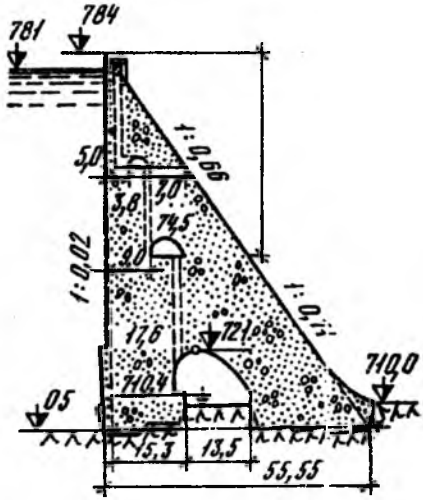
Bunday to'g'onlarda qurilish sarflarini o'tkazish murakkabdir. Odatda bu maqsadlar uchun kengaytirilgan choklarga chiqadigan tubdagi tirqishdan foydalaniladi. Yotqizilgan betonda haroratning keskin o'zgarishiga yo'l qo'ymaslik uchun, qishda choklar usti yopiladi. Choklarning ichki qismi qurilish axlatlari bilan to'lib qolmasligi uchun himoya qilinadi.

Nisbatan uncha katta bo'lmagan kengayadigan choklarda [kengligi $2a = (0{,}1...0{,}2)l_s$], to'g'onlar qarshi bosimni sezilarli kamayishini hisobga olgan holda gravitatsion to'g'onlar kabi hisoblanadi. Katta kenglikdagi choklarda, massiv kontrforsli to'g'onlar kabi bajariladi.

14.2.2. Zamin yaqinidagi bo'ylama bo'shliqli to'g'onlar

Bo'ylama bo'shliqli to'g'onlarda harorat rejimini (pastki qismda) rostlash oson, bosimli qirra oldida siquvchi kuchlanishlarni oshirish, drenajlar va sementli to'siq pardalarni o'rnatish mumkin; yilning har qanday paytida choklarni sementlash imkoniyati paydo bo'ladi; filtrlangan suvlarni yig'ish va chiqarib yuborish oson, bir tomondan ikkinchi tomonga o'tish imkoniyati bo'ladi. Grosser-Myuldorferzee to'g'onida (14.18-rasm) massiv to'g'onga nisbatan 10% beton tejalgan. Ba'zan oldindan zo'riqtirishni qo'llab bo'shliq samaradorligini kuchaytirish mumkin (Bratsk va Boguchan to'g'onlari qirg'oqdagi seksiyalari variantlari).

Bo'shliqning joylashgan o'rni va uning shakli to'g'on kuchlanganlik holatiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi va to'g'on tanasi va zaminidagi kuchlanishni rostlash vositasi sifatida xizmat qilishi mumkin. Taxminiy hisoblarda to'g'onning yuqori qismini odatda gravitatsion to'g'on, pastki qismini zamin bilan bikr tutashgan massiv rama sifatida qabul qilinadi.



14.18-rasm. **Grosser-Myuldorferzee (Avstriya) zamini yaqinidagi bo'ylama bo'shliqli to'g'on.**

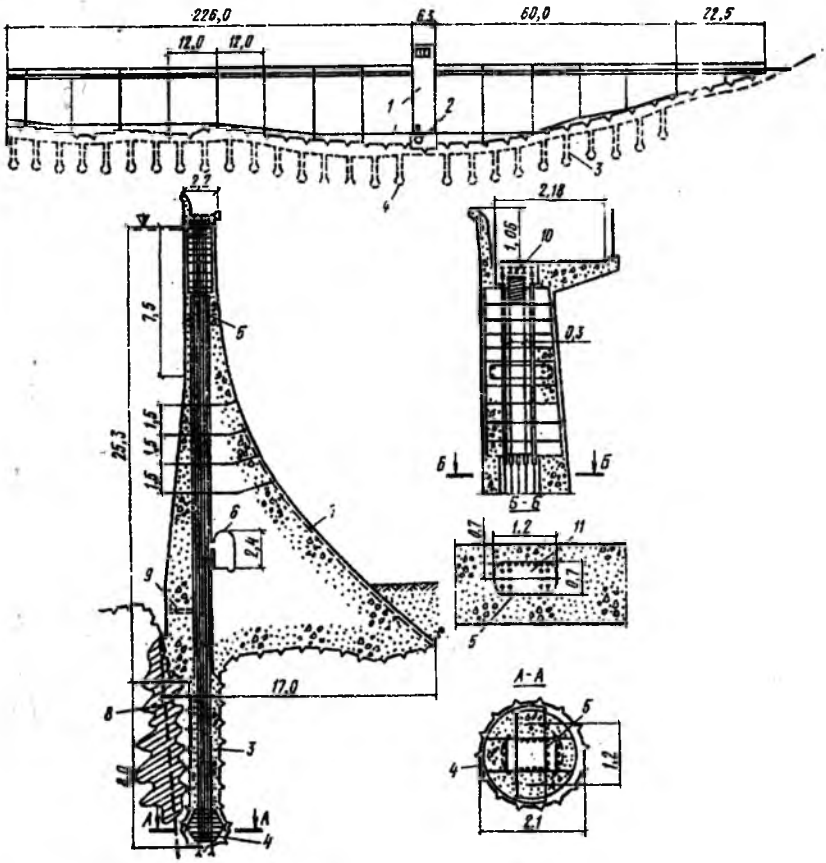
14.2.3. To'g'onlarda betonni oldindan zo'riqtirish

To'g'on betonini oldindan zo'riqtirish inshoot ustuvorligini oshiradi, kuchlanganlik holatini yaxshilaydi, zaminning suv o't-kazmasligini oshiradi va beton hajmini kamaytirishga imkoniyat yaratadi. Oldindan zo'riqtirishni hosil qilishni ikkita usuli mavjud: 1) domkratli – anker bilan va ankersiz; 2) domkratsiz – to'g'onni choklar bilan bo'lish va barpo qilish bosqichma-bosqichligi samaradorligidan foydalanadi.

Domkratlar bilan ankerlashda (14.19-rasm) qoya ichiga kiritilgan va to'g'on tanasi orqali erkin o'tadigan po'lat anker tortqichlar domkratlar bilan tortiladi; tortishdan hosil bo'lgan zo'riqish to'g'onga uzatiladi. Oldindan zo'riqtirishdan foydalanish betoni 30...40% ga tejash, narxini 10...20% ga kamaytirish imkonini beradi. Ankerlash bilan qurilgan to'g'onlarning ichida eng balandi Ve-napum (AQSH) to'g'oni hisoblanadi – 56,5 m.

Bunday to'g'onlarning kamchiligi sifatida ishonchli ankerlashning murakkabli, tortqichlarni korroziyadan himoya qilish qiyinli-

gi, ishlab chiqarish ishlarini murakkabligi, ayniqsa turbinali suv o'tkazish inshootlari, suv tushirgichlar, qurilish va ekspluatatsiya suv tashlagichlari mavjud bo'lgan hollarda ko'p sonli tortqichli armaturalarni joylashtirish zarurati bilan bog'liq, shuningdek, to'g'onni ekspluatatsiyaga bosqichma-bosqich topshirishda yuzaga



14.19-rasm. **Ankerlangan Olt-na-Leridj to'g'oni konstruksiyasi:** 1 – minorali suv chiqargich; 2 – suv o'tkazuvchi inshoot; 3 – beton bilan to'ldirilgan quduq; 4 – konus shaklidagi anker; 5 – 28,6 mm li 28 dona sterjenlar; 6 – kuzatuv galereyasi; 7 – armatura (to'r); 8 – sementli quduq; 9 – vaqtinchalik tuynuk; 10 – yuklash tizimi; 11 – shaxta.

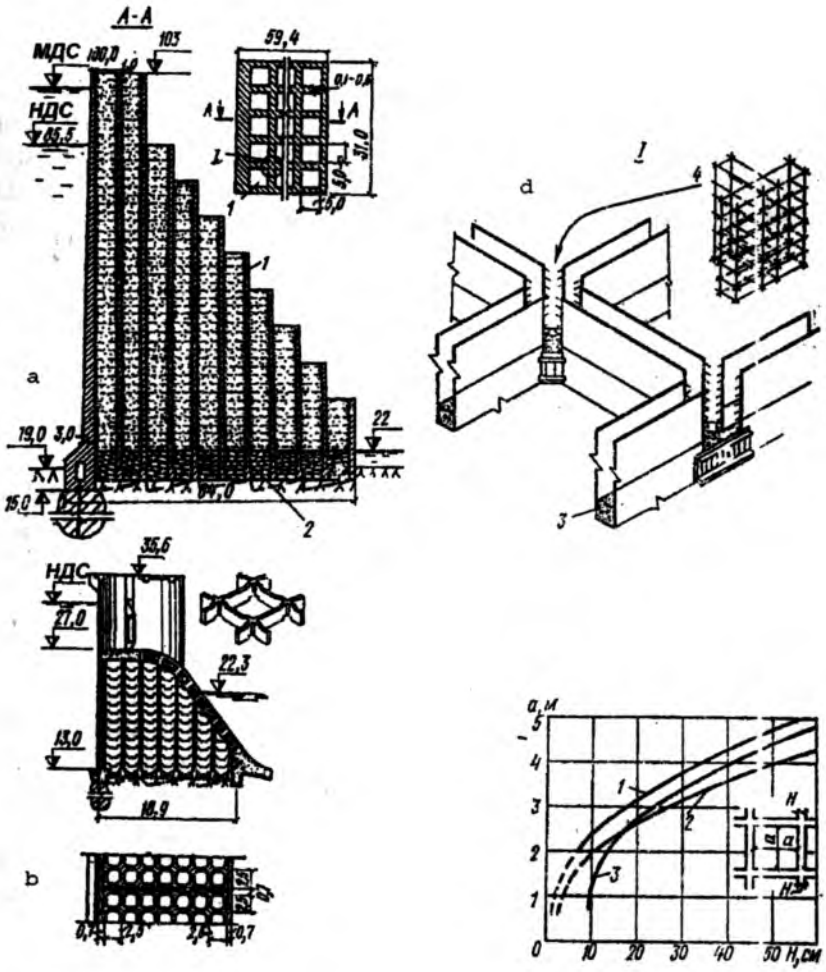
keladigan qiyinchiliklarni aytib o'tish mumkin. Bundan tashqari, zo'riqishlarni to'planishi vujudga kelishini ham hisobga olish zarur.

Tortqich sifatida diametri 5...7 mm li simli arqonlar (simlar soni 12 dan 555 gacha) va diametri 28...36 mm li (sterjenlar soni — 24...28) sterjenlar to'plami qo'llaniladi. A.M. Marchuk tortqichlarni yuqori bosimlar uchun ishlab chiqariladigan quvurlardan o'rnatilishini taklif etdi. Arqonli tortqichlarga ketadigan solishtirma metall sarfi sterjenlar to'plamiga qaraganda taxminan 2 marta kam: ularning narxi esa taxminan bir xil. Bikr tortqich afzal, masalan, quvurli tortqichlarda hosil bo'ladigan zo'riqishlar 1500 kN dan 11760 kN, 1 m to'g'on uzunligida esa 1840 kN ni tashkil etadi. Amaliyotda B-II, Br- II, K-7, A- III, A-IV, A-IIв, A- IIIв sinfli armaturalar hamda choksiz po'lat quvurlar ishlatiladi. Betonga ankerlash uchun kiritilgan tortqichlarni korroziyadan himoyalash uchun, ular sement bilan zich va mustahkam tishlashishi kerak (to'g'onlarning aksariyat qismida himoya tadbirlari nazarda tutilmagan); ba'zan ruxli qoplama qo'llaniladi, shuningdek, EKK-50 kauchukli epoksid smolasi ishlatiladigan tarkibdagi moddalarni qo'llash tavsiya etilgan: to'g'on tanasida ba'zan tortqichlarni plastmassa quvurlar yoki bitum qoplamasi (2 sm) yordamida ham himoyalaydilar. Tortqichlarni qayta cho'zishda EKK-200 belgili epoksid kauchukli qoplama qo'llaniladi. Cho'zuvchi qurilmalardan eng tejamlisi — yassi domkratlardir.

14.2.4. Kataksimon to'g'onlar

Bu turdagi past bosimli to'g'onlar uncha ko'p qurilmagan: Senkov turi (13.3-rasmga qarang) va Giproselelektro (Krasnoyarsk, Shilsk va boshqalar). Bir qator tashkilotlar ishlab chiqqan loyihalar shuni ko'rsatdiki o'rta va yuqori bosimli kataksimon to'g'onlarning quyidagi konstruksiyalarini qurish mumkin: 1) monolit betondan; 2) yig'ma-monolit (14.20-rasm, a) keng qo'llanilayapti; yig'ma (14.20-rasm, b); 3) yig'ma elementlarni payvandlash va beton bilan tutashtirish yoki payvandlashsiz va betonsiz.

Kataklar grunt, tosh bilan to'ldiriladi. Kataklar o'lchamlari 1,5x1,5....6x6 m, 1 m^3 betonga sarflanadigan armatura sarfi 20...30 kg. Kataklarga grunt avtosamosvallar yoki transporterlar bilan beriladi. Katak devorlari qalinligi 0,1...0,8 m, kontrforslarniki 0,1...1,0 m. O'rta bosimlar uchun devor qalinliklari 14.20-rasm, d dan taxminan qabul qilinadi.



14.20-rasm. **Kataksimon to'g'on konstruksiyalari:**
a – yig'ma monolitli; 1 – to'kilgan grunt; 2 – drenajlaydigan qatlam; 3 – beton; 4–armaturali karkas; b – xochli bloklardan tashkil topgan yig'ma; d – kataksimon, devorlari qalinligini oldindan aniqlash grafigi; 1 – monolit betondan; 2 – yig'ma monolit betondan; 3 – payvandlab biriktirilgan yig'ma elementlardan.

14.2.5. Gravitatsion to'g'onlarni kelajakda takomillashtirish va arzoniashtirish yo'llari

Oxirgi yillarda gravitatsion to'g'onlarni takomillashtirish va arzonlashtirish ikkita yo'nalish bo'yicha olib borilayapti: 1) texnologiyani soddalashtirish va qurilishni industrial uslublaridan foydalanish; 2) soddalashtirish, yengillashtirish va yangi turdagi konstruksiyalarni ishlab chiqish.

Texnologik tadbirlar: 1) betonni zonalar bo'yicha taqsimlash; 2) beton xossalarini vaqt bo'yicha o'zgarishni hisobga olish; 3) maksimal yiriklikdagi to'ldirgichlarni ishlatish, yuza-aktiv qo'shimchalarini qo'llash; 4) qattiq beton qorishmasini ishlatish; 5) betonlashda to'liq mexanizatsiyalashgan usulini qo'llash ishlarini yuqori sur'atlarda olib borish bilan birga yoriqlar hosil bo'lishini oldini oladi. Betonni yotqizish "Alpe Jera" usuli e'tiborga loyiq (to'g'on qiymati 10...12% ga kamayadi); toxtagul usuli; tarkibida sement miqdori kam bo'lgan va bo'ylama sementlanmaydigan choklarni qirqib betonni uzluksiz yotqizish usuli.

Konstruktiv tadbirlarga quyidagilar kiradi:

Ekranli to'g'onlarni qurish (metall, temir-betonli yoki polimerli): 1) siqilgan profilli to'g'onlarda kuchlanishlarga yo'l qo'ymaslik (Qurupsoy to'g'oni loyihasi); 2) to'g'onda sementlanmagan choklar bo'lganda Alpe Jera, Puan Pallo, Boguchan to'g'onlari.

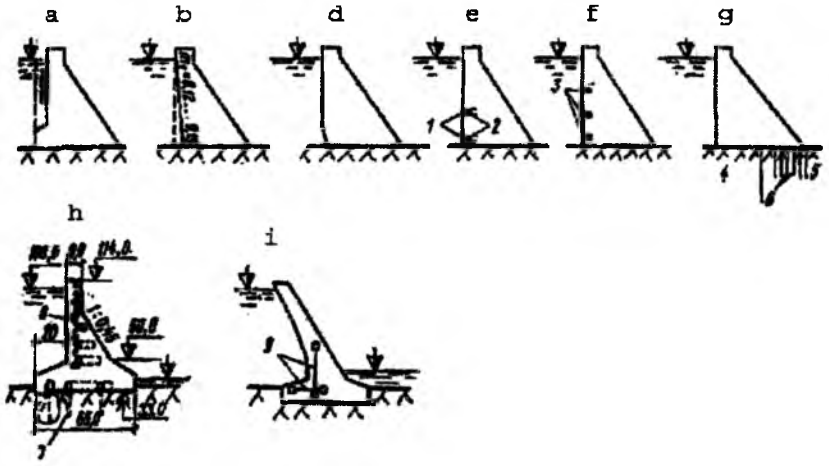
To'g'on bir qismini tosh yoki suv bilan almashtirish, bunday usul ishlab chiqarishni murakkablashtiradi (13.3-rasm, a ga qarang); Solishtirma og'irligi kichik bo'lganligi uchun graviy yoki qumni tosh bilan almashtirish samara bermaydi; agar to'g'on uchun kuchlanganlik holati emas, balki ustuvorlik shartlari asosiy bo'lsa, u holda kichik qiymatlarida uni suv bilan yuklash mumkin (14.21-rasm, a).

Yuqori qirrani siqish, u ankerlashni qo'llash (14.19-rasmga qarang) yoki muvofiq choklar bilan kesish orqali hamda bosimli qirrani yuqori bef tomonga 1/7 ...1/8 nishablikda qiya qilib bajariladi (14.21-rasm, b); ba'zan bosimli qirrani faqat pastki qirrasiga teskari nishablik beriladi (14.21-rasm, d).

Kuchlanganlik holatini rostlash: 1) cho'zuvchi kuchlanishlarni yo'qotuvchi (yoki kamaytiruvchi) yuqori qirrada bir yoki bir nechta qirqim berish orqali (14.21-rasm, e); pastki befda ankerlash yoki

suv omborini bo‘shatish vaqtida cho‘zuvchi kuchlanishlar paydo bo‘lgan holatlarda bu qirrada ham qirqim berish mumkin; shuni nazarda tutish kerakki, qirqim berish vaqtida to‘g‘onning umumiy yuk ko‘tarish qobiliyati pasayishi mumkin; 2) qirqim berish o‘rniga kichik modulli zonalarni (14.21-rasm, f) barpo etish orqali (masalan, polimer - betonlardan tayyorlangan); 3) katta kuchlanishlarni kamaytiruvchi kichik modulli to‘shamalarni barpo etish orqali; 4) zamini turli modulli massivli bo‘lganda mustahkamlovchi sementlashni (14.21-rasm, g) amalga oshirish orqali; 5) to‘g‘onning ayrim elementlarini qizdirish—xususan o‘ta sovuq iqlim sharoitlarida amalga oshiriladi.

To‘g‘onning yuk ko‘tarish qobiliyati va ustuvorligini oshirish: 1) to‘g‘on tovoni nishabligini yuqori bef tomonini burish yoki tish barpo etish orqali (lekin tish barpo etish noqulay kuchla-



14.21-rasm. **Gravitatsion to‘g‘onlarni takomillashtirish usullari:** a – suvni yuklashdan foydalanish; b – yuqori qiyalikka og‘gan; d – xuddi shunday pastki qismda; e – choklarni o‘rnatish; f – yukni kamaytirish tasmalari; g – pastki befda zaminida bikrlikni oshirish; h – yuqori qismni siqish va zamindagi kombinatsiyalashgan drenaj; i – vertikal va gorizontal ankerlar bilan siqish; 1 – kesiklar; 2 – zichlagich; 3 – yukni kamaytirish tasmalari; 4 – mustahkam qoya; 5 – kuchsiz qoya; 6 – mustahkamlovchi sementatsiya; 7 – drenaj quduqlar; 8 – oldindan zo‘riqtirilgan sementlangan ankerlar.

nishlar yig'ilishini keltirib chiqaradi); 2) shtrabali ko'ndalang choklarni qurish yoki betonni tejash imkonini beruvchi (bunda choklarda zichlagich moslamalari bo'lmaydi), ularni yaxlit holga keltirish choksiz to'g'on orqali amalga oshiriladi.

To'g'on tanasida gidroelektrostansiya binosini joylashtirish. Bunda gidrouzel qurilishi uchun sarflanadigan beton tejaladi, lekin ishlab chiqarish murakkablashadi va armatura sarfi ko'payadi. Bu usul texnik-iqtisodiy jihatdan asoslashni talab etadi.

Yig'ma bloklardan ekranli gravitatsion to'g'onlarni qurish. Bunda yirik suv omborlarida va ulardan uncha foydalanilmaganda ekranlarni ta'mirlash murakkabligini nazarda tutish lozim bo'ladi.

Yengillashtirishning turli usullarining birikuvi. Bir vaqtning o'zida yengillashtirishning turli yo'llaridan foydalanish mumkin, masalan, ankerlash va filtratsion bosimini kamaytirish (14.21-rasm, h), bosim qirra qismini egiltirish, monolit holatga keltirilgan armaturalarni qo'llash va suv bilan qo'shimcha yuklash (14.21-rasm, i) va shu kabilar.

14.3. Qoyali zaminlardagi gravitatsion to'g'onlarni mustahkamlik va ustuvorlik hisoblash asoslari

14.3.1. Hisobning asosiy shartlari

Tekis deformatsiya choklariga ega gravitatsion to'g'onlarni mustahkamlik va ustuvorlikka hisoblar chegaraviy holatlar uslubi bo'yicha amalga oshiriladi. Bunda to'g'onning l_s – uzunlikka ega bo'lgan har bir seksiyasi (bo'lagi) yoki to'g'onning 1 m li seksiyasi alohida ko'rib chiqiladi. Agar to'g'on qirqimli qilib bajarilgan bo'lmasa, uning ustuvorlikka hisobi butun inshoot uchun, umumiy mustahkamlik esa asosiy va o'ta muhim to'plamdagi yuklama va ta'sir etuvchi kuchlarning to'liq tarkibi uchun bajariladi. To'g'on balandligi 60 m gacha bo'lsa, yuklama tarkibini qisqartirishga ruxsat etiladi.

To'g'onning ko'ndalang kesimi, uning o'lchamlari va konstruktiv jihatdan o'ziga xosligi avvaldan belgilab qo'yilishi lozim. To'g'on tanasi va zaminni umumiy mustahkamligi ularni ishlash davrining turli bosqichlarida tekshirib ko'riladi, ayrim elementlar va to'g'on zonalarini mahalliy mustahkamlikka tekshirish esa quyidagi holatlarda:

1) to'liq qurib bitkazilgan va juda noqulay asosiy va o'ta muhim to'plamga ega yuklamalar ta'sirida bo'ladigan to'g'onning doimiy ekspluatatsiyasi davrida, bu holda hisoblarda asosiy bo'lib hisoblanadi;

2) to'g'on tanasi to'liq qurib bitkazilgan, lekin suvdan keladigan yuklama mavjud emas, ya'ni beflarda suv bo'lmagan holat, zaminda filtratsiya mavjud emas, qolgan boshqa ta'sir kuchlari bo'lishi mumkin bo'lgan qurilish davrida;

3) inshootni ekspluatatsiyaga navbatma-navat topshirishda, unda uzoq muddat qisman bosim bilan ishlay olganda;

4) to'g'onni qisman ta'mirlashda.

Umumiy mustahkamlik odatda fevral va avgust oylariga mos sharoitlar (to'g'on tanasining harorat rejimi, muz, to'lqin va boshqa yuklama kuchlari) ni hisobga olib tekshiriladi.

14.3.2. To'g'on tanasi kuchlanganlik holatlari hisoblari va mustahkamlik shartlari

Yuqori va o'rta bosimli to'g'onning mustahkamlik va kuchlanganlik holati hisoblari materiallar qarishligi uslublari bilan bajariladi. Bunda qaralayotgan holat uchun to'g'on seksiyasi profilli chiziladi va unga tashqi kuchlar epyuralari va ta'sirlari chiziladi va kesimlar qatorlari belgilanadi (to'g'on qirralarining siniq joylarida, uning kengligi o'zgarganda, qirqishlar o'rnatilgan joylarda kuchsizlanishni va boshqalar). So'ngra har bir kesim uchun va undan yuqorida to'g'onga ta'sir etuvchi kuchlar va kesimning og'irlik markaziga nisbatan kuch momentlari hisoblanadi. U tik yo'nalishdagi kuchlar proeksiyasi yig'indisini hisobiy kuchlar nisbatiga (kuchlarning vertikal ta'sir etuvchisi) va birga kuchlar momentlar yig'indisi M ga teng. Normal yondagi kuchlanishlar (to'g'on qirralaridagi A va V nuqtalarda) σ_y nomarkaziy siqilish formulasi bo'yicha aniqlanadi. Umumiy holda (bitta seksiyani hisoblashda)

$$\sigma_y = \frac{N}{F} + \frac{M}{W} \qquad (14.10)$$

bunda: $F = lb$ – hisobiy kesim yuzasi, m²; $W = lb^2/6$ – kesimning qarshilik momenti.

Odatda ikki o'lchamli masala ko'riladi, ya'ni 1 m to'g'on seksiyasi hisoblanadi. Ikki o'lchamli masala uchun $F = 1 \cdot b$; $W = 1 \cdot b^2 / 6$ va (14.10) tenglamasi quyidagi ko'rinish oladi

$$\sigma_y = \frac{N}{b} \pm \frac{6M}{b^2} \tag{14.11}$$

σ_y ning ma'lum qiymatlari yondagi normal kuchlanishlar σ_x, urinma $\tau_{xy} = \tau_{yx}$ va boshqa kuchnishlar σ_1 va σ_3 larni elementar prizmalar yuzalariga ta'sir qiluvchi muvozanat shartlari bo'yicha aniqlanadi (14,22-rasm); σ_x uchun (1 va 2 prizmalar) $\sum X = 0$, $\sum Y = 0$; τ_{xy} uchun (1 va 2 prizmalar) $\sum Y = 0$; σ_1, σ_3 uchun (3 va 4 prizmalar) $\sum Y = 0$.

Ikki o'lchamli masalada kuchlanish quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

yuqori qirrada

$$\sigma_y^e = \frac{N}{b} + \frac{6M}{b^2}; \tag{14.12}$$

$$\sigma_x^e = \sigma_y^e m_1^2 - \gamma_e h\left(1 - m_1^2\right) \tag{14.13}$$

$$\tau_{xy}^e = \left(\gamma_e h + \sigma_y^e\right) m_1; \tag{14.14}$$

$$\sigma_1^e = \sigma_y^e\left(1 + m_1^2\right) + \gamma_e h m_1^2; \tag{14.15}$$

$$\sigma_3^e = -\gamma_e h; \tag{14.16}$$

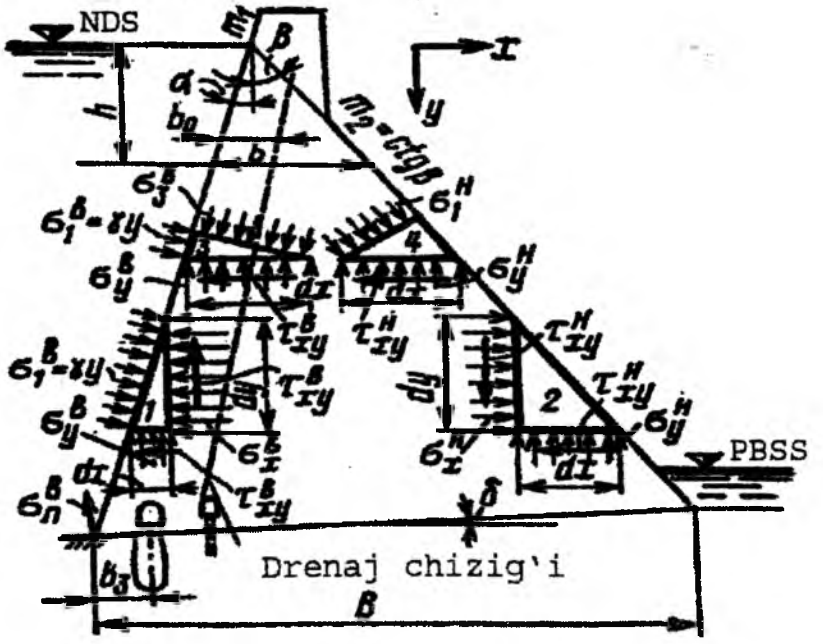
$$\sigma_n^e = \frac{1 + m_{1^c}^2}{2}\left\{\sigma_y^e\left[\cos 2(a + \delta) + 1\right] + \right.$$

$$\left. + \gamma_e H\left\{\cos 2(a - \delta) - \frac{1 - m_1^2}{1 + m_1^2}\right]\right\} \tag{14.17}$$

pastki qirrada

$$\sigma_y^n = \frac{N}{b} - \frac{6M}{b^2}; \tag{14.18}$$

$$\sigma_x^n = \sigma_y^n m_2^2 - \gamma_e h_e\left(1 - m_2^2\right); \tag{14.19}$$



14.22-rasm. **Gravitatsion to'g'onni mustahkamlikka hisoblash sxemasi.**

$$\tau_{xy}^{н} = -\left(\sigma_y^{н} + \gamma_в h_в\right) m_2 \qquad (14.20)$$

$$\sigma_1^{н} = -\gamma_в h_н ; \qquad (14.21)$$

$$\sigma_3^{н} = \sigma_y^{н}\left(1 + m_2^2\right) + \gamma_в h_н m_2^2 , \qquad (14.22)$$

bunda: $\sigma_y^{в}$, $\sigma_x^{в}$, $\sigma_y^{н}$, $\sigma_x^{н}$ – gorizontal va vertikal maydonchalar bo'yicha yuqori ("B") va pastki ("H") qirralari oldida normal kuchlanishlar; $\tau_{xy}^{в}$, $\tau_{xy}^{н}$ – gorizontal va vertikal maydonchalar bo'yicha yuqori va pastki qirralar oldida urilma kuchlanishlar; $\sigma_1^{в}$, $\sigma_3^{в}$, $\sigma_1^{н}$, $\sigma_3^{н}$ – yuqori va pastki qirralar oldida maksimal va minimal bosh kuchlanishlar; $\sigma_н^{в}$ – yuqori qirra oldida kontakt maydonchasi kesimida normal kuchlanishlar; M – to'g'onga hisobiy kesimdan yuqorida joylashgan, bu kesim og'irlik markaziga qo'yilgan kuchlar momenti; N – hisobiy kesimdan yuqorida to'g'onga ta'sir etuvchi normal kuch, u hisobiy kesimda vertikal yo'nalishda hamma kuchlar proeksiyasi yig'indisiga teng; b – hisobiy kesimning kengligi; $\gamma_в$ – suvning solishtirma og'irligi; $h_в$, $h_н$ – yuqori va pastki beflar tomonidan hisobiy kesim ustidagi bosim; $m_1 = ctg\alpha$; $m_2 = ctg\beta$ – hisobiy kesim sathida yuqori va pastki qirralar qiyaligi; δ – tovon tekisligi va gorizontal tekislik orasidagi burchak. Cho'zuvchi kuchlar (kuchlanishlar) "plyus" belgisi, siquvchi kuchlar "minus" belgisi bilan qabul qilinadi; momentlar soat srelkasi bo'yicha – "plyus" belgisi, soat srelkasiga qarshi – "minus" belgisi.

To'g'onning pastki gorizontal qismi bo'ylab ($\delta = 0^0$ kontaktli kesimda bo'lgandagi) ekspluatatsiya va qurilish davridagi yuklama tarkibi va ta'sir kuchlarining asosiy to'plami qisqargan holat uchun zo'riqishlarni hisoblash 14.23-rasm a,d da keltirilgan.

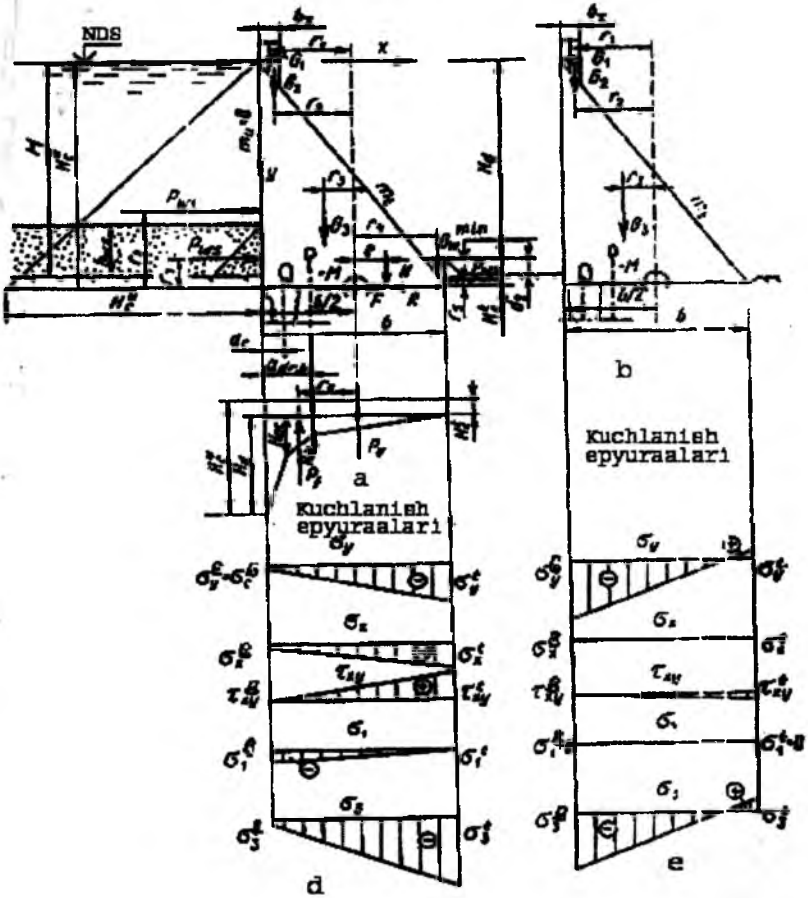
Yuqori bef tomonidan ta'sir qiluvchi cho'kindilar bosimini quyidagi formuladan aniqlanadi.

$$P_{ωs} = 0{,}5\gamma_{ωs} h_{ωs}^2 tg^2\left(45^0 - \varphi_{ωs}/h\right) \qquad (14.23)$$

bunda $\gamma_{ωs}$ – muallaq holatdagi grunt cho'kindilarining hajmiy og'irligi, $\gamma_{ωs} = g\left[p_s - p_ω(1-h)\right]$ formuladan aniqlanadi; $h_{ωs}$ va $\varphi_{ωs}$ – to'g'on oldida to'plangan cho'kindilarni balandligi va ichki ishqalanish burchagi.

Qolgan yuklamalar va kuchlar ta'siri hisobiy chizmalar bo'yicha mos keluvchi formulalar bo'yicha aniqlanadi.

(14.12)–(14.22) formulalar bo'yicha yondagi kuchlanishlarni hisoblab, ularning epyuralari quriladi. Bunda kuchlanishlar hisobiy sxemaning qolgan nuqtalarida chiziqli qonun bo'yicha taqsimlanadi (14.23-rasm, b,e). Epyura bo'yicha eng katta bosh siquvchi kuchlanish σ_3 aniqlanadi. To'g'on balandligi bo'yicha bir nechta hisobiy sxemalar uchun aniqlangan σ_3 qiymatiga ko'ra, ko'ndalang ke-



14.23-rasm. **To'g'on ustuvorligi va zamindagi kuchlanishlarni hisoblash uchun yuklama va ta'sir kuchlarini asosiy to'plamining ekspluatatsiya (a), qurilish (b) davrlari uchun qisqartirilgan tarkibi; to'g'on tovoni bo'ylab kuchlanishlar epyuralari (d va e).**

simning har xil zonalari uchun mustahkamlik va siqilish bo'yicha beton sinflari tanlanadi. Qabul qilingan beton sinflari mustahkamlik bo'yicha bir qator talablarga javob berish kerak.

To'g'on tepasi massiv (kallak) bo'lganda qurilish davrida uning pastki qirrasida cho'zuvchi kuchlanishlar hosil bo'ladi (σ_y va σ_3, 14.23-rasmga qarang), bu yoriqlar hosil bo'lishiga olib keladi. Bundan tashqari massiv kallak seysmik ta'sirlarda kuchlanganlik holatini yomonlashtiradi. Kuchlanganlik holatini yengillashtirish uchun konstruktiv tadbirlar ko'riladi, masalan, yengillashtirilgan kallaklar turi.

Ekspluatatsiya davrida qisqartirilgan yuklamalar va ta'sirlar bo'yicha hisoblangandan, gravitatsion to'g'onlarning asosiy mustahkamlik sharti 14.1-jadvalda keltirilgan.

14.1-jadval

Qoyali zaminlardagi massiv gravitatsion to'g'onlar yuqori qirrasi oldida asosiy mustahkamlik shartlari

Konstruksiyaning o'ziga xos xususiyatlari va to'g'onning hisobiy sxemalari	Yuklamalarning asosiy birikuvida	Muhim birikuvda	
		Seysmik ta'sirlar hisobga olinmaganda	Seysmik ta'sirlar hisobga olinganda
To'g'on tanasining gorizontal kesimlari: gidroizolatsiya qilinmagan ekran	$\sigma_y^* < 0^*$ $\lvert\sigma_y^*\rvert \geq 0{,}25\gamma_s H$	$H \leq 0{,}133b$	$H \leq 0{,}286b^{**}$
gidroizolatsiya qilingan ekran	$H \leq 0{,}133b$	$H \leq 0{,}167b$	$H \leq 0{,}286b^{**}$
To'g'on bilan zamin kontaktidagi kesim: gidroizolatsiya qilinmagan	$\sigma_c^* \leq 0$	$H \leq 0{,}300a_c^{***}$	$H \leq 0{,}200b$
gidroizolatsiya qilingan	$H \leq 0{,}07/b$	$H \leq 0{,}08b$	$H \leq 0{,}200b$

Eslatma. * Bosimli qirra qismida berilgan mustahkamlik sharti bajarilmaganda unda gidroizolatsiya qilish bo'yicha qo'shimcha choralar ko'riladi va qurilish choklari ochilishiga yo'l qo'ymaslik lozim.

** Berilgan mustahkamlik sharti bajarilmaganda: agar $0{,}286b < H < 0{,}320b$ bo'lganda kesimdagi mustahkamlik sharti (14.24) formula bo'yicha baholanadi, kuchlanish σ_3 to'g'on yuqori qirrasi oldida betonning cho'zilishga ishlashini hisobga olinmay aniqlanadi, agar $H > 0{,}320b_a$ bo'lganda unda yuqori qirra armaturalanadi, bu holda to'g'on kesimini temir-beton kabi qabul qilib, siqilgan zonada betonning mustahkamlik sharti (14.24) formuladagidek ta'minlanadi.

***Agar to'g'on tanasining yer osti konturida sementli to'siq parda bo'lmasa, a_c o'rniga $a_{d\vartheta,e}$ qabul qilinadi.

To'g'on tanasining barcha nuqtalarida yuklama va ta'sir kuchlarining asosiy va barcha muhim to'plamalarning barcha turlari

$$\gamma_n \gamma_{fc} |\sigma_3| \le \gamma_c R_b \qquad (14.24)$$

14.1-jadvalda quyidagi belgilashlar qabul qilingan: γ_n va γ_{fc} – ishlash sharoiti va yuklamalar birikuvi koeffitsiyentlari; $|\sigma_3|$ – maksimal bosh siquvchi kuchlanishlarning maksimal qiymati, MPa; R_b – betonni siqilishdagi hisobiy qarshiligi, MPa; H – to'g'on tanasining gorizontal kesimlarida va kontakt kesimlaridagi cho'zilish zonasi chuqurligi, m; qolgan belgilashlar (14.11)...(14.22) formulalardagidek va (14.22-rasmda)gi kabi.

14.3.3. Gravitatsion to'g'onlarni siljishga ustuvorlik hisoblari asoslari

To'g'on ustuvorligini buzilishi va uni siljishi ro'y berishi mumkin bo'lgan bir nechta shakllari mavjud: zamin bilan tutashuvni buzilishi tufayli to'g'on qismi yoki zaminidagi yoriqlar bo'ylab uning siljishi; ag'darilib tushishi; zaminning o'zini, unda katta miqdordagi kuchlanishlar to'planishi natijasida buzilishi.

Odatda gidrotexniklarni ehtimoli bo'lishi mumkin bo'lgan birinchi shakl qiziqtiradi. Bir necha har xil to'g'on siljishi chizmalari aniqlangan.

Bir jinsli va nisbatan mustahkam zaminlarda hamda to'g'on tovonini zamin bilan kuchsiz tavsiflarida tekis siljish ro'y beradi (14.24-rasm, a va f). Tekis siljishining o'ziga xos xarakteri – katta urinma va cho'zuvchi kuchlanishlar ta'sirida kontaktning buzilishi.

Tuzilishi qatlamli bo'lgan mustahkamligi kuchsiz zaminlarda zaminni bir qismini egallab kuchsiz qatlam bo'yicha siljish ro'y berishi mumkin (14.24-rasm, f); bunda siljiydigan grunt og'irligi G_y hisobga olinadi.

Gorizontal yuza bo'yicha gravitatsion to'g'on tekis siljiganda (14.23, a va 14.24, a-rasmlarga qarang) chegaraviy holat bo'yicha asosiy hisobiy tenglama quyidagi ko'rinishida bo'ladi:

$$\gamma_n \gamma_{fc} Q \le \gamma_c R, \qquad (14.25)$$

bunda: Q –siljish hosil qiladigan asosiy kuch, bu holda suvning bosimi va boshqa gorizontal kuchlar hisoblanadi; R – umumlashtirilgan yuk ko'tarish qobiliyati, ya'ni siljishga qarshi kuchlar, bu holda $R = fN + C_1 F$; f – betonli to'g'on qoyali zamin bo'yicha yoki massiv beton to'g'on jins bilan aralashgan bir qismi bo'yicha hisobiy ishqalanish koeffitsiyenti; C – solishtirma tishlashish; N – tekis siljishga perpendikular hamma kuchlarning teng ta'sir etuvchisi; F – to'g'on tovoni yuzasi yoki kontakt yuzasi kesimi; γ_n, γ_c, γ_{fc} – koeffitsiyentlar.

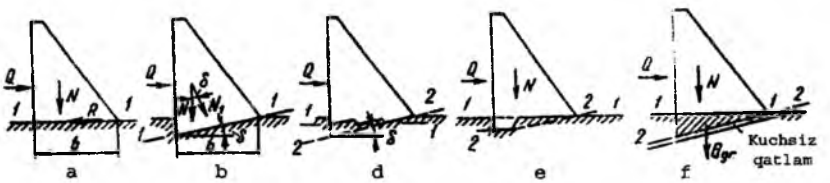
$f = tg\varphi_1$ ni hisobga olib (14.25) sharti quyidagi ko'rinishida bo'ladi

$$\gamma_n \gamma_{fc} Q \le \gamma_c \left(N tg\,\varphi_1 + CF \right) \qquad (14.26)$$

Agar siljish yoriqlar bo'yicha ro'y bersa, ya'ni uning qirrasi bo'ylab qandaydir siniq yuza bo'yicha bo'lsa, unda bu shart quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$\gamma_n \gamma_{fc} Q \le \left[\sum_{i=1}^{n} \left(N_i tg\varphi_1^i + C_1^i F_i \right) + \gamma_{c2} E \right]; \qquad (14.27)$$

bunda: N_i – qaralayotgan siljish yuzasining i–m li uchastkasida ro'y beradigan normal kuchlanishlarning teng ta'sir etuvchisi; F_i–i li uchastka siljish sirtidagi yuza; γ_{c2} – ishlash sharoiti koeffitsiyenti,



14.24-rasm. **Gravitatsion to'g'onlar siljishining asosiy sxemalari.** a – gorizontal tekis siljish; b – qiya yuza bo'yicha siljish; d – qiya tishli yuza bo'yicha siljish; e – yoriqlar bo'yicha siljish; f – kuchsizlangan zona bo'yicha siljish.

agar $tg\ \varphi_1^I$ va C_1^I tavsiflar va to'kmaning deformatsiya moduli zaminnikidan 20% ga va undan ortiq bo'lsa, unda $\gamma_{c2} = 1{,}0$; qolgan holatlarda $\gamma_{c2} = 0{,}7$; E — qoyali grunt tirgak massivi yoki to'g'on pastki qirrasi tomonidagi qayta ko'milish qarshilik kuchi.

14.2-jadval

Gravitatsion to'g'onlar siljishga hisoblash uchun qoyali gruntlar tavsifi *f* (suratda) va C_1 (maxrajda)

Zamin gruntlari	Betonni qoya bo'yiga tekis siljishi	Yoriqlar bo'yicha siljish		
		Kichik, keng ochilish bilan 0,5...2 mm	O'rtacha kichik to'ldiruvchilar keng ochilish bilan 2...20 mm	Katta, bo'sh to'ldiruvchilar keng ochilish bilan >20 mm
Qoyali, massiv, yirik bo'lakli, qatlamli, plitali, R > 40 *MPa*, amaldagi nuramagan	0,95 / 0,4	0,80 / 0,15	0,7 / 0,1	0,55 / 0,05
Xuddi shunday, o'rtacha yoriqli, kam nuragan	0,85 / 0,3	0,80 / 0,15	0,70 / 0,10	0,55 / 0,05
Qoyali, yirik bo'lakli katta yoriqli, R ≈ 40 *MPa*, yarim qoyali jinslar, kuchsiz nuragan, kuchsiz deformatsiyalanadigan, R_c = 20...40 *MPa*	0,75 / 0,20	0,70 / 0,10	0,60 / 0,05	0,45 / 0,02
Yarim qoyali, plitali, yupqa plitali o'rtacha va kuchli yoriqli, R_c = 2,5...40 *MPa*	0,70 / 0,10	0,60 / 0,05	0,50 / 0,05	0,45 / 0,02

Eslatma. 1) *C* qiymati MPa da berilgan. 2) sementatsiya olib borilgandan keyin *f* va *C* qiymatlari oshadi, oshish qiymatini joyda olib borilgan tajribalar asosida o'rnatish kerak.

QMQ bo'yicha tavsiya qilinadigan $f = tg\varphi_1$ va C_1 hisobiy qiymatlari 14.2-jadvalda keltirilgan.

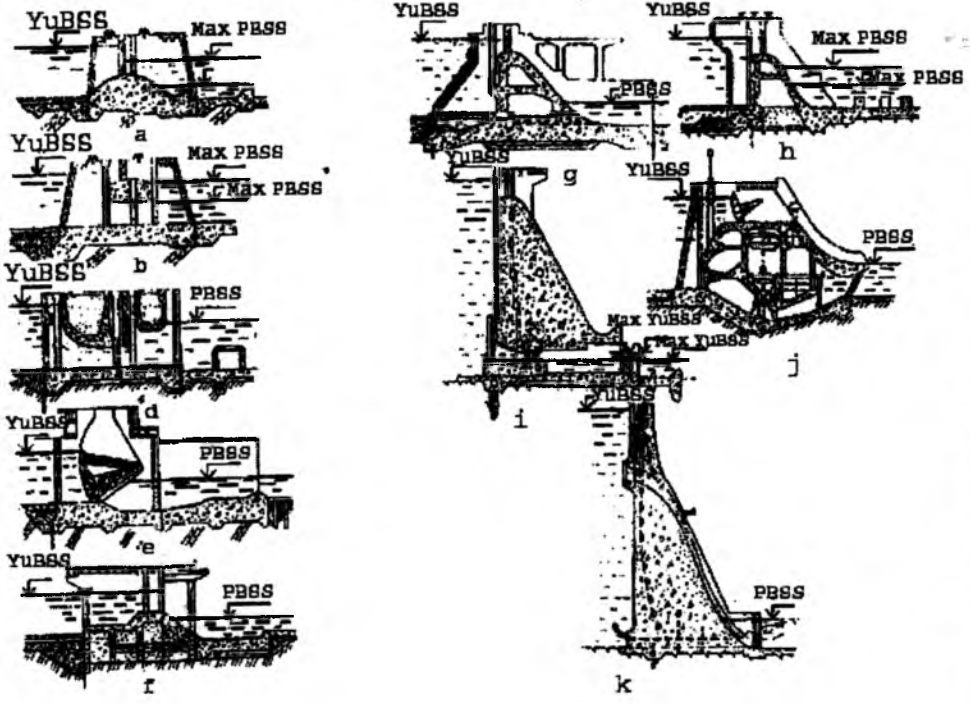
Gravitatsion to'g'onlarning siljishga qarshi ustuvorligini oshirish mumkin: to'g'on tovonini yuqori bef tomonga qiya qilib; to'g'on tovonini zamin bilan tutashgan joyi yuzasida bir nechta pog'ona yoki tish o'rnatib (14.24-rasm, b, d, e). Bu holda to'g'on tanasiga yotqiziladigan beton biroz tejaladi.

Agar to'g'on tovoni konturi yoki zaminning tuzilishi murakkab bo'lsa, unda ustuvorlik hisoblari ikkita yuz berishi mumkin bo'lgan siljish yuzasi bo'yicha olib boriladi. 14.24-rasmda asosiy 1—1 va tekshiruvchi 2—2 siljish yuzalari keltirilgan. Kuchsiz siljish tavsiflarga ega bo'lgan qatlamlar bo'yicha tekshiruvchi hisoblar bajarilishi shart.

14.4. Betonli suv tashlovchi to'g'onlar

Betonli suv tashlovchi to'g'onlar daryodagi gidrouzellar tarkibida quriladi. Ularning tirqishlaridan (yuza va chuqur joylashgan) o'tadigan suv sarfi gidravlikada ma'lum bo'lgan formulalar bo'yicha aniqlanadi. Bu to'g'onlarni qoyali va qoyamas zaminlarda qurish mumkin. Qoyamas zaminlardagi to'g'onni siljishga qarshiligi qoyaliga qaraganda 1,5...4,0 marta kam, qoyamas zaminlarda yo'l qo'yarlik yuklamalar qoyaliga qaraganda ancha kichik. Shuning uchun qoyamas zaminlarda to'g'on qoyaliga ko'ra yoyilgan va katta og'irlikda quriladi. Ular balandlik bo'yicha chegaralanadi — balandligi 40...50 m li to'g'on iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir. Tashlanadigan sarf yoki to'g'on ustidan (vodoslivli), yoki to'g'on tanasidagi maxsus galereyalar (chuqur joylashgan suv tashlagichlar) orqali o'tkaziladi. Suv tashlovchi to'g'onning tanasi baland yoki past ostonali bo'lishi mumkin (14.25-rasm). Zarurat tug'ilganda to'g'on ustidan ham, chuqur joylashgan tirqishdan ham (14.25-rasm, b,i) suv quyilishi mumkin, oxirgisi bir nechta yarusda joylashgan bo'ladi.

Betonli suv tashlovchi to'g'on sifonli suv tashlagich turida ham bajariladi, bunda yuqori befdagi suv sathi NDS sathidan juda kam ko'tarilganda sifon ishga tushadi.



14.25-rasm. **Suv tashlovchi betonli to‘g‘onlarning asosiy turlari:**
a – to‘g‘on ustidan quyiladigan yoyilgan profilli; b – ikki yarusli; d – tubda joylashgan tirqishlar bilan; e – past ostonali; f – kataksimon past bosimli; g,h – ichi bo‘sh baland ostonali mos ravishda yaxlit va yupqa ankerli poydevor plitali; i – baland ostonali yaxlit profilli; j – qurilgan gidroelektrostansiya binosi bilan; k – baland ostonali chuqur joylashgan suv tashlagich bilan.

14.4.1. Suv tashlovchi to'g'onning asosiy turlari va sxemalari

Suv tashlovchi to'g'on turi uchta omil asosida tanlanadi: 1) ta'-sir etuvchi bosim va yuqori bef sathini jadallashtirish imkoniyatlari; 2) gidrouzel stvorini topografik va geologik sharoitlari va uning asosiy inshootlarini joylashtirish sharoitlari; 3) qurilish sharoitlari va qabul qilingan qurilish sarflarini o'tkazish usuli. Past ostonali to'g'onlar odatda stvorning o'zan qismida past va o'rta bosimli gidrouzellar tarkibida joylashtiriladi. Bunday suv tashlagichlarni qirg'oqda joylashtirish maqsadga muvofiq bo'lmaydi, chunki to'g'on kotlovanini, keluvchi va ketuvchi kanallarni qurishda tuproq ishlari hajmi katta bo'ladi hamda to'g'onning gidravlik ishlash sharoitlari yomonlashadi.

Baland ostonali to'g'onni odatda qayirda yoki daryo o'zanining tarmog'ida joylashtiriladi. Yuqori befga nisbatan katta chuqurliklar va bosimlar bo'lganda bu to'g'onlarga suvni keltirish sharoitlarini yengillashtiriladi hamda muz o'tkazish bilan bog'liq chegaralanishni bartaraf etadi (muz suv omborida eriydi).

Gidrouzelda qurilgan baland ostonali to'g'onlarni joylashtirish ko'pincha qayirda amalga oshiriladi. Pastki bef gidravlik sharoitlarni yaxshilash zarur bo'lganda va qurilish sarflarini o'tkazishda yuza va chuqur suv tashlagichli ikki yarus to'g'onlar quriladi. (14.25-rasm, b). Ba'zida faqat chuqur joylashgan suv tashlagichlar qo'llaniladi (14.25-rasm, d). Katta bosimlarda to'g'on ichiga GES binosi quriladi (14.25-rasm, j).

Suv tashlovchi to'g'onning konstruktiv sxemasi ta'minlashi zarur: 1) hamma hisobiy holatlar uchun zaminni mustahkamligini va to'g'onni umumiy mustahkamligini saqlab qolgan holda siljishga ustuvorligini; 2) qulay beflarni tutashish tartibini, jadal maromsiz oqimlar hosil bo'lishiga va pastki bef tubida xavfli yuvilish hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik; 3) maqbul filtratsiyaga qarshi bosimni va zaminning yetarli filtratsiya mustahkamligini. Bundan tashqari u hamma ishlar uchun zamonaviy mexanizatsiya vositalarini qo'llashga imkon berishini, mahalliy materiallar va ishchi kuchidan maksimal foydalanishni, qurilish muddatiga qat'iyan rioya qilishni va uning minimal bahosini talab qilishni taqozo etadi.

Vodosliv frontining uzunligi variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida solishtirma tashlanadigan suv sarfi, shuningdek,

suv tashlagich orqali muz parchalarini o'tkazish shartlari bilan bog'langan holda o'rnatiladi. Tashlanadigan solishtirma suv sarfini oshishi vodosliv uzunligini qisqartirishga imkon beradi, lekin mustahkamlanadigan qism o'lchamlari va undan keyin yuvilish oshadi. Qoyamas zaminlardagi to'g'on suv tashlash tirqishlari uchun solishtirma sarfi taxminan quyidagi formuladan aniqlash mumkin

$$q_s = 1{,}7\vartheta_{\substack{no,er \\ d=1}} d_r^{1,2} \qquad (14.28)$$

bunda: $\vartheta_{\substack{no,er \\ d=1}}$ – pastki befda suv tashlashdan keyin zamin gruntining yuvilmaydigan tezligi, m/s; d_r – eng katta suv sarfida risbermadagi oqim chuqurligi, m.

Grunt sifatiga ko'ra qoyamas zaminlardagi to'g'onlar uchun solishtirma sarflar 35 dan 75 $m^3/(s \cdot m)$ gacha tayinlanadi. Qoyali gruntlar uchun ularni ko'proq qabul qilish mumkin – 100...300 m^3 $(s \cdot m)$ va undan yuqori.

Berilgan bosimda to'g'on balandligi (vodosliv balandligi) gidrouzelni joylashtirishga, inshootning umumiy sxemasiga, zamin geologiyasiga, suv urilma tubining sathiga, qabul qilingan qurilish suvlarini o'tkazish sxemasiga bog'liq holda belgilanadi. Oraliqlar soni ishlatiladigan zatvor turiga, suv o'tkazish qobiliyati hisoblari natijalariga, oraliq devorlar oralig'ining har xil uzunlikdagi suv tashlash narx ko'rsatkichlariga hamda muzlarni o'tkazish sharoitiga ko'ra tanlanadi. Oraliq uzunligi 16...20 m bo'lganda yassi va segmentli zatvorlar mos keladi.

Poydevor plitasiga yuklamalarni ratsional joylashtirish orqali to'g'onning siljishga ustuvorligi ta'minlanadi. Plitaga yuqoridan ta'sir etuvchi yuklamalarni shunday joylashtirish kerakki, boshqa yuklamalar bilan birikuvida ular yuklamalarning notekislik koeffitsiyenti $K = \sigma_{max} / \sigma_{min}$ ni berish kerak: gilli zaminlar uchun $K \le 1{,}5...2{,}0$, qumli $K \le 2{,}0...3{,}0$, bunda σ_{max} va σ_{min} – zamindagi maksimal va minimal normal kuchlanishlar.

Poydevor plitasi va suv urilma yer osti qismi shunday loyihalanadiki, bir tomondan plitaga pastdan yuqoriga ta'sir etuvchi muallaq va filtratsiyaga qarshi kuch minimal bo'lishi kerak, ikkinchi tomondan – to'g'onning bu qismi o'lchamlari va konstruksiyasi zaminidagi jinsning zarur bo'lgan filtratsion mustahkamligini ta'-

minlash kerak. Shu maqsadda poydevor plitasi va suv urilma tovoniga tishlar o'rnatiladi. Ular to'g'onni zamin bilan tutashuvini yaxshilaydi va xavfli kontakt filtratsiyani oldini olishga yordam beradi. Ishlab chiqarish sharoitidan kelib chiqqan holda ularning pastki qismi bo'yicha kengligi 3 m va undan ortiq, chuqurligi – 2...3 m va undan ortiq bo'ladi. Yer osti konturining sxemasi zamin xossalariga bog'liq.

I sxema – kam suv o'tkazadigan gilli zamindagi yer osti konturining yoyilgan shpunsiz betonli to'g'oni (14.26- rasm, I). Yer osti konturi chuqur tekis emas, filtratsiyaga qarshi vertikal elementlarga ega emas. Poydevor plitasi zamin ichkarisiga uncha kiritilmagan.

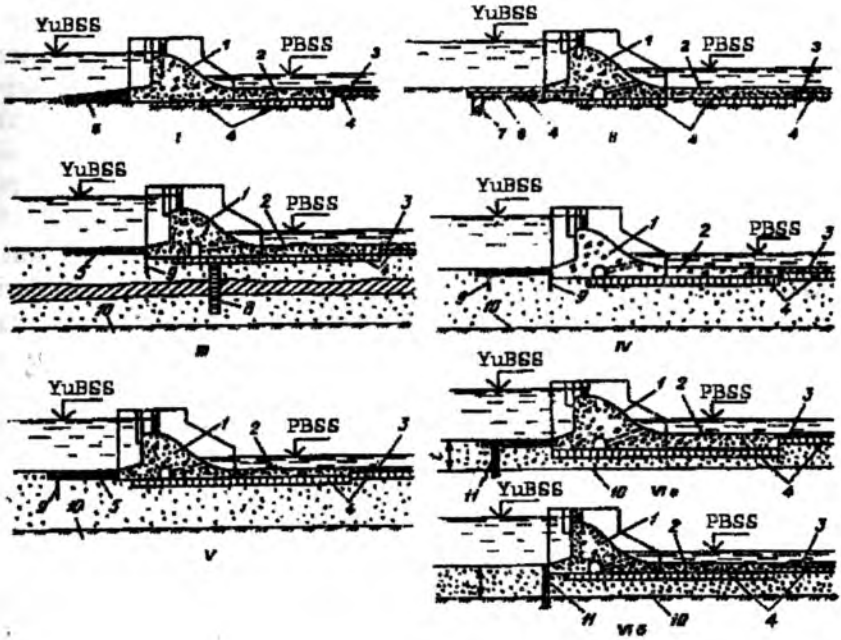
II sxema – plita to'g'on balandligining 0,2...0,3 ga teng bo'lgan qismida zaminning hamma konturi bo'yicha ichkariga kiritilish bilan I chizmadan farqlanadi (14.26-rasm, II). Ikkala chizma uchun ham drenaj, suv urilma, poydevor plitasi va hattoki ponur ostida bo'ladi. Ichki ishqalanish burchagi kichik bo'lgan gruntlarda ankerli ponur o'rnatiladi.

III sxema–suv o'tkazmaydigan qatlam chuqur joylashgan ponurli bir shpuntli yer osti konturi (14.26-rasm, III). Filtratsiya bosimi poydevor plitasi va suv urilma ostidagi gorizontal drenaj hamda vertikal drenaj bilan to'liq olib tashlanadi. Buning natijasida to'g'on minimal og'irlikka ega bo'lishi mumkin.

IV sxema–ankerli ponurli ikki qator shpuntli yer osti konturi (14.26-rasm, IV). Drenaj poydevor plitasi, suv urilma va ponur ostida o'rnatiladi. Bu sxemaning har xilligi – ponur, bosh va poydevor oxirgi qismidagi qisqa shpunt o'rnatilgan uch shpuntli sxema. Suv urilmada shpuntni chuqurroq o'rnatish maqsadga muvofiq bo'lmaydi, chunki bu poydevor plitasidagi qarshi bosimni oshiradi. Xuddi III – sxemadagi kabi bu sxemani suv o'tkazmaydigan qatlam chuqur joylashganda qo'llaniladi.

V sxema – ponur va poydevor plitasi, suv urilma ostidagi drenajli bir shpuntli yer osti konturi (14.26-rasm, V). Suv o'tkazmaydigan qatlam chuqur joylashganda hamda to'g'on zaminiga yetgunga qadar filtratsiya jadalligini kamaytirishda foydalaniladi, masalan, betonni agressiv filtratsiya suvlaridan himoya qilish maqsadida.

VI sxema – bunda shpunt suv o'tkazmaydigan qatlamgacha yetkaziladi (14.26-rasm, VI). Bunda oqimli yo'li to'liq yopiladi va to'g'on ostidagi filtratsiya suvlarining salbiy oqibatlari oldi olinadi.



14.26-rasm. **Qoyamas zaminlardagi suv tashlovchi to'g'on yer osti konturining asosiy sxemalari:**
I, II – suv kam o'tkazadigan kuchsiz zamin; III, IV,V – suv o'tkazmaydigan qatlam chuqur joylashganda; VI – suv o'tkazmaydigan qatlam uncha chuqur joylashmaganda; 1 – to'g'on; 2 – suv urilma; 3 – risberma; 4 – gorizontal drenaj; 5 – ponur (betonli polietilenli va gilli); 6 – ankerli temir-betonli ponur; 7 – betonli tish; 8 – vertikal drenaj qudug'i; 9 – shpuntli devor; 10 – suv o'tkazmaydigan qatlam; 11 – shpuntli devor.

14.4.2. Suv tashlovchi to'g'onlarning konstruksiyalari

Yer osti konturining elementlariga ponurlar, tishlar, devorlar va to'siq pardalar, shpuntlar kiradi.

Ponurlar suv o'tkazmaydigan va filtratsiya koeffitsiyenti taxminan 10^{-6} sm/s ga teng bo'lgan kam suv o'tkazishi bilan farqlanadi. Gilli va sog' tuproqli zaminlarda suv o'tkazmaydigan ponurlar, qumli va qumloqda esa suv kam o'tkazadigan ponurlar qo'llaniladi. Ponurlar

egiluvchan va qattiq bo'lishi mumkin. Egiluvchan yengil deformatsiyalanadigan materiallardan (gil, sog' tuproq, gil beton, polimer plyonkalar va boshqalar) bajariladi, ular zamin deformatsiyasi bilan birga deformatsiyalanish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak. Ponur materialining suv shimiluvchanligi zaminning suv shimiluvchanligidan 50 marta kichik bo'lishi kerak. Ponur uzunligi (1...1,5) N dan 2,5 N gacha qabul qilinadi. Uncha katta bo'lmgan bosimlarda (15 m gacha) ponurlar gil, sog' tuproq yoki torfdan gil o'rnatiladi. Katta bosimlarda ponurlar gil beton, asfaltdan bajariladi. Zarralari o'zaro bog'langan gruntlarda ponurlar har qanday kesimda $\delta \geq (\Delta H / J_{y.q})$ qalinlikda bo'ladi, bunda ΔH – ponurdagi bosim farqi; $J_{y.q}$ – ponur orqali yo'l qo'yarlik bosim filtratsiya gradiyenti (gil – 6...8, sog' tuproq – 4...5). Gruntli ponurning boshlanishidagi qalinligi – 0,75 m, to'g'onlarda – 1...2 m qabul qilinadi

Gil betonli ponurlar (20...25%) gil, (30...40%) qum va (35...40%) graviydan tashkil topadi: qish davrida qurilganda ular sovuqdan kamroq shishadi. Ponurlarni muzlab qolishdan saqlash uchun ularning ustiga qalilingi 0,15...0,2 m li teskari filtr to'kiladi, u betonli plitalar (0,2...0,5 m) bilan mustahkamlanadi yoki tosh teriladi. Ponurni to'g'onga tutashgan joyi juda mas'uliyatli zona hisoblanadi. Bu zonada yoriqlar yoki tirqishlar hosil bo'lishi oldini olish uchun to'g'on va ponur orasiga chok o'rnatiladi.

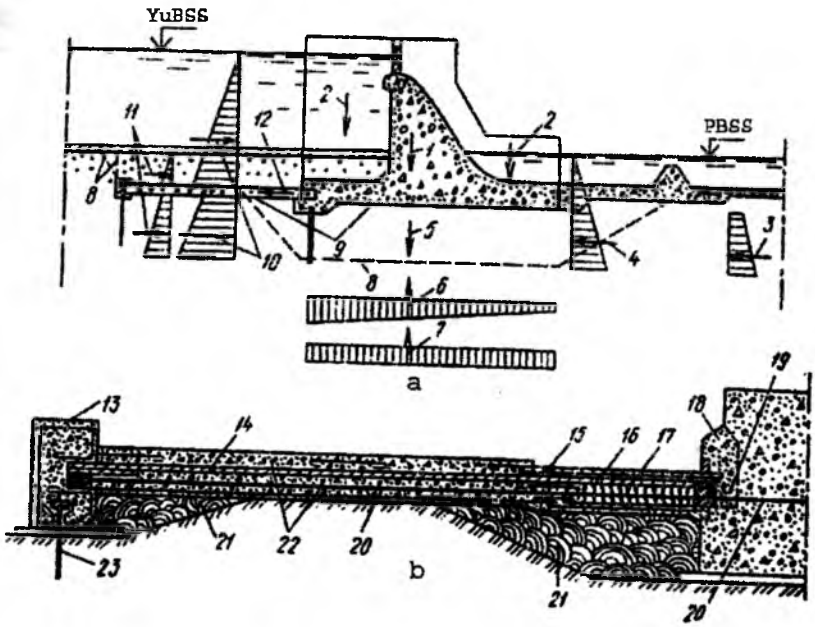
Qattiq ponurlar zich zaminlarda betonli va temir-betonli plitalar ko'rinishida bajariladi. Plitalardagi yoriqlar orqali filtratsiyani oldini olish uchun gidroizolatsion armaturasi bitumli qoplama o'rnatiladi.

Ankerli ponurlar – bu egiluvchan va qattiq uchastkalarning aralash konstruksiyasi. Ular qalinligi 0,4...0,7 m li temir-beton plitalardan tashkil topgan, o'zining armaturasi bilan poydevor plitasining pastdagi armatura to'ri bilan tutashtiriladi (14.27-rasm). Temir-betonli plitalarning suv o'tkazmasligi yelimlangan yoki quyilgan gidroizolatsiya bilan ta'minlanadi.

Siljish kuchi T bir vaqtning o'zida ankerli ponurga va to'g'onga ta'sir etadi. Bu kuchni ponur va to'g'on o'rtasida taqsimlanishi siljish koeffitsiyentlari uslubi bo'yicha o'rnatiladi. Siljish koeffitsiyentlari uslubi ponurning umumiy uzunligi bo'yicha chegaraviy muvozanat holati bo'lmasa qo'llaniladi, ya'ni quyidagi tengsizlikka rioya qilinadi (14.27-rasm, a):

$$\tau_{\max} < \tau_{cheg} = P_H tg\varphi + C\,, \qquad (14.29)$$

bunda: $\tau_{\max}$ – ponur ostida hosil bo'ladigan eng katta urinma kuchlanish; τ_{cheg} – chegaraviy muvozanat holatiga mos keluvchi ponur ostidagi vertikal bosimning intensivligi; $P_H = (W_П - W_ф)$; $W_П$ va $W_ф$ – ponurga yuqoridan ta'sir etuvchi o'rtacha gidrostatik bosimning intensivligi va pastdan ta'sir etuvchi filtratsiya bosimi;



14.27-rasm. **Ankerli ponur:**
a – ankerli ponur hisobi sxemasi; b – ankerli ponur konstruksiyasi sxemasi; 1 – to'g'onning xususiy og'irligi; 2 – yuqori befdagi suv og'irligi; 3 – pastki bef tomonidan gruntning passiv bosimi; 4 va 10 – pastki va yuqori beflar tomonidan gidrostatik bosim; 5 – to'g'on bilan birga siljiydigan gruntning xususiy og'irligi; 6 va 7 – siljish yuzasi bo'ylab filtratsiya va muallaq qarshi bosimlar; 8 va 9 – tekshiruvchi va asosiy siljish yuzalari; 11 – gruntning aktiv bosimi;12 – ankerli ponur o'ziga qabul qiluvchi bosim; 13 – shpunt ustidagi bosim; 14 – bitumli matalar; 15 – gidroizolli uch qatlamli taxta; 16 – bitum; 17 – bitumli mastika; 18 va 19 – shibbalangan beton; 20 – anker; 21 – gil; 22 – temir–betonli plita; 23 – shpunt.

φ va C – hisobiy ichki ishqalanish burchagi va zamin gruntning solishtirma tishlashish qiymatlari; $T_{П}$ – ponur seksiyasi o'ziga qabul qiladigan gorizontal kuch.

$\tau_{max} = 0{,}8\tau_{cheg}$ qabul qilishga yo'l qo'yiladi. Ponur o'ziga qabul qiladigan kuchni to'g'on ustuvorligini tekshirish uchun va umumlashtirilgan chegaraviy qarshilik kuchini aniqlashda hisobga olinadi.

Shpuntlar. Po'lat, temir-beton va yog'och shpuntlar qo'llaniladi. Yer osti konturidagi bitta shpunt bosh shpunt hisoblanadi. Ponurdagi shpunt odatda ankerli ponurda qo'llaniladi. Bosh shpunt (0,5...1,5)N, ponurdagi 2 dan 0,5 N gacha, suv urilmadagi – 2...4 m chuqurlikka quriladi. Agar osilib turuvchi shpuntlar birbiridan ikkita shpunt yig'indisi 0,75...1 dan kichik masofada joylashsa, unda ularning samaradorligi keskin kamayadi. Suv o'tkazmaydigan qatlamga shpunt 2...3 m qoqilishi kerak. To'g'on poydevor plitasi bilan shpunt devorining bosh qismi poydevor betoniga maxsus o'rantilgan shponkali plastik mastika bilan berkitib tashlanadi.

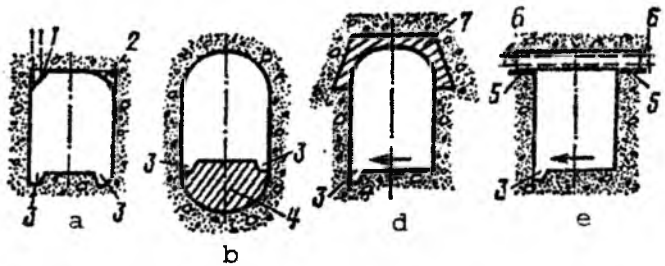
Tishlar, devorlar, to'siq pardalar shpuntlarni o'rnatish imkoniyati bo'lmaganda qo'llaniladi. Ularni qurishda har xil usullar qo'llaniladi: qiyaliklarni mustahkamlab ochiq; xandaqlarda suv ostida betonlash va boshqalar.

Vodosliv tanasining profili. Konstruktiv jihatdan baland ostonali to'g'onlar yaxlit profilli vodoslivlarda (14.25-rasm, i,k) va ichi bo'sh (14.25-rasm, g,h,j) konstruksiyalarda bajariladi. Yaxlit vodoslivli profillar qoyali va qoyamas zaminlarda quriladi. To'g'on tanasi konstruksiyasi ustidan suv o'tkazmaydigan gravitatsion to'g'onlar konstruksiyasiga yaqin. To'g'on tanasidagi beton holatini nazorat qilish, zaminda va yuqori qirra oldida sementlash ishlarni bajarish, nazorat-o'lchash uskunalarini hamda to'g'on bosimli tomonidan sizib o'tgan filtratsiya suvlarini yig'ish va chiqarib yuborish uchun galereyalar o'rnatiladi (14.28-rasm). Galereya o'lchamlari ularning vazifasiga ko'ra aniqlanadi. Agar galereyada qurilish ishlari olib borilsa, unda ularning kengligi 2,5 m dan kam bo'lmasligi va balandligi 3...3,5 m bo'ladi. Agar bu ishlar mo'ljallanmagan bo'lsa galereya kengligi 1,2 m, balandligi 2 m qabul qilinadi. Pastki bef suv sathidan pastda joylashgan galereyada suv ejektorlari bilan chiqarib yuboriladi. Galereyalarga poydevor ostida joylashgan drenaj quvurlari chiqariladi; bu quvurlarga drenajlar ishlashini boshqarish

uchun zadvijkalar va suv o'lchash qurilmalari o'rnatiladi. Yaxlit profilli vodoslivli to'g'onlar drenajlari ustidan suv o'tkazmaydigan gravitatsion to'g'onlarniki kabi (diametri 15...20 sm li vertikal drenajlar, bosimli qirradan 2...4 m masofada 2...3 m oraliqda joylashtiriladi) bo'ladi.

Agar yaxlit profilli to'g'on ortiqcha ustuvorlikka ega bo'lsa, unda ichi bo'sh konstruksiyali vodoslivli to'g'on quriladi. Bo'shliqlar bir yoki ikki yarusli bo'lishi mumkin (14.25-rasm, g,h). Bo'shliqlar kontrfors devorlarga tayangan yig'ma temir-betonli to'sinlar bilan yopiladi. Ichi bo'sh konstruksiyalar massiv poydevor plitali (14.25-rasm, g; zamindagi grunt qumli va zarralari o'zaro bog'langan bo'lganda) va vodosliv tanasi ostida massiv bo'lmagan plitali (14.25-rasm, h; yarim qoyali zaminlarda). To'g'onni siljishga ustuvorligini oshirish uchun uning ustiga graviy-qum to'kiladi. Massiv poydevor plita odatda yuqori bef tomon konsolga ega, bunda suvning qo'shimcha og'irligi evaziga to'g'on tanasi hajmini kamaytirishga imkon tug'iladi, zamindagi solishtirma bosim kamayadi, qurib bitkazilmagan to'g'on orqali qurilish suvlarini o'tkazish soddalashadi. Konsolli poydevor plitaning kamchiligi - ularni kuchli armaturalash kerak (1 m^3 betonga 5 kg gacha armatura). Pastki bef tomonidan ham konsolli poydevor plita o'natiladi.

Suv tashlovchi to'g'onlar beton sinfi va uni zonalashtirish ustidan suv o'tkazmaydigan gravitatsion to'g'onlarniki kabi belgilanadi.



14.28-rasm. **Kuzatuv galereyalar:**
a – burchaklari dumaloqlangan; b – gumbazli kesimli; d – yig'ma yopmali; e – yassi yig'ma yopmali; 1 – qiya burchak; 2 – dumaloqlangan burchak; 3 – drenaj ariqchalari; 4 – ikkinchi navbatda quyiladigan beton; 5 – tayanch plitkalar; 6 – armatura; 7 – yig'ma yopma.

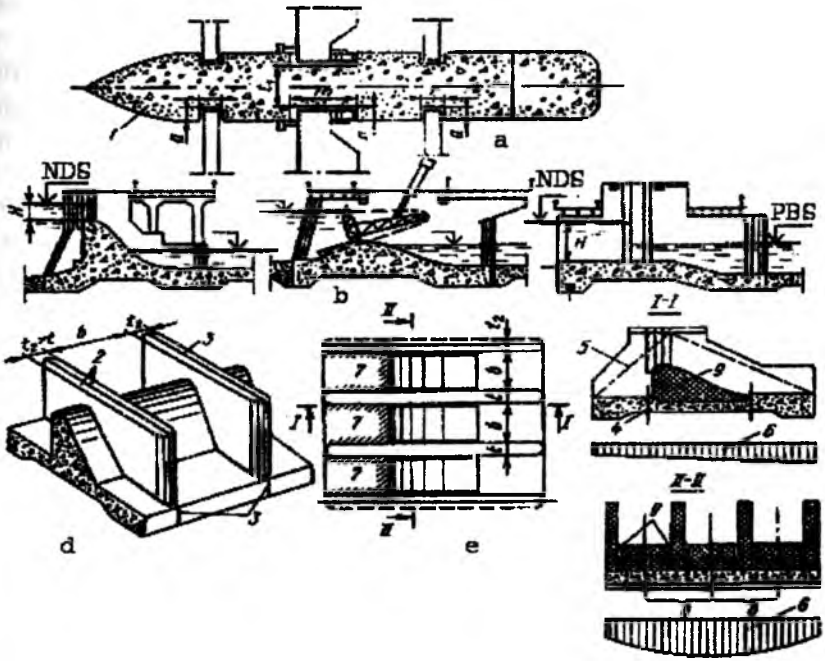
Baland ostonali to'g'onlar poydevor plitasi yuqori, pastki va o'rta (to'g'on tanasida bo'shliqlar bo'lganda) uchastkalarini kontur plita sifatida mahalliy mustahkamlikka hisoblanadi. To'g'on seksiyasini umumiy mustahkamligini bo'ylama yo'nalishga hisoblab, bo'ylama armatura va uni kesim bo'yicha joylashtirishni hisobga olib kesimni tekshirish bajariladi. Past ostonali to'g'on poydevor plitalari zo'riqishga hisoblanadi. Yuklamalar notekis taqsimlanganda va poydevor plitasi alohida uchastkalarining qalinligi farqi katta bo'lganda taxminiy hisob uslublari qo'llaniladi.

Vodoslivli to'g'onlarning oraliq devorlari (14.29-rasm). Oraliq devorlar zatvorlar va ko'priklar uchun tayanch vazifasini bajaradi; ularga zatvorlarni ko'tarish mexanizmlari va qurilmalari joylashtiriladi. Poydevor plita konsoli uzun bo'lgan to'g'onlarda oraliq devorlar bu plitaning umumiy uzunligi bo'yicha o'rnatiladi (14.29-rasm, d). Oraliq devorlar shakli va qalinligi bir qator omillarga bog'liq: zatvorlarni, kran osti yo'llarini, ko'priklarni joylashtirishning texnologik talablari; to'g'on tanasidagi galereyadan chiqishning joylashuvi va boshqalar. Yuqori bef tomondan oraliq devorlar vertikal yoki qiya suv qulay aylanib o'tuvchi qirraga ega; yuqori bef tomondan ko'priklarni joylashtirish uchun ba'zida oraliq devorlarda osilib turuvchi konsol bo'ladi. Pastki tomondan odatda oraliq devor pog'ona yoki qiya qirrali bajariladi, chunki uning sath belgisi pastki befdagi maksimal suv sathidan 1...2 m baland qabul qilinadi. Pastki bef tomondan ko'priklar yoki konsollarda yoki maxsus estakadalarga o'rnatiladi (14.29-rasm).

Uncha katta bo'lmagan bosimlarda ilk qurilgan suv tashlovchi to'g'onlarda qirqilgan oraliq devorlar eng ko'p tarqalgan: vertikal va gorizontal yuklamalarni qabul qilishi uchun ular qoziqli poydevorlarda o'rnatilgan. Qoyali zaminlarda qoya kontakti buzilishi oldini olish uchun oraliq devor zaminga ankerlanadi (Farxod gidrouzeli). To'g'onlar qurilishi keng taraqqiy etishi bilan bunday ko'p mehnat talab qilinadigan konstruksiyadan voz kechiladi. Qirqilmagan oraliq devorli konstruksiyalar ishlab chiqildi: suv tashlovchi to'g'on deformatsiya choklari bilan seksiyalarga ajratildi, uning chegarasida vodosliv tanasi va oraliq devor bitta poydevor plitaga joylashtirildi; seksiya chegarasida oraliq devorlarni chok bilan ikkita yarim oraliq devorga ajratildi.

Qirqilmagan oraliq devorlar qalinligini taxminan $t = t_1 + 2n$ qabul qilinadi, qirqilgan oraliq devorlarda esa $t_2 - 0{,}8...1{,}5$ m ga oshi-

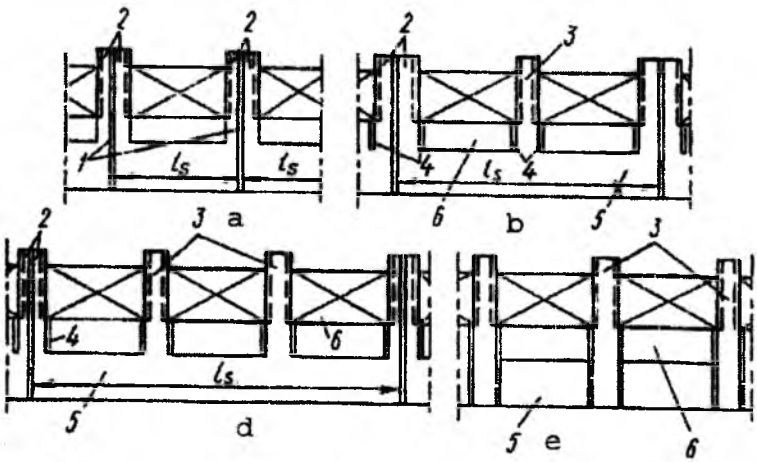
riladi, chunki pazlar orasidagi qalinlik $t \approx 0{,}8...1{,}5$ m dan yupqa bo'lmasligi kerak (14.29-rasmga qarang). Qirqilmagan oraliq devorlarning minimal konstruktiv qalinligi 2,0...2,5 m. Qolgan o'lchamlar quyidagi tavsiyalarni hisobga olgan holda belgilanadi: $a \approx c \approx 0.5$ m; $n = 0{,}5m \approx 0{,}7...2{,}0$ m; $m = (0{,}14...0{,}1)$; $b = 1...4$ m. Odatda zatvor pazlari vodosliv kallagi tepasi chizig'ida joylashtiriladi. Oraliq devorda zatvor quyilma qismlari o'rnatiladi.



14.29-rasm. **Suv tashlovchi to'g'onlarning oraliq devorlari:**
a – oraliq devorning plandagi sxemasi; b – oraliq devor turlari; d – oraliq devorlar bilan to'g'onning umumiy ko'rinishi; 1,2 – qirqilgan va qirqilmagan oraliq devorlar; 3 – harorat-cho'kish choki; 4 – oqimga ko'ndalang yo'nalishda hisob qilganda egiluvchan kesim; 5 – oqim bo'ylab yo'nalishda hisob qilinganda oraliq devorning ishchi zonasi; 6 – zamindagi kuchlanish epyuralari; 7 – plitalar; 8 – oqim yo'nalishi bo'ylab umumiy mustahkamligini baholashdagi hisobiy zonalar; 9 – harorat choklari.

To'g'onni choklar bilan qirqish. To'g'onni notekis cho'kishi va harorat deformatsiyalari tufayli hosil bo'ladigan oqibatlarini bartaraf qilish uchun suv tashlovchi to'g'onlar doimiy va vaqtinchalik deformatsiya choklari bilan qirqiladi. Doimiy choklar to'g'on seksiyalarini vertikal va gorizontal siljishini ta'minlashi kerak. Qurilish choklari vaqtinchalik hisoblanadi, ular to'g'onni betonlash bloklariga ajratadi. Bitta oraliqdagi oraliqni va devor notekis cho'kishini oldini olish va zatvor tishlashib (harakatlanmay) qolishiga yo'l qo'ymaslik uchun ko'pincha suv tashlovchi to'g'onlar oraliq devor bo'yicha qirqiladi. Suv tashlovchi to'g'onni seksiyalarga qirqishining asosiy sxemalari 14.30-rasmda keltirilgan. Qirqish bir—uch oraliqdan so'ng amalga oshiriladi. Deformatsiya choklari orasidagi maksimal masofa 40—50 m ga yetishi mumkin. Suv o'tkazuvchi tirqishlar uzunligi 25 m dan ortiq bo'lsa harorat choklari ko'zda tutiladi.

Ularning chuqurligini poydevor plitasigacha yetkaziladi (14.30-rasm, b,d). Notekis cho'kishda bir seksiyani ikkinchisiga to'ntarilishini oldini olish uchun to'g'on tepasi yaqinida deformatsiya choklari



14.30-rasm. **Suv tashlovchi to'g'onni chokiar bilan qirqish sxemalari:**

a – bir oraliqli; b – ikki oraliqli; d – uch oraliqli; e – oraliq devor bilan, vodoslivdan qirqilgan; 1 – seksiyalar oralig'idagi harorat – cho'kish choklari; 2 va 3 – qirqilgan va qirqilmagan oraliq devorlar; 4 – choklar –chuqur kesiklar; 5 – poydevor plitasi; 6 – vodosliv ostonasi.

kengligini 4–5 sm (a) poydevor plitasi yaqinida 1–1,5 sm ga teng qabul qilamiz. Choklar–chuqur kesiklar kengligi 1–2 sm. Choklarni zichlash konstruksiyalari ularni ko'p yil suv o'tkazmasdan to'xtovsiz (buzilmasdan) uzoq muddat ishlashini ta'minlashi kerak. Ensiz choklar–chuqur kesiklar maxsus qoliplar yordamida bajariladi. Ikki tomoni ochiq choklar (deformatsiya) vertikal tekis o'rnatiladi (ammo gilli gruntlarda alohida seksiyalarni ustuvorligini oshirish uchun ular bir-biriga vertikal tishlar bilan ilintiriladi). Harorat choklari ko'pincha planda siniq chiziqlar ko'rinishida bo'ladi.

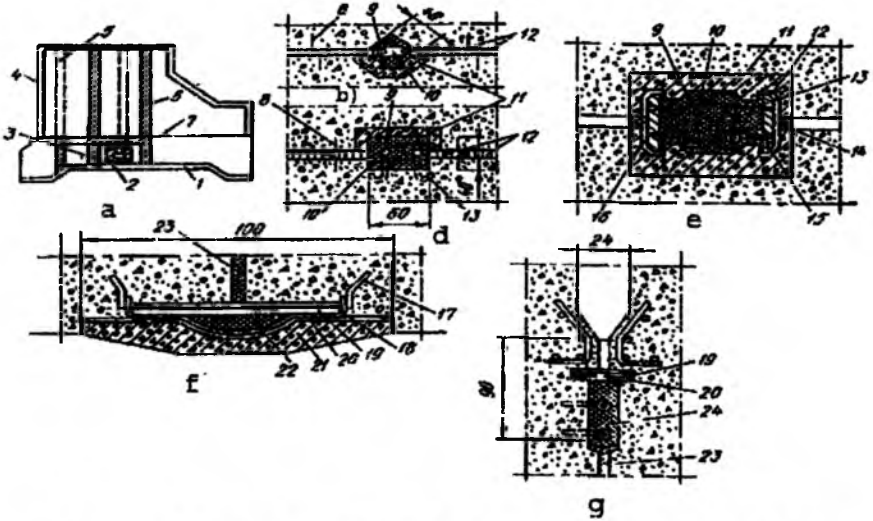
Choklarni zichlash (shponkalar) vertikal va gorizontal asosiy va qo'shimcha 14.31-rasm) hamda konturli turlarga bo'linadi.

Bosimli qirraga nisbatan asosiy shponkalarni joylashtirish eng sovuq oyning minimal harorati bo'yicha aniqlanadi: $t_m = -20C^0$ past bo'lganda bu masofaga 1...2 m ni tashkil etadi, $t_m = -20C^0$ yuqori bo'lganda - 2...2,3 m. Vertikal choklar asfaltli, rezinali va polimerli shponkalar bilan jihozlanadi. Kichik asfalt shponkalar (15x15 dan 30x30 sm gacha) harorat choklarida qilinadi; o'rtacha (40x40 dan 60x60 sm gacha) – kengligi 5 sm gacha bo'lgan choklarda; katta (80x150 sm) kengligi 10 sm gacha bo'lgan choklarda. Himoyalovchi choklar – diafragmalar choklar siqilganda asosiy shponkadan mastika oqib ketmasligiga yo'l qo'ymaslik uchun mo'ljallanadi.

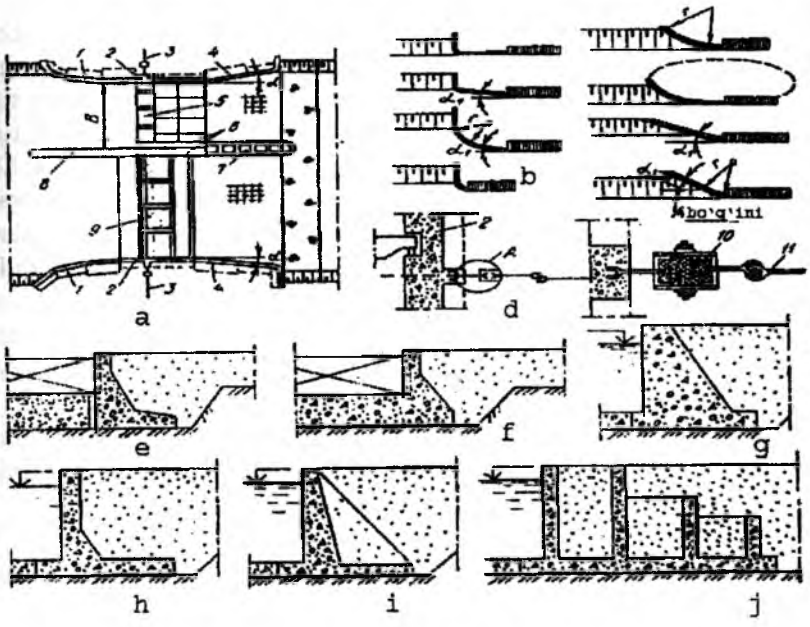
Yon devorlar tutashtiruvchi va ajratuvchi turlarga bo'linadi. Tutashtiruvchi yon devorlar yordamida (14.32-rasm, a) suv tashlovchi to'g'on gruntli to'g'on yoki qirg'oq bilan tutashtiriladi. Ajratuvchi yon devorlar suv tashlovchi to'g'onni uning ustidagi suv o'tkazmaydigan qismidan yoki gidroelektrostansiya binosidan ajratadi (14.32-rasm, a). Yon devorlar vodoslivga oqimni qulay sharoitda kelishini, pastki befga ravon maromsiz tarqalishini va betonli to'g'on bilan gruntli to'g'on tutashgan joyda filtratsiyaga nisbatan ishonchli bo'lishini, daryo qirg'oqlari, tubi va ikkala befda to'g'on tanasini yuvilishini oldini olishni ta'minlashi kerak.

Tutashtiruvchi yon devorlar yuqori, bo'ylama va pastki devorlar va filtratsiyaga qarshi diafragmalardan tashkil topgan.

Yuqori devorlar oqimini vodoslivga kelishini shakllantiradi va planda har xil shaklda bo'lishi mumkin (14.32-rasm, b). Ko'p hollarda ularni vertikal tekislikda doimiy balandlikda (baland) yoki "sho'ng'uvchi" qilib bajariladi. Suv tashlagichning yondagi ora-



14.31-rasm. **Suv tashlovchi to‘g‘onlar choklarining shponkalari:**
a – seksiyalar orasidagi harorat-cho‘kish chokida zichlagichlarni joylashuvi; d,e – mos ravishda kichik, o‘rta va katta kesimlar vertikal asfaltli shponkalar sxemalari; f,g – mos ravishda inshoot tovonidagi va kesimidagi gorizontal shponkalar sxemalari; 1 – tovon yaqinidagi shponka; 2 – ichki konturli shponka; 3 va 6 – chokning tor va keng qismlaridagi shponkalar; 4 – tashqi kontur bo‘yicha zichlash; 5 – to‘yintiruvchi quduqlar; 7 – tor va keng choklar chegarasi; 8 – kompensatorli to‘suvchi diafragma; 9 – elektr qizitgich sterjeni; 10 – izolator; 11 va 21 – temir-betonli to‘sinlar; 12 – moylangan moylak; 13 – izolator ushlagichi; 14 – yog‘och bruslar; 15 – temir-betonli plitalar; 16 – moylangan paklya; 17 – ankerli armatura; 18 – taxtalar; 19 – listli po‘lat; 20 – bitumli matalar; 22 – asfalt-betonli mastika; 23 – sovuq asfaltli suvoq; 24 – bitumli qorishmaga shimitilgan shlakli paxta.



14.32-rasm. **Yon devorlar:**
a – yon devorlarni planda joylashuvi; b – tutashtiruvchi devorlarning yuqori devorlarining shakli; d – filtratsiyaga qarshi diafragmalarni yon devorlar bo'yiama devorlari bilan tutashtirish; e,f – mos ravishda to'g'on bilan tutashgan va tutashmagan yon devorning bo'yiama devorlari; g,h,i,j – mos ravishda massiv, ichi bo'sh ko'rinishlarda bajarilgan yuqori va pastki tutashtiruvchi devorlar ko'ndalang kesimi konstruksiyalari; 1,4 – tutashtiruvchi yon devorlarning yuqori va pastki devorlari; 3 – filtratsiyaga qarshi diafragmalar (shporalar); 5 – gidro-elektrostansiya; 6 – yonma-yon joylashgan yarim oraliq devorlar; 7,8 – ajratuvchi devorlar yuqori va pastki uchastkalari; 9 – suv tashlovchi to'g'on; 10 – bitumli shponka; 11 – po'lat shpunt.

liqlariga oqimni ravon kelishini ta'minlash uchun past bosimli to'g'onlarda tutashtiruvchi yon devorlarining yuqori devorlari to'g'ri chiziqli (ularni $\alpha_1 \leq 25^0$ burchak ostida joylashtiriladi) yoki egri chiziqli bajariladi. Sho'ng'uvchi devorlar o'rnatilganda qiyaliklar mustahkamligini kuchaytirish kerak; ular aylanib o'tuvchi filtratsiyaga qulay emas.

Pastki tutashtiruvchi devorlar bo'ylama devor bilan bir tekislikda, yoki planda kengayuvchi (α, burchagi 6...8 dan 10...120 gacha) qilib bajariladi. Ko'p hollarda yon devorning bo'ylama qismini to'g'onning qirg'oqdagi oralig'i bilan bitta konstruksiya qilib birlashtiriladi (14.32-rasm, f). Qoyali va graviy-qumli zaminlarda bo'ylama yon devor to'g'ondan deformatsiya choklari bilan ajratiladi (14.32-rasm, e). Yon devorga tutashgan gruntli to'g'onning bir qismi yoki qirg'oqlarda ta'mirlash ishlarini bajarish, transport va kran harakat qilish uchun planda maydongacha ega bo'lgan kengayuvchi qilib bajariladi. To'g'on fronti bo'yicha bu maydonchaning uzunligi vodoslivli oraliqning 1,5...2,5 uzunligiga teng. Tutashtiruvchi yon devorning yuqori va pastki devorlari massiv, burchakli, kontrforsli va ichi bo'sh tirgak devor ko'rinishida bajariladi (14.32-rasm, g,h,i,j). Devorlar va ularning poydevor plitalari deformatsiya choklari bilan uzunligi 20 dan 30 m gacha bo'lgan seksiyalarga bo'linadi. Bu yerda yon devorning orqa qirrasi va teskari ko'mish grunti o'rtasida ishonchli tutashuv bo'lishini ta'minlash kerak. Buning uchun shpunt qoziqli devorlar yoki beton ko'rinishida bajariladigan filtratsiyaga qarshi diafragmalar ko'zda tutiladi.

Ajratuvchi yon devorlar (suv tashlovchi va GES oralig'ida) to'g'on va GES ning yonma-yon yarim oraliq devorlari (6) hamda pastki (7) va yuqori (8) uchastkalaridan tashkil topgan (14.32-rasm, a). Ajratuvchi pastki uchastka uzunligi suv urilma va risbermaning gorizontal uchastkasi uzunligi bilan cheklanishi mumkin. Ajratuvchi devorning to'liq uzunligi modelda gidravlik tadqiqotlar natijalari bo'yicha o'rnatiladi va 300 dan 1500 m gacha bo'lishi mumkin. Yon devorga LEP tayanchlari yoki boshqa uskunalar joylashtirilganda, uning kengligi (0,17...0,20)V ga teng bo'lishi mumkin, bunda V–GES binosiga keladigan oqimning kengligi.

Chuqur joylashgan suv tashlash tirqishlari ko'ndalang kesimi doiraviy yoki to'g'ri burchakli bo'lib to'g'on tanasiga joylashtiriladi. Tirqishning o'lchami gidravlik hisoblar asosida belgilanadi. To'g'on balandligi 70 m dan katta bo'lganda mustahkamlik sharti bo'yicha tirqish kengligi seksiyalar orasidagi doimiy choklar oralig'idagi masofaning 50% dan oshmasligi kerak, 70 m dan kichik bo'lganda – 60%. Kirish tirqishini suv o'tkazish qobiliyatini oshirish uchun unga silliq shakl beriladi. Gidravlik sharoitlarni yaxshilash va zatvorlar o'lchamlarini qisqartirish uchun chiqish uchastkasida tirqish

yuzasi kamaytiriladi. Suv tashlovchi kallak o'qining qiyaligi va balandlik bo'yicha joylashuvini yuqori befda sathning o'zgarish chegaralarini hisobga olib konstruktiv mulohazalar bo'yicha belgilanadi. Uyurma hosil bo'lish oldini olish uchun tirqishni suv ostida minimal $d_{min} = 0{,}52 \cdot \vartheta h^{0,5}$ chuqurlikdan pastda joylashtiriladi, bunda: ϑ — suv tashlagichdagi o'rtacha tezlik, m/s; h — kallakdan keyin tirqish balandligi. Agar zatvorlar kamerasi suv tashlagich boshida yoki o'rta qismida joylashgan bo'lsa, zatvorlardan keyin havo yuborish kerak. Chuqur joylashgan traktning umumiy uzunligi bo'yicha kavitatsiyani oldindan aytishni bajarish kerak va zarur bo'lganda kavitatsiyaga qarshi muvofiq tadbirlarni ko'zda tutish lozim. Zatvorlarni va gidromexanik jihozlarini joylashtirish VI bo'limda ko'rib chiqilgan. Ba'zi bir hollarda yuqori ostonali to'g'onlar suv tashlagich bilan birga bajariladi (14.25-rasm, k). Bunda chuqur joylashgan kirish tirqishlarida oqim to'g'on tanasidagi galereyaning egri chiziqli uchastkasi bo'yicha harakat qiladi. Oqim to'g'on tanasidan chiqqandan keyin pastda joylashgan novlar bo'yicha harakat qiladi.

Pastki bef tuzilishi. Suv urilma massiv beton plita ko'rinishida bajariladi, uning qalinligi mustahkamlik va ustuvorlik shartlaridan kelib chiqqan holda hisoblar bo'yicha belgilanadi. Suv urilma qalinligini kamaytirish, uni harorat —cho'kish choklariga qirqish va drenaj quduqlarini o'rnatish bilan amalga oshiriladi. Plitalarni plandagi parametrlari ularni siljishga ustuvorligini va qalqib chiqishni ta'minlash hamda bitta blok bilan betonlash imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda aniqlanadi. Suv urilmaning qalinligi va qurilish ishlarini bajarish sharoitlaridan kelib chiqqan holda drenaj qudug'ining kesimi 0,25x0,75 dan 1x1 m gacha qabul qilinadi. Quduqlar shaxmat tartibida qatorda har 5...10 m va qatorlar orasidagi masofa 5 m kam bo'lmagan qilib joylashtiriladi. Ularning yuzasi umumiy mustahkamlash yuzasining 15% ni tashkil qilish kerak. Risbermaning gorizontal uchastkasidan keyin yuvilishi chuqur bo'lganda uni shikastlanishdan saqlash uchun maxsus qurilmalar ko'zda tutiladi. Bunday qurilmalar sifatida keng va yetarli chuqurlikdagi xandaq yoki chuqur va keng vertikal tish o'rnatiladi.

Suv urilma plitalari hisobi uning qalinligini aniqlashdan iborat, bunda suv urilma plitasini choklarga bo'lish sxemasi bilan bog'langan holda ularni qalqib chiqishga yo'l qo'ymaslik va ta'sir qiluvchi hamma kuchlar hisobga olinishi kerak. Bundan tashqari plitalar ag'darilib

ketishga va siljishga tekshiriladi. Kuchlarni ta'sir qilishi muvofiq tavsiyanomalar va modeldagi gidravlik tadqiqotlar natijalari asosida hisoblanadi.

Mustahkamlash qalinligini aniqlashda gidrodinamik yuklamalar statik qo'yiladi. Bu holda plitalar qalinligi uch xil siljishga yo'l qo'ymaslik sharti asosida o'rnatiladi: plitaning yuqori va pastki qirrasiga nisbatan burilishi; energiya so'ndirgichlar bo'lganda to'shalgan grunt yuzasi bo'yicha gorizontal siljishi.

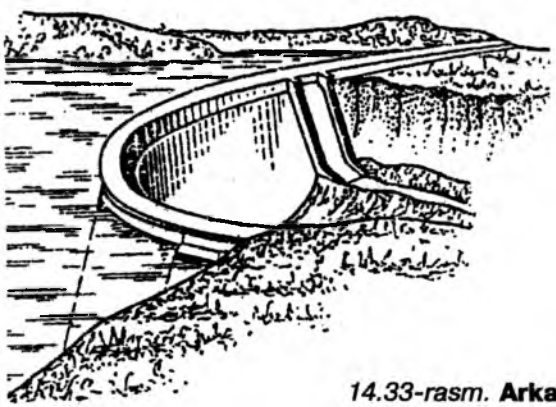
14.5. Arkali to'g'onlar

14.5.1. Arkali to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar va ularning tasnifi

Umumiy ma'lumotlar. Gorizontal tekislikda yoy shaklida bo'lgan va suvning bosimini butunlay yoki qisman dara qirg'oqlariga (ba'zan maxsus qurilgan ustunlarga) beradigan to'g'onlarga arkali to'g'onlar deyiladi.

Arkalar yordamida dara qirg'oqlariga beriladigan katta bosim faqat mustahkam, qattiq qoyali gruntlarga berilish mumkin. Shuning uchun bu to'g'onlar odatda tog'li yerlarda, tubi va qirg'oqlar suv o'tkazmaydigan mustahkam gruntlardan tashkil topgan daralarda quriladi (14.33-rasm).

To'g'onning kesim yuzasi uning balandligi va quriladigan joyga (daraning shakliga) bog'liq. Dara qancha keng bo'lsa, arka radiusi



14.33-rasm. **Arkali to'g'on.**

shuncha katta bo'ladi. Arka radiusi qancha katta bo'lsa, suvning bosimi qirg'oqlarga shunchalik kam berilib, ko'p qismi dara tubiga uzatiladi. Dara tubiga beriladigan bosim oshgan sari to'g'onni og'irligini oshirish va uning tubini kengaytirish zarurati tug'iladi va to'g'on kesimi vazmin to'g'onlar kesimiga o'xshab ketadi. Aksincha, tor daralarda qurilgan to'g'onlar orqali qabul qilingan bosimlarning hammasi qirg'oqlarga beriladi va arkaning ruxsat etilgan kuchlanishlariga asoslanib hisoblab topiladi, natijada arka juda ham yupqa bo'ladi.

Arkali to'g'onlarning hajmi gravitatsion to'g'onlarnikiga nisbatan ancha kichik bo'ladi. Betondan qurilgan arkali to'g'onlarning hajmi gravitatsion to'g'onlarnikiga nisbatan 40–50% kam bo'ladi.

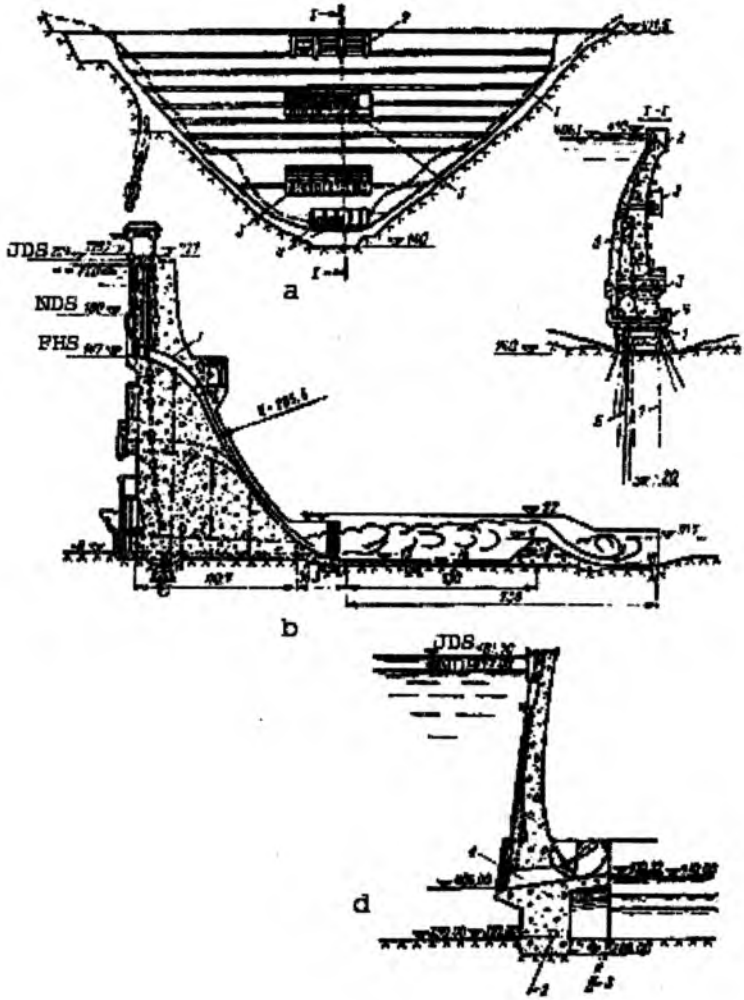
Arkali to'g'onlarning konstruksiyalari elastik xususiyatga ega bo'lganligi uchun ular seysmik kuchlarga yaxshi qarshilik ko'rsatadi. Bunday to'g'onlar ko'proq betondan, kamdankam temir-betondan quriladi. Arkali to'g'onlardagi betonda kuchlanish darajasi katta bo'lganligi uchun ular yuqori markali betondan qurilishi shart. Gravitatsion to'g'onlarda cho'zuvchi kuchlanish hosil bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi, arkali to'g'onlarda esa aksincha yo'l qo'yiladi.

Qadim vaqtlarda arkali to'g'onlarning asosan yaxlit, mustahkam va suv o'tkazmaydigan gruntlarda qurilish talab qilingan bo'lsa, hozir qoyali zaminlarda qo'llaniladigan filtratsiyaga qarshi kurash choralari (sementlash va boshqalar) tufayli ularni turli geologik sharoitlarda juda ko'p darz ketgan qoyali zaminlarda hamda dara kesim yuzasi simmetrik bo'lmagan hollarda ham qurish mumkin.

Birinchi g'ishtdan terilgan arkali to'g'onlar XVI asrda Ispaniyada (Eluye va Almakua to'g'onlar) va Italiyada (Ponte Alto to'g'oni) qurildi. Biroz keyinroq (XIX asr) g'ishtdan terilgan arkali to'g'on AQSH va Fransiyada barpo etildi.

Betonning ixtiro qilinishi va uni qurilishda ishlatilishi tufayli betonli arkali to'g'onlar qurila boshladi va XX asrda ularning qurilishi keskin oshdi. Arkali to'g'onlar dunyoning ko'pgina mamlakatlari Rossiya, Fransiya, Italiya, Shveytsariya, Portugaliya, Ispaniya, AQSH va hokazolarda barpo etildi.

Oxirgi yillarda arkali to'g'onlar Hindistonda (Idikki to'g'oni, balndligi 168 m), Afrika mamlakatlarida (Kariba, Pangola, Kabora, Bassa to'g'onlari qurildi. Eng baland Kavkazdagi Inguri to'g'oni, balandligi 271,5 m (14.34-rasm).



14.34-rasm. **Arkali suv tashlovchi to'g'onlar:**
a – balandligi 271,5 m li Inguri to'g'oni–pastki befdan ko'rinishi; 1 – konturli chok; 2 – vodoslivli tirqishlar; 3 – chuqur joylashgan suv tashlovchi tirqishlar; 4 – tubda joylashgan qurilish davridagi tirqishlar; 5 – bo'ylama chok; b – balandligi 240 m li arkali-gravitatsion; Sayano-Shushensk to'g'oni; 1 – ekspluatatsiya suv tashlash tirqishlari; 2 – qurilish davridagi (vaqtinchalik) suv tashlovchi tirqishlar; d – balandligi 95 m li Sent-Kruz to'g'oni; 1 – chuqur joylashgan suv tashlovchi tirqishlar; 2 – sementli to'siq parda; 3 – drenaj (o'lchamlar m da).

Yaqinda qurilgan va qurilayotgan arkali to'g'onlarga balandligi 240 m li Saya-no-Shushensk (Rossiya), balandligi 236 m li Chirkeysk (Rossiya), balandligi 200 m li Kyolnbryn (Avstriya), balandligi 195,5 m li Xudoni (Rossiya), balandligi 91 m li Stronttsiya Spdings (AQSH), balandligi 106 m li Vektoriya (Shri Lanka), balandligi 86 m li Miaylinsk to'g'onlari misol bo'la oladi. Balandligi 300 metrli arkali to'g'onlar loyihasi mavjud.

Arkali to'g'onlar quyidagi yutuqlarga ega: 1) beton hajmi kam; 2) filtratsiyaga qarshi bosim kuchi arkali to'g'onlar ishiga ta'sir qilmaydi; 3) ekzotermiya hodisasi kam miqdorda bo'ladi, chunki bu yerda beton massasi ancha kam; 4) to'g'on siljishga ishlamaydi, chunki suvning gidrostatik bosimini qabul qiluvchi arkalar qirg'oqlarga tayanadi; 5) to'g'onni istalgan balandlikda qurish mumkin.

Yutuqlardan tashqari arkali to'g'onlar quyidagi kamchiliklarga ega: 1) qoliplar tayyorlashning murakkabligi; 2) ishlarni bajarishning murakkabligi; 3) faqat qoyali gruntlarda qo'llash mumkin; 4) to'g'on qurilishi uchun nisbatan tor daralar talab qilinadi.

Tasnifi. QMQ bo'yicha qabul qilingan arkali to'g'onlar tasnifi 13.1. bobda keltirilgan (13.1-rasm, j - m ga qarang). Bundan tashqari arkali to'g'onlar boshqa bir qator belgilar bilan farqlanadi.

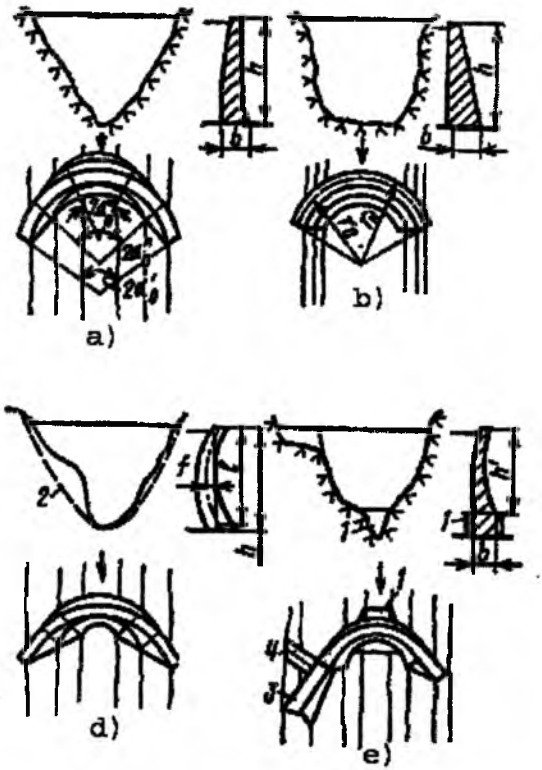
Ixchamlik koeffitsiyenti yoki nisbiy qalinlik $\beta = b / h$ bo'yicha, bunda: b – to'g'on tubining kengligi: h – to'g'on balandligi (14.35-rasm). Ixchamlik koeffitsiyenti bo'yicha arkali to'g'onlar uch turga bo'linadi: yupqa $(\beta < 0{,}2)$; qalin $(\beta = 0{,}2...0{,}35)$; arkali - gravitatsion $(\beta = 0{,}35...0{,}65)$.

Ko'rinishi bo'yicha (uning arkali qismi) – "doimiy markaziy burchakli" $2\alpha_0$ (14.35 - rasm, a), "doimiy radiusli" yoki "silindrik" (14.35-rasm, b), va ikki xil egrilik yoki gumbazli (14.35-rasm, d). Doimiy markaziy burchakli to'g'onlar (yoki unga yaqin) uchburchakli daralar uchun xarakterli. Haqiqatda ular uchun markaziy burchak $2\alpha_0$ balandlik bo'yicha mutlaqo doimiy bo'lmaydi, odatda pastga qarab biroz kamayadi ($2\alpha_0' \approx 2\alpha_0'' > 2\alpha_0'''$ 14.35-rasm,a). Silindrik to'g'onlar, yoki doimiy r_H radiusli to'g'onlar ko'proq to'g'ri burchakli yoki shakli bo'yicha unga yaqin daralar uchun xarakterlidir. Gumbazli to'g'onlar daraning shakli turli xil bo'lganda qo'llaniladi.

Balandligi bo'yicha arkali to'g'onlarni tasnifga bo'lish o'rnatilmagan, ammo bu masala bo'yicha taxminlar bor: QMQ bo'yicha 60 m dan katta va kichik to'g'onlarga bir necha har - xil talablar qo'yiladi.

Zamin va qirg'oqlar bilan tutashtirish xarakteri va konstruktiv xususiyatlari bo'yicha tasnifga bo'lish 13.1. bobda keltirilgan (13.1-rasm, j-m ga qarang).

Shakli va daraning nisbiy kengligi bo'yicha ular quyidagi turlarga bo'linadi: 1) uchburchakli yoki taxminan to'rtburchakli daralardagi arkalar (14.35-rasm, a,b); 2) simmetrik (14.35-rasm, a-d) va simmetrik bo'lmagan (14.35-rasm,e); 3) tor stvorlarda $(l/h<2)$, o'rtacha kenglikdagi $2 \le l/h \le 3$ va keng stvorlarda $(l/h>3)$, bunda l – to'g'on tepasi bo'yicha egri chiziqning ikki nuqtasini tutashtiruvchi to'g'ri chiziq.



14.35-rasm. **Arkali to'g'onlarning asosiy turlari:**
a – doimiy markaziy burchakli; b – doimiy radiusli (silindrik); d,e – ikki xil egrilik (gumbazli); 1 – o'yib o'rnatish chizig'i; 2 – tiqin; 3 – yon devor; 4 – gravitatsion arka bilan qirg'oqni tutashtiruvchi devor.

Suvni o'tkazishi bo'yicha arkali to'g'onlar ustidan suv o'tkazadigan, ustidan suv o'tkazmaydigan turlarga bo'linadi.

Qurilish materiallari bo'yicha arkali to'g'onlar g'ishtli, betonli va temir-betonli bo'lishi mumkin.

14.5.2. Arkali to'g'onlarni loyihalash va konstruksiyasining o'ziga xos xususiyatlari

Arkali to'g'onlarning asosiy o'lchamlari dastlabki loyihalash bosqichlarida o'xshash loyihalar bo'yicha yoki taxminiy formulalar bo'yicha belgilanadi.

Arkali to'g'onlar quriladigan joy shunday tanlanadiki, planda dara keskin kengaymasligi, o'zanning keskin burilishlari, xavfli o'pirilish uchastkalari bo'lmasligi kerak. To'g'on quriladigan dara kesimi iloji boricha simmetrik bo'lishi lozim, chunki simmetrik to'g'onni kuchlanganlik holati nosimmetriknikiga qaraganda qulay. Nosimmetriklikni sezilarli kamaytirish yoki yo'qotish uchun, odatda bir qator tadbirlar o'tkaziladi, ularga quyidagilar kiradi:

1) daraning tor pastki qismida to'g'onga qaraganda qalinroq betonli "tiqinlarni" o'rnatish (14.35-rasm, e);

2) to'g'on joylashgan yerda daraning ko'ndalang kesimiga qoyani qo'shimcha qazib tekislash (14.35-rasm, d);

3) qirg'oqda gravitatsion yon devorlarni qurish (13.1-rasm, m);

4) to'g'onning arka qismida nosimmetriklikni yo'qotish yoki kamaytirish uchun konturli choklarni o'rnatish (14.34-rasm, a); odatda α_{chap} va $\alpha_{o'ng}$ o'rtasidagi farq 7...10° dan oshmasligi kerak.

Arkali to'g'on qoyali zaminida filtratsiyaga qarshi hamma tadbirlarni kompleks, puxtalik bilan va to'g'ri loyihalash kerak.

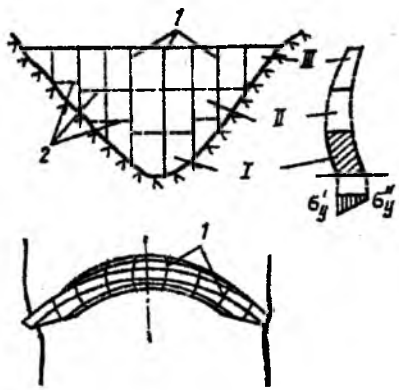
Hozirgi paytda arkali to'g'onlar aylana arkali, murakkab shakldagi parabolik, giperbolik, uch markazli vaboshqalar qo'llanilmoqda. Arka shaklini tanlashda to'g'onga kuchlanishning tekis tarqalishini hisobga olishimiz kerak va arkani qoya bilan tutashgan joyida qulay ishlash sharoitlarini ta'minlash lozim. Aylana shaklidagi arkalar ko'proq quriladi. Bunday arkalarning kuchlanish jarayonlarini tahlil qilish natijasida aylana radiusi qancha kichik hamda markaziy burchak katta bo'lsa, kuchlanish shuncha kam bo'ladi. Arkaning markaziy burchagi (14.35-rasm) odatda quyidagicha: to'g'on tepasi yaqinida - 90...130°, zamin yaqinida — 65...85° bo'ladi.

Ustidan suv o'tkazmaydigan arkali to'g'onlar tepasi gravitatsion va kontrforsli to'g'onlar konstruksiyalariniki kabidir. Agar to'g'on tepasidan avtotransport qatnovi mo'ljallansa, uning kengligini me'yorlar bo'yicha qabul qilinadi. Transport qatnovi bo'lmasa, to'g'on tepasi kengligini 3...4 m oralig'ida belgilanadi.

Eng katta sarf koeffitsiyentini olish uchun ustidan suv o'tkazadigan arkali to'g'on tepasiga shakl beriladi. Erkin tushuvchi oqimni uzoqroq uloqtirib tashlash uchun vodoslivli to'g'onlar kallaklari pastki bef tomonga siljitiladi. Vodoslivli front yuza tirqishlari oraliq devorlar bilan oraliqlariga bo'linadi. Oraliq devorlar zatvorlar uchun tirgak vazifasini bajaradi, oraliq devorlar yuqorisiga esa xizmat va o'tish ko'priklarining oraliq qurilmalari yotqiziladi.

Statik ishlash sharoitiga ko'ra arkali to'g'onlarda deformatsiya choklari bo'lmaydi. Shuning bilan birga ularni qurilish choklarisiz qurib bo'lmaydi. Shu sababli arkali to'g'onlar ustun bo'yicha quriladi, qurilgan to'g'onga ajratuvchi radial qurilish choklari o'rnatiladi (14.36-rasm). Ular beton kichrayish jarayoni stabillashgandan keyin, ya'ni 6..8 oydan so'ng monolit holga keltiriladi.

Vaqtinchalik radial choklar (14.37-rasm, a,b,d) uchta asosiy turi har 9...18 m dan keyin o'rnatiladi, ularning uchta asosiy turi mavjud: sementlanadigan, betonlanadigan, kombinatsiyalashgan.

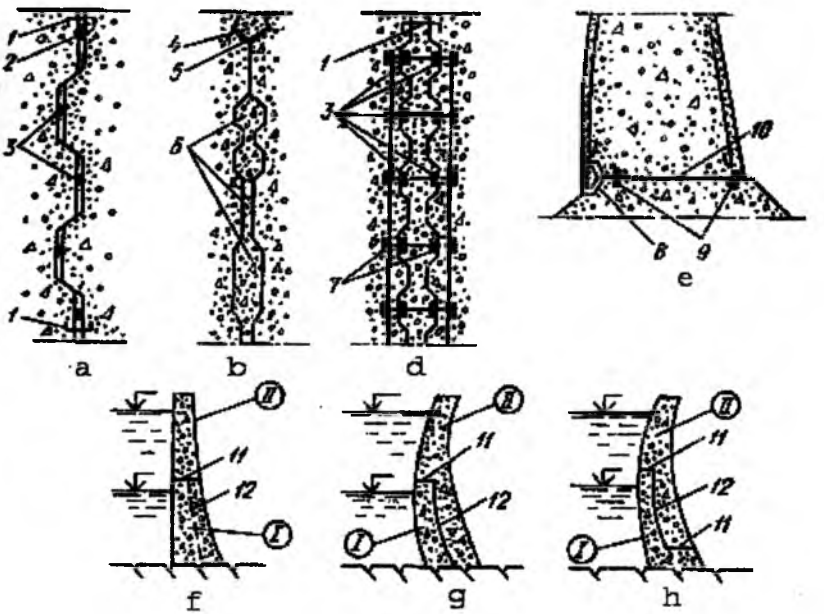


14.36-rasm. **Arkali to'g'onlarda qurilish choklarini joylashuvi va ularni navbat bilan tekislash:**
I,II,III – choklar yarusini tekislash; 1 – vaqtinchalik choklar; 2 – tekislangan choklar yaruslari orasidagi chegaralar.

Shtrabali sementlanadigan choklar o'zining oddiyligi, arzonligi va yuqori ishonchliligi uchun ko'p qo'llaniladi. Vertikal choklarni sementlash chiqaruvchi klapanlar yordamida bajariladi. Sementlash sifati gidravlik sinab ko'rish va ultratovush yordamida nazorat qilinadi.

Betonlanadigan choklar qo'shni ustunlar oralig'idagi o'rni keng (0,7...1,5 m) vertikal shtrabali ko'rinishda bo'ladi va yilning sovuq davrlarida betonlanadi.

Quramaning choklar yuqoridagi ikkala choklarning elementlaridan tashkil topgan.



14.37-rasm. **Arkali to'g'onlar choklari:**
a,b,d – vaqtinchalik radial; d – konturli; f,g,h-ikki navbatda (I,II) barpo etiladigan to'g'on choklari; 1 – metall zichlagich; 2 – asfalt zichlagich; 3 – sementlanadigan quvurlar; 4 – temir-betonli tiqin (tashqi zichlash); 5 – bitumli zichlaydigan massa; 6 – sovuq davrda uncha katta bo'lmagan musbat haroratda betonlanadigan chok; 7 – sementlanadigan tizimning klapanlari; 8 – surkalgan bitum; 9 – ichki zichlash; 10 – chokning sementlangan qismi; 11,12 – har xil navbat oralig'ida qurilgan choklar.

Vaqtinchalik radial choklardan tashqari doimiy konturli, harorat, bo'ylama, gorizontal choklar hamda choklar — kesiklar o'rnatiladi.

Konturli choklar (14.37-rasm, e) to'g'on zamini yaqinida xavfli cho'zuvchi kuchlanishlar hosil bo'lishi ehtimolini kamaytirish, armatura joylashgan o'rni kengligini o'zgartirish yo'li bilan arkani qirg'oqlardan qoyaga beriladigan bosimini rostlash, arkaning o'zini simmetrikligiga erishishi uchun o'rnatiladi. Ularni ham katta bosim ostida shunday sementlanadiki, konturli chok yuqori bef tomondan ichkaridan zichlanguncha sementlanmagan uncha katta uchastka bilan chok - kesikka aylanish kerak. Ba'zida bitumli mastika bilan suvaladi. Bu choklar hamma kontur bo'yicha yoki chok-kesiklarga o'xshab uning bir qismi bo'yicha joylashtiriladi.

Gorizontal va bo'ylama (o'q bo'yicha) choklar arkali to'g'onlar bir necha navbatda barpo etilganda (14.37-rasm, f,g,h); uncha qalin bo'lmagan arkada, ustun bo'yicha qirqilgan gravitatsion to'g'onlar choklariga o'xshash; to'g'onni kuchlanganlik holatini boshqarish uchun bajariladi. Ularni yuzasi maxsus metall to'r bilan armaturalash hamda bitum qatlamlarini hosil qilish bilan amalga oshiriladi. Bu choklarda drenaj shaxtalari, har xil materialdan qilingan konturli va filtratsiyaga qarshi shponkalarni o'rnatish mumkin.

To'g'onning harorat choklari va chok — kesiklari gravitatsion to'g'onlardagi choklar konstruksiyasiga o'xshash va vazifasiga bo'yicha bir xil.

Arkali to'g'on tanasidagi filtrlangan suvlarni chiqarib tashlash uchun drenajlar o'rnatiladi. Ular gravitatsion to'g'onlarniki kabi diametrli 7,5...30,0 sm va qadami 1,5...4,0 m bo'lgan vertikal tirqishlar ko'rinishida bajariladi. To'g'on tanasi betonining suv o'tkazuvchanligi yuqori bo'lganda uning bosimli qirrasini asfalt ko'rinishidagi qoplama bilan gidroizolatsiya qilinadi.

Odatda armaturani mahalliy kuchanishlar hosil bo'lishi mumkin bo'lgan joylarda (to'g'on tanasidagi kuzatuvchi, suv tashlovchi tirqishlar va galereyalar yaqinidan, ikki tomoni ochiq bo'lmagan choklar oxirida); harorat choklari o'lchamlarini cheklash uchun (masalan, 1 m uzunlikda 2 ϕ 20 mm yoki 3 ϕ 16 mm to'r ko'rinishida); bir qator hollarda yuqoridagi konstruktiv choklar yaqinida, masalan, zaminning nojinsliligi sababli alohida uchastkalarda kuchlanishlarni to'planishi tufayli yoriqlar hosil bo'lishini oldini olish uchun to'g'on arkasining yuqorisida va to'g'on tovoni

oldida kuchlanishlarni o'ziga qabul qilish uchun o'rnatiladi. Arkali to'g'onlarda armatura sarfi 1 m^3 betonga 4...6 kg dan oshmaydi, ba'zida 10...14 kg ni tashkil etadi.

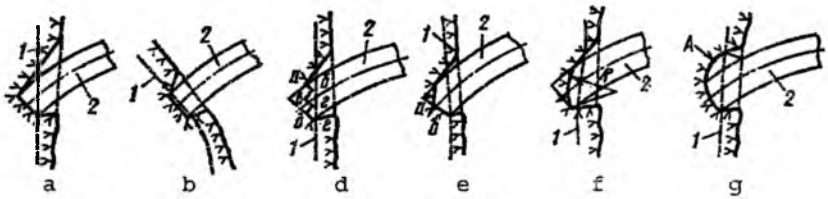
Arkali to'g'onlar qurilishi amaliyotida arka bilan qirg'oqni tutashtirishning turli xil shakllari qo'llaniladi (14.38-rasm). Radial tovonlar (14.38-rasm, a,b) arkaning boshlang'ich hisobiy sxemasiga mos keladi va qirg'oqqa tutashgan qoyani chuqur siljishga ishlashiga jalb qiladi. Ammo vodiy o'qiga taxminan parallel bo'lgan gorizontallarda qoyani ko'proq o'yishga (14.38-rasm, a) to'g'ri keladi, bu esa ushbu shaklning kamchiligi hisoblanadi. Bu holda qoyani o'yishni kamaytirish uchun kam o'yiladigan har xil shakldagi tovonlar qo'llaniladi (14.38-rasm, d-g).

Tovonni pog'onali qilib o'rnatishda (14.38-rasm, d) mahalliy kuchlanishlarni o'ziga qabul qilish uchun tovonga armatura o'rnatiladi.

Katta a-b maydonchali poligonal tirgak tovonlar (14.38-rasm, e) keng qo'llaniladi, ba'zi tovonga silliq shakl beriladi (14.38-rasm, f); agar qoyadagi kuchlanishni kamaytirishga to'g'ri kelsa, tovon kengaytirib o'rnatiladi (14.38-rasm, e dagi A nuqta).

Qoyaga tutashtirish xarakteri arka bilan qirg'oqlar tutashish shakliga mos kelishiga ko'ra qabul qilinadi.

Yon devorlar ikkita asosiy: to'g'on yuqori halqalar tovonidagi zo'riqishlardan hosil bo'ladigan yuklamani va bevosita yon devor yuqori qirrasiga suv bosimini qabul qiluvchi gravitatsion devorlar ko'rinishidagi to'g'ri (13.1-rasm, m ga qarang) va yon devor yuqori qirrasiga ta'sir etuvchi bosimni kamaytiruvchi arka bilan qirg'oqni tutashtiruvchi gravitatsion devor (14.35-rasm, e) ko'rinishida bo'ladi.



14.38-rasm. **Arka tovonlarining ko'rinishlari:**
a,b – radial; d – pog'onali; e – yuqori burchakni qirqish bilan (poligonal); f,g – egri chiziqli; 1 – ishga yaroqli qoya chegarasi; 2 – arka o'qi.

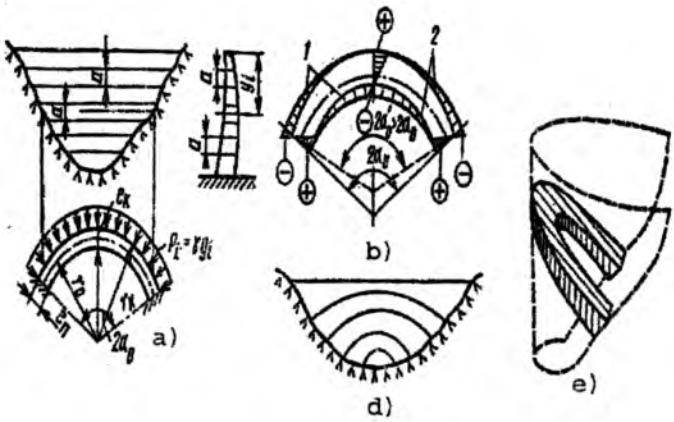
To'g'onni normal ekspluatatsiya qilish uchun unga yer osti yo'llari hamda to'g'onda, zaminda va qirg'oqlarda har xil ekspluatatsiya kommunikatsiyalari o'rnatiladi – to'g'on tanasi va qirg'oqlarda kuzatuv galereyalari (14.34-rasm, a,b), shaxtalarda nazorat-o'lchash apparatlari va liftlar, pastki qirg'oqda konsolli xizmat ko'priklari (14.34-rasm, a). Kuzatuv galereyalari drenaj galereyalari bilan birga qo'shiladi, ba'zida ular zaminga ham o'rnatiladi. Kuzatuv galeryalari sifatida sementlanadigan galereyalar va shtolnyalardan foydalaniladi.

14.5.3. Arkali to'g'onlar mustahkamlik va ustuvorlik hisoblari asoslari

Mustahkamlik hisoblari. Arkali to'g'onlar kuchlanganlik-deformatsiyalanish hisoblarining har xil uslublari mavjud. Ular murakkabligi va asosiy haqiqiy hisobiy modelga yaqinlashishi hamda hisobni o'zini bajarish usuli darajasi bilan farqlanadi. Loyihalash bosqichlari va ishchi hujjatlar uchun yetarli darajada aniq (EHM dan foydalanish) uslublar qo'llaniladi, ular yetarlicha inshootni fazoviy ishlashini to'liq hisobga oladi: loyihalash bosqichlarida taxminiy va dastlabki hisoblarda oddiyroq va uncha aniq bo'lmagan uslublardan foydalaniladi.

"Mustaqil" arkalar uslubi. Bu uslublarda ayniqsa oddiy va odatda taxminiy qo'pol to'g'onni xayolan bir biridan mustaqil bir qator halqalarga – arkalarga bo'linadi (14.39-rasm). Ular odatda gorizontal, ba'zida esa bosh normal kuchlanishlar troektoriyasiga muvofiq bo'ladi (sho'ng'uvchi arkalar). Har bir arka muvofiq mustaqil kuchlanishga hisoblanadi. Yupqa va qalin, doimiy va o'zgaruvchan qalinlikdagi, har xil tayanishli, ikkilamchi (faol) arkalarni hosil qiluvchi (ya'ni cho'zuvchi zonalari ishdan chiqishi) arkalar uchun har xil ta'sirlarda hisoblash uslublari mavjud. Ular faqat taxminiy hisoblar uchun qo'llaniladi. Kamdan-kam hollarda, qachonki to'g'on choklar bilan arkali kamarlarga ajratilganda bunday uslublar (ta'sir etuvchi yuklama va tayanish sharoitlari, arkaning ko'rinishi va boshqalarni hisobga olganda) to'g'onning haqiqiy sxemasiga mos keladi va ularni asosiy hisob uchun qo'llash mumkin.

Arkali to'g'onlarni fazoviy tizim sifatida hisoblash uslublari. Bu ko'phadli uslublarda konstruksiyani fazoviy ishlashini haqiqiyga mos



14.39-rasm. **Mustaqil arkalar uslubi bo'yicha arkali to'g'on hisobi sxemalari:**
a – hisobiy halqali arkalar sxemasi; b – "faol" ("ikkilamchi") arkani hosil bo'lishi; d – pastki qirrada eng ko'p bosh normal kuchlanishlar trayektorlyalari; e – sho'ng'uvchi arkaning shakli; 1 – yoriqlar; 2 – faol arka; plyus-"siqilish", minus-"cho'zilish".

kelishi har xil darajada hisobga olish mumkin. Bir qator taxminiy-hisoblash usullari mavjud, ularni III va IV sinfli to'g'onlarni va hamma sinfli to'g'onlar uchun dastlabki hisoblashda qo'llash mumkin. Ularga quyidagilar kiradi, xususan, arkalar uslublari–yupqa qobiqlar nazariyasiga asoslangan markaziy konsolli.

Arkalar uslublarida – markaziy konsolni va to'g'on gorizontal arkalarini bir-biriga bog'lanmagan tizim sifatida qaraladi va markaziy konsol yoki devorlarni xayolan ikkita vertikal tekislik bilan qirqiladi (14.40-rasm). Ajratilgan arkalar qulfidagi siljish, o'sha nuqtalardagi konsoldagi siljish bilan bir xil bo'lishi kerak. Arka va konsol uchun bu siljishlarning tengligi shartidan kelib chiqib arkalar bilan konsollar orasidagi gidrostatik bosim aniqlanadi (14.40-rasm, d-f). Ko'pincha radial siljishlar (egilishlar) tenglashtiriladi; aniqroq hisoblarda burilish ham hisobga olinadi, ya'ni arka va konsol burilishida burilish burchaklari tenglashtiriladi. Bu uslubning juda ko'p turlari mavjud.

Ritter-Skrilnikova to'g'ondagi gidrostatik bosimni har bir arka qulfidagi f^a va markaziy konsolning muvofiq nuqtalaridan f^k ni

radial siljishlar tengligi sharti bo'yicha arka va konsolda (14.40-rasm, d) yuklamalar taqsimlanishini aniqladi, ya'ni

$$f_1^a = f_1^k,\ f_2^a = f_2^k ...,\ f_i^a = f_i^k ...,\ f_n^a = f_n^k, \qquad (14.30)$$

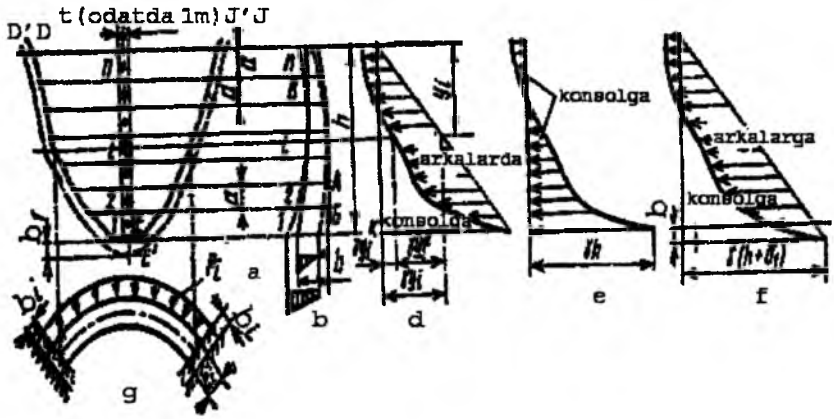
bunda arkalar egilishini qurilish mexanikasida ma'lum bo'lgan uslublar bo'yicha aniqlash mumkin. Har bir ajratilgan kamarlar uchun ta'sir etuvchi yuklamalar p_1, p_2..., P_i..., p_n bo'ladi, bunda $p_i = \gamma_i a$ (14.40-rasm, a,b). Umumiy yuklamaning bir qismini arka, qolgan qismini konsol o'ziga qabul qiladi deb, $p_i = p_i^a + p_i^k$ deb yozish mumkin, yoki

$$p_i^k = p_i - p_i^a. \qquad (14.31)$$

Qandaydir i-li kamarlarning arkadagi egilishi

$$f_i^a = \varphi\left(p_i^a\right), \qquad (14.32)$$

konsolning egilishi esa



14.40-rasm. **Arkali to'g'onlarni "arkalar-markaziy konsolli" uslublar bo'yicha hisobi sxemalari:**
a – ajratilgan arkalar va markaziy konsollar; b – qulfda to'g'on ko'ndalang kesimi; d – arka va konsolda gidrostatik yuklamani taqsimlanishi; e – markaziy konsoldagi yuklama epyurasi; f – Fogta Telke uslubi bo'yicha bekitilgan joyning elastikligini hisobga olgan holda konsol va arkaga ta'sir etuvchi gidrostatik yuklamani taqsimlanishi; g – i-li arkaga ta'sir etuvchi suvning yuklamasi.

$$f_i^k = \psi_i\left(p_1^k p_2^k, \ldots p_i^k \ldots p_n^k\right) = \psi_i\left[\left(p_1 - p_1^a\right), \left(p_2 - p_2^a\right), \ldots \left(p_i - p_i^a\right), \ldots \left(p_n - p_n^a\right)\right]. \quad (14.33)$$

(14.30) shartini hisobga olib

$$\left.\begin{array}{l} \varphi\left(p_1^a\right) = \psi_1\left[\left(p_1 - p_1^a\right), \left(p_2 - p_2^a\right), \ldots, \left(p_i - p_i^a\right), \ldots, \left(p_n - p_n^a\right)\right]; \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ \varphi\left(p_i^a\right) = \psi_i\left[\left(p_1 - p_1^a\right), \left(p_2 - p_2^a\right), \ldots, \left(p_i - p_i^a\right), \ldots, \left(p_n - p_n^a\right)\right] \\ \varphi\left(p_n^a\right) = \psi_n\left[\left(p_1 - p_2^a\right), \left(p_2 - p_2^a\right), \ldots, \left(p_i - p_i^a\right), \ldots, \left(p_n - p_n^a\right)\right] \end{array}\right\} \quad (14.34)$$

Bu sistemani yechib $p_i^a, \ldots, p_n^a$ qiymatlari aniqlanadi, ular bo'yicha arkalar mustaqil sifatida hisoblanadi (14.40-rasm, a). Shundan keyin (14.31) formula bo'yicha konsoldagi yuklama (boshqa hamma 1, ..., n nuqtalar uchun) p_i va $\gamma_i^k = p_i^a / a$ ni oson aniqlash mumkin.

Arka va konsol orasidagi yuklamani taqsimlanish xarakteri 14.40-rasm, d da keltirilgan: yuklamlarni qandaydir qayta taqsimlanishi yuz beradi — yuqori arkalar qo'shimcha yuklanadi (gidrostatik yuklamaga nisbatan), konsol esa yuqori qismda egilishlarni tenglashtirish yuklama uchun teskari yo'nalishga kamayadi (14.40-rasm, e). Markaziy konsol kesimidagi kuchlanishni epyuradagi (14.40-rasm, e) konsolning xususiy og'irligi va undagi suv bosimi bo'yicha olingan suvning gorizontal bosimi ta'siri bo'yicha odatdagi nomarkaziy siqilish formulalari bo'yicha aniqlanadi. Agar konsolda haddan tashqari katta kuchlanishlar hosil bo'lsa, ular to'g'onning pastki qismida yuqori qirrasi va pastki qirraning yuqori va o'rta qismlarida hosil bo'lishi mumkin bo'lsa (14.40-rasm, b dagi profil uchun AB va VG zonalar, uzluksiz chiziqlar bilan chizilgan), konsol shakli o'zgartiriladi (14.40-rasm, b da punktir chiziq bilan ko'rsatilgan), inshoot qalinligini ham o'zgartirish mumkin.

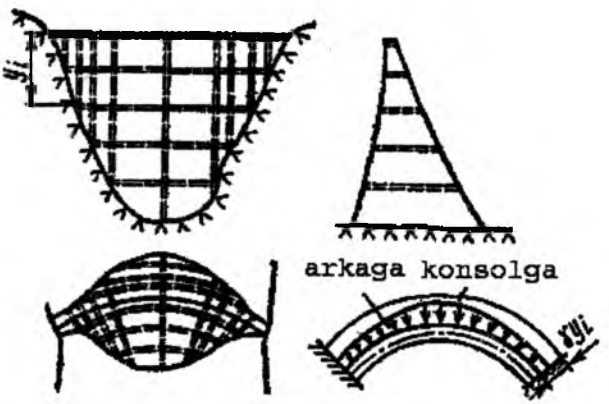
Ritter-Skrilnikova uslubni S.V. Sokolov rivojlantirdi (harorat o'zgarishini, tovonlar bekitilishi elastikligini, tovonlardagi sharnirlarni va boshqalarni hisobga olish).

Zaminning yumshoqligini Fogta-Telke usuli hisobga olishi mumkin, u bo'yicha haqiqiy tayanch konturi ДЖЕ (14.40-rasm, a) ni uzunroq soxta kontur Д`Ж`Е` bilan almashtiriladi, buning natijasida hisobiy konsollar va arka har xil kesimlari o'zgaruvchan bo'lgan uzunligi qan-

daydir δ qiymatga oshadi. Taxminan $E_n = E_0$ da $\delta = (0{,}45...0{,}5)e$ qabul qilinadi, bunda e – tayanch konturi bo'yicha to'g'on qalinligi. 14.40-rasmda markaziy konsol uchun $\delta_1 = (0{,}45...0{,}5)b$ (14.40-rasm, f), i – li arka uchun $\delta = \delta_i = (0{,}45...0{,}5)e$ (14.40-rasm, g).

Arkalar – konsollar uslubi mukammalroq, unda bir nechta konsollar ko'riladi (5...7 va undan ko'p) (14.41-rasm), shu bilan birga uning ko'p turlari mavjud. Masalan, sinalgan yuklamlar uslubi, u loyihalashda ko'p qo'llaniladi va modeldagi tadqiqot ma'lumotlariga mos keladigan yetarlicha aniq natijalarni beradi.

Bu uslub bo'yicha hisoblarni bajarishda arka va konsollarning ma'lum nuqtalaridagi radial siljishlar yoki nafaqat radial, shuningdek, tangensial siljishlarni, ba'zi hollarda burilish burchaklarni rostlash, qayta to'g'irlashga to'g'ri keladi. Natijada arka va konsol uchun bu siljishlarni (yoki burilish burchaklarini) bir-biriga yaqin to'g'ri tushishiga erishiladi (3...5% ko'p bo'lmagan, ba'zida 10% farq bilan). Arka va konsol orasidagi hamma kesimlar uchun yuklamalarni oldindan taqsimlash loyihalash tajribasi asosida belgilanadi. Arkadagi suv bosimi epyuralari (14.41-rasm) daraning shakliga bog'liq holda arka uzunligi bo'yicha o'zgaruvchan bo'ladi. Qoyali zamin deformatsiyasini hisobga olgan holda har xil yuklama va ta'sirlarga (harorat va seysmik ta'sirlar) to'g'onni hisoblash uchun EHM da bir qator dasturlar ishlab chiqilgan.



14.41-rasm. **"Arkalar-konsollar" uslubida arkali to'g'onlar hisobi sxemasi.**

Arkali to'g'onlarni hisoblash uchun variatsiya usullari, chegaraviy elementlar uslubi ham hamda qobiqlar nazariyasi va fazoviy elastiklik nazariyasiga asoslangan uslublardan foydalaniladi.

Fazoviy tizim sifatida hisoblanadigan arkali to'g'onlarda "ikkilamchi" (ikkilamchi arka va konsollar) tizimini hosil bo'lishini ham hisobga olish kerak, ya'ni cho'zilgan zonani to'liq yoki qisman ishdan chiqishi.

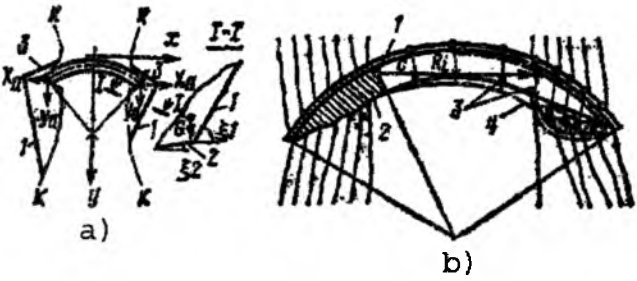
Ustuvorlik hisoblari. Arkali to'g'onlar ustuvorlik hisoblari qirg'oqlardagi tirgaklar ustuvorligi bo'yicha aniqlanadi. Qirg'oqdagi tirgaklar ustuvorligi hisoblarini ikkita guruh uslublari mavjud: 1) belgilangan qirg'oqlardagi tirgak bloklarini chegarviy holatini baholashga asoslangan; ularni topografiyani, zaminning geologik tuzilishini, uning ser yoriqligini va arkali to'g'ondan zo'riqishlar xarakterini hisobga olib belgilanadi; 2) elastiklik va plastiklik nazariyalarining o'zaro bog'lanishidan foydalanib qirg'oqlardagi tayanchlarning holatini taxlil qilishga asoslangan. Hisoblarda quyidagi asosiy yuklamalar hisobga olinadi: to'g'ondan zo'riqish (X_a va Y_a), blokni siljitadigan massasi (G), filtratsiya va seysmik ta'sirlar. Birinchi guruhdagi uslub keng tarqalgan, unda massiv qirraning ikki yoqli burchagi bo'yicha siljiydi (14.42-rasm). Blokka ta'sir etuvchi hamma kuchlar vektori $\bar{r}$ ni, ikki yoqli burchakning 1 va 2 qirralariga normal ta'sir etuvchi P_1 va P_2 kuchga, siljituvchi kuchga ham ajratib, blokning ustuvorligini (4.3) formula bo'yicha baholash mumkin. Unda $N = T$, R esa

$$R = P_1 tg\varphi_{1,1} + P_2 tg\varphi_{1,2} + G_{1,1}F_1 + G_{1,2}F_2, \qquad (14.35)$$

bunda $tg\varphi_{1,1}$, $G_{1,1}$, $tg\varphi_{1,2}$ va $G_{1,2}$ – 1 va 2 hisobiy tekisliklar bo'yicha siljituvchi tavsiflar; F_1 va F_2 – 1 va 2 siljish tekisligi bo'yicha blokning yuzasi.

1 va 2 ga har xil siljish tekisliklari berib, umumlashtirilgan minimal zaxira koeffitsiyenti $K_3 = R/N$ aniqlanadi va uni me'yoriy $K_n n_c / m_T$ ni bilan taqqoslanadi; bunda m_T ni qo'shimcha $m_{ar} = 1{,}1$ ga ko'paytiriladi.

Uslubdagi yo'l qo'yarliklar: 1) vektor $\bar{r}$ momenti hisobga olinmaydi; 2) elastiklik bosqichi hisobi natijalari bo'yicha olingan kuchlar qo'yiladi; 3) chegaraviy holatda ularning qiymati va yo'nalishi o'zgarishi mumkin; 4) har bir qirg'oq ustuvorligi alohida hisoblanadi.



14.42-rasm. **Arkali to'g'onlar ustuvorlik hisobiy sxemasi:** a – ikki yoqli burchak qirrasi bo'yicha hisob (1,2,3 – siljituvchi tekisliklar); b – to'g'on yelkasi burilishi bo'yicha hisob (1 – bir lahzada sodir bo'ladigan burilish o'qi; 2 – to'g'onning qo'zg'almas qismi; 3 – aylanishning yuzadagi yo'naltiruvchilari; 4 – siljishdan keyin shartli holati).

Katta stvorlardagi to'g'onlarni hisoblashda qoyali massivning bir qismi to'g'on bilan birga (14.42-rasm, b) seksiyalar orasidagi chokka to'g'ri keladigan qandaydir o'q atrofida buriladi deb faraz qilib ustuvorlikka hisoblanadi. Bir nechta o'q qabul qilinadi va umumlashtirilgan minimal zaxira koeffitsiyenti aniqlanadi.

14.6. Kontrforsli to'g'onlar

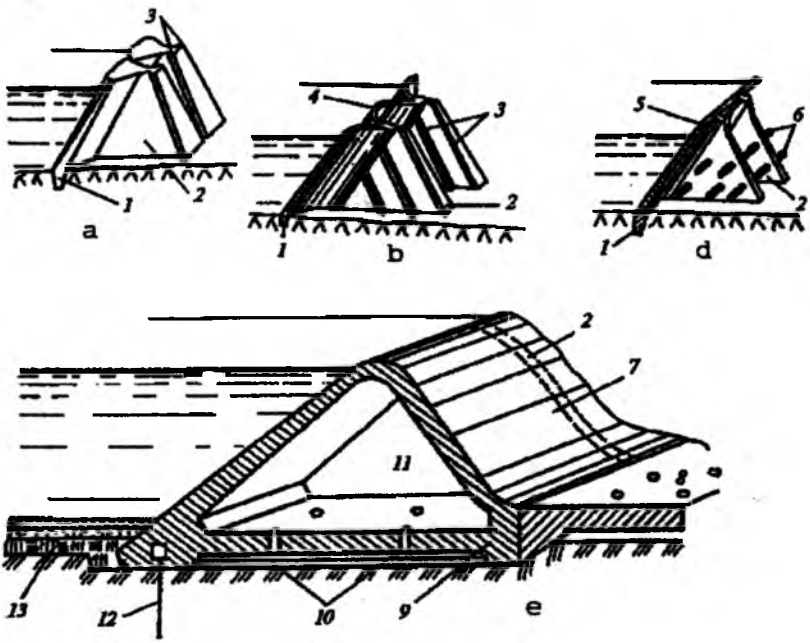
14.6.1. Kontrforsli to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar va ularning tasnifi

Umumiy ma'lumotlar. Suvning bosimi yopmalar orqali qabul qilinib, kontrfors deb ataladigan tik devorlar orqali zaminga uzatiladigan to'g'onlar *kontrforsli to'g'onlar* deyiladi. (14.43-rasm).

Kontrforsli to'g'onlarni qoyali va qoyamas zaminlarda qurish mumkin. Yuqori bef tomonidan yassi plita bilan qoplangan, 15...20 m suv bosimi ostida bo'lgan to'g'onlarni qumoq va qumloq va gruntlarda qurish mumkin. To'g'oning balandligi oshgan sari uning zaminidagi gruntga qo'yiladigan talab ham oshib boradi. Baland to'g'onlar qoyali zaminlarda quriladi.

Qoyali zamindagi temir-betonli kontrforsli to'g'onlar, suv bosimi ta'siri ostida bo'ladigan plita yoki arksimon yopma hamda uch-

burchak yoki trapetsiya shakldagi vertikal tayanch – kontrforsdan iborat bo'ladi. To'g'onning bikrligini oshirish uchun kontrforslar gorizontal temir - betonli to'sinlar bilan birlashtiriladi. To'g'on tubiga filtratsiyani kamaytirish maqsadida bosim ostida ishlaydigan plita bilan kontrforsning yuqori bef tomonini tish orqali qoyaga birlashtiriladi va sementlanadi. Qoyamas gruntlarda quriladigan to'g'onlardan zaminga tushadigan og'irlikni kamaytirish maqsadida uning zaminida temir - betonli plitalardan yaxlit poydevor quriladi. Bu plita to'g'onning yer osti konturini uzaytiradi va filtratsiya oqimi tezligini kamaytiradi. Temir - beton plita bilan kontrforsni ko'pincha yuqori bef tomonida tish bilan tutashtirib qo'yiladi.



14.43-rasm. **Kontrforsli to'g'on turlari:**
a,b,d – poydevor plitasiz (a – massiv kontrforsli; b – ko'p arkali; d – yassi yopmali); e – poydevor plitali (yassi yopmali, plitali vodosliv); 1 – tish; 2 – kontrforslar; 3 – bikr qirra; 4 – arkalar; 5 – bosimli plitalar; 6 – bikr to'sinlar; 7 – vodosliv plitasi; 8 – suv urilma; 9 – poydevor plitasi; 10 – drenaj; 11 – bo'shliq; 12 – shpunt; 13 – ponur.

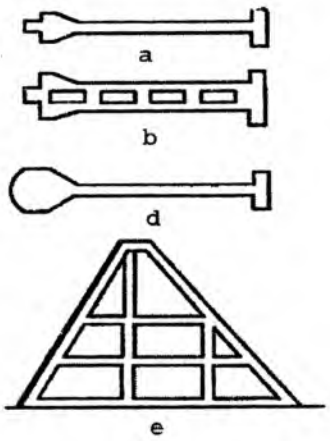
Kontrforsli to'g'onlar konstruksiyasining mukammalligi tufayli dunyoda keng tarqalgan. Ularning ichida Andijon, Kirov va Zeysk gidrouzellar to'g'onlarining balandliklari mos ravishda 115, 83 va 111 m ni tashkil etadi.

Kontrforsli to'g'onlar boshqa to'g'onlarga nisbatan bir qator yutuqlarga ega, ko'pincha ular betonli gravitatsion to'g'onlar bilan taqqoslanadi.

Kontrforsli to'g'onlar quyidagi yutuqlarga ega: 1) filtratsiyaga qarshi bosim sezilarli darajada kamayadi, ba'zi bir to'g'onlarda esa u umuman ta'sir etmaydi; 2) beton sarfi kamayadi, to'g'on balandligi qancha katta bo'lsa, tejash sezilarli darajada bo'ladi; 3) beton ekzotermiyasini kamayishiga qulay shart-sharoitlar yaratiladi va tashqi haroratning o'zgarishi tufayli hosil bo'ladigan harorat kuchlanishi kamayadi; 4) to'g'on hamma qismlarining holatini kuzatish imkoniyati bo'ladi; 5) ko'p hollarda kontrforsli to'g'on elementlari (yassi bosimli plitadan tashqari) siqilishga ishlashini hisobga olib, betonning mustahkamlik xossalaridan foydalanish mumkin.

Shu bilan bir qatorda kontrforsli to'g'onlar ba'zi bir kamchiliklarga ega: 1) qurilish ishlarining murakkabligi, asosan egri chiziqli yuzalarni bajarishda; 2) yupqa bosimli yopmalardan suvning sizib o'tishi tufayli past haroratlarda (bo'shliqlardagi suv muzlaganda) buzilishlar sodir bo'lishi; 3) kontrforsli to'g'onlarning asosiy elementlari siqilishiga ishlashiga qaramasdan, armatura qo'llashga to'g'ri keladi; 4) bitumli tarkibda bajarilgan choklar gidroizolatsiyasini yetarli darajada ishonchli bo'lmasligi; 5) ba'zi bir bosimli yopmali vodoslivli to'g'onlar qurilish ishlarini murakkabligi, masalan ko'p arkalida.

Kontrforsli to'g'onlarning tasnifi. Ular bir qator belgilarga ko'ra tasnifga bo'linadi: bosimli yopmalar turiga ko'ra: massiv kallakli yoki massiv kontrforsli (14.43-rasm, a); ko'p arkali yoki arkali-kontrforsli (14.43-rasm, b); yassi yopmali (14.43-rasm, d.e); suv o'tkazish usuliga ko'ra: ustidan suv o'tkazadigan (14.43-rasm, a,d); ustidan suv o'tkazmaydigan (14.43-rasm, e); kontrfors konstruksiyasiga ko'ra: yaxlit kontrforslar (14.44-rasm, a); ichi bo'sh kontrforslar (14.44-rasm, b); ikki tomoni ochiq kontrforslar (14.44-rasm, e); massiv-kontrforslar (14.43-rasm, a); materialiga ko'ra: kontrforsli to'g'onlar betonli, temir-betonli, po'latli, g'ishtdan terilgan va aralash (kombinatsiyalashgan) bo'lishi mumkin; zamin-



14.44-rasm. **Kontrfors konstruksiyalari:**
a – yaxlit; b – ichi bo'sh; d – massiv; e – ikki tomoni ochiq.

ning tavsifiga ko'ra: kontrforsli to'g'onlar qoyali, yarim qoyali va qoyamas zaminlarda bo'lishi mumkin. Qoyali zaminlarda to'g'onlar poydevor plitasiz o'rnatiladi (14.43-rasm, a-d), qoyamas va yarim qoyalida esa – poydevor plitali (14.43-rasm, e); balandligi bo'yicha kontrforsli to'g'onlar past, o'rta, yuqori bosimli bo'ladi.

Kontrforsli to'g'onlarni qurish ularning balandligi va konstruksiyasiga bog'liq bo'lgan beton va temir - beton ishlarining hajmi jihatdan gravitatsion to'g'onlarnikiga nisbatan ancha arzonga tushadi. Lekin qalin va temir - betonli konstruksiyalarni tayyorlash hisobiga kontrforsli to'g'on 1 m^3 ning narxi gravitatsion to'g'onlarga nisbatan 5...10% qimmat bo'ladi. Kontrforsli to'g'onlarni qurish uchun temir - betondan foydalanish bu turdagi to'g'onlarning tarqalishiga keng yo'l ochib beradi.

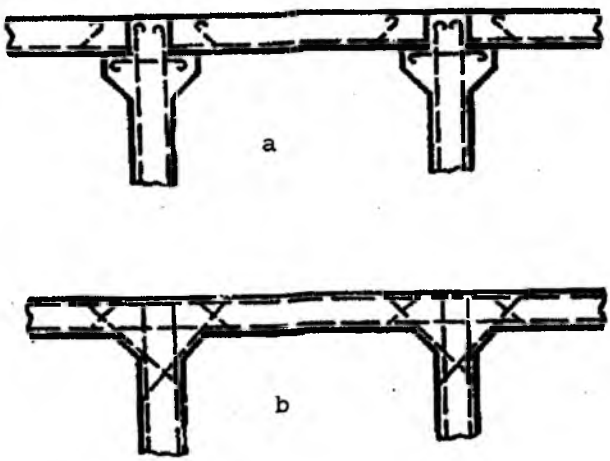
14.6.2. Bosimli yassi yopmali kontrforsli to'g'onlar

Bosimli yassi yopmali kontrforsli to'g'onlar ilk bor AQSH da qurildi. Birinchi to'g'onlar faqat qoyali zaminlarda barpo etildi, faqat keyinroq bunday to'g'onlar konstruksiyalari qoyamas zaminlarda ishlab chiqildi.

Ko‘p hollarda qurilgan bosimli yassi yopmali kontrforsli to‘g‘onlar balandligi 25...30 m dan oshmagan. Balandligi yuqori to‘g‘onlar kam uchraydi va 1938-yilda Meksikada qurilgan balandligi 73 m li bitta to‘g‘onni ko‘rsatish mumkin.

Hozirgi paytda bosimli yassi yopmali kontrforsli to‘g‘onlar qurilishi chegaralangan, chunki ular bilan massiv kontrforsli to‘g‘onlar raqobatda. Bu shunday tushuntirladiki, baland to‘g‘onlarni qurishda bosimli yassi yopmali konstruksiyalar tejamkor emas hamda qurilish sarflarini o‘tkazishda qiyinchiliklar paydo bo‘ladi va qurilish ishlarini bajarish murakkablashadi. Bosimli yassi yopmali to‘g‘onlarning muhim kamchiligi kontrforslar orasidagi masofa kichik bo‘lishidir.

Bosimli yopmalar tayanish xarakteri bo‘yicha qirqilgan va qirqilmagan bo‘lishi mumkin. Kontrforsli to‘g‘onlarda ko‘p qo‘llaniladigan qirqilgan konstruksiyada (14.45-rasm, a), yopmalar kallaklarga erkin tayanadi va uzunligi bo‘yicha teng taqsimlangan yuklamaga ikkita tayanchdagi to‘sin kabi hisoblanadi. Yopmalarni bunday qirqish katta harorat va kichrayish kuchlanishlarini keltirib chiqarmaydi va kontrforslar notekis cho‘kkanda har xil oqibatlarga olib kelmaydi.



14.45-*rasm*. **Bosimli yassi yopmalarni kontrforslarga tayanish.**
a – qirqilgan; b – qirqilmagan.

Qirqilmagan konstruksiyalarda yopmalar kontrfors betoni bilan monolit bog'langan (14.45-rasm, b), ularning qalinligi kichik bo'ladi, ammo ular kontrfors notekis cho'kishga ta'sirchan. Zaminda mustahkam qoya bo'lganda qirqilmagan yopmalar qo'llaniladi. Bu yerda hisobiy sxema teng taqsimlangan yuklamali ko'p oraliq to'sin kabi bo'ladi.

Yopmalar kallaklarga tayangan joyda choklar siniq chiziqlar ko'rinishida bo'ladi, shu sababli ularning suv o'tkazmasligi oshadi. Choklar asfalt bitumli mastika bilan to'ldiriladi. Kontrforsli to'g'onlar yopmalari zaminga tomon kengayib boruvchi, o'zgaruvchan qalinlikda bo'ladi. Yopmaga yuklama bo'lmagan to'g'onning yuqori qismida, ya'ni to'g'on tepasining yaqinida ularni qalinligini konstruktiv 0,25...0,4 m ga teng qilib qabul qilinadi.

To'g'on balandligi 20...40 m chegarsida bo'lsa, zamin yaqinida yopmalar qalinligi 0,6...1,5 m ni tashkil etadi. Vertikal bo'yicha yopmalar qalinligi taxminan har bir metrga 3 sm oshadi. Yopmalarning aniqroq qalinligi hisoblar asosida aniqlanadi.

Balandligi bo'yicha har 15...25 m dan keyin, tashqi harorat o'zgarganda yopmalarni erkin siljishini ta'minlash uchun, bosimli monolit yopmalarda gorizontal choklar o'rnatiladi. Choklarning o'tkazmasligi ta'minlash uchun misli listlar va asfalt shponkali zichlagichlar o'rnatiladi. Zaminda bosimli yopmalar betonli tishga tayanadi, uni nuramagan mustahkam qoyaga o'yib o'rnatiladi. Shu bilan bir qatorda bosimli monolit yopmalar bilan birga yig'ma temirbetonli yopmalarni qo'llash mumkin.

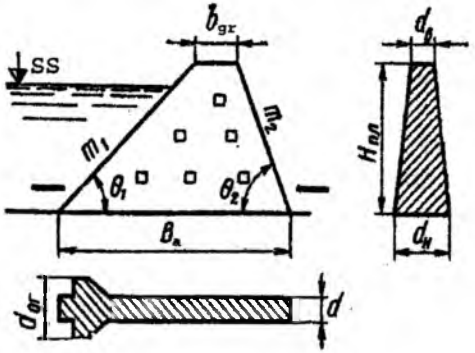
Yakka kontrforslar (14.46-rasm) trapetsiadal kesimdagi devorni ifodalaydi, ularning yuqorisi bo'yicha B_{yu} o'lchami ekspluatatsiya sharoitlari bo'yicha, pasti esa B_p ni yon qirralarning yotiqligi bo'yicha aniqlanadi.

Barpo etilgan kontrforsli to'g'onlarning bosimli qirrasini gorizontga og'ish burchagi $\theta 1 = 45°$ ni tashkil etadi, ba'zi bir hollarda 60° qabul qilinadi. Pastki qirraning og'ish burchagi 60° dan 90° gacha o'zgaradi.

Qabul qilingan kontrforslar nishabligini hisobga olib ularni zamin bo'yicha o'lchami quyidagicha bo'ladi.

$$B_{zam} = (m_1 + m_2)H_T + b_{TT}, \qquad (14.36)$$

bunda m_1 va m_2 – yuqori va pastki qirralar yotiqlik koeffitsiyentlari.



14.46-rasm. **Yakka kontrfors.**

Ko'ndalang kesimda kontrfors pastga qarab oshib boruvchi o'zgaruvchan qalinlikka ega. Tayanish maydonini oshirish uchun kontrfors zaminda katta qalinlikda bo'ladi, shu sababli zamin gruntidagi kuchlanish kamayadi va kontrforsni siljishga ustuvorligi ta'minlanadi.

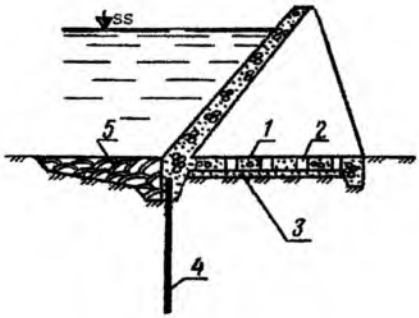
Kontrfors yuqorisi qalinligi d_{yu} hisob qilmasdan konstruktiv 0,2...0,6 m qabul qilinadi. Kontrfors pasti bo'yicha qalinligi taxminan empirik formula bo'yicha aniqlanadi:

$$d_n = 0{,}1H_T d_{yu}. \qquad (14.37)$$

So'ngra hisoblangan d_n qiymatini kontrforslarni kuchlanish bo'yicha statik va ustuvorlik hisoblari bo'yicha to'g'rilanadi.

Kontrforslar betondan quriladi, chunki tashqi kuchlar ta'sirida ularda hosil bo'ladigan kuchlanish siquvchi bo'ladi. Cho'zuvchi kuchlanishlar hosil bo'lgan alohida zonalarda armatura qo'yiladi. Kontrforslar orasidagi masofa 5...6 m dan oshmaydi. Bu masofa oshirilganda bosimli yopmalar qalinroq bo'ladi va kontrforsli to'g'onlarni qo'llash iqtisodiy jihatdan afzal bo'lmaydi.

Qoyali zaminlarda kontrforslar 0,3...0,5 m chuqurlikkacha kiritiladi, faqat ba'zi bir hollarda zaminning yuqori qatlami buzilgan bo'lsa, chuqurlashtirish oshadi. Qoyamas gruntlarda kontrforslar zaminida kuchlanishni kamaytirish uchun bikr (monolit) bog'langan temir - betonli plita qo'llaniladi (14.47-rasm). Plitada filtratsiyaga qarshi bosimni kamaytirish uchun uning umumiy yuzasi bo'yicha



14.47-rasm. **Qoyamas zamindagi kontrforsli to'g'on:**
1 – kontrfors bilan bikr tutashtirilgan poydevor plita; 2 – plitadagi tirqish; 3 – plita ostidagi teskari filtr; 4 – shpuntli devor; 5 – gruntli ponur.

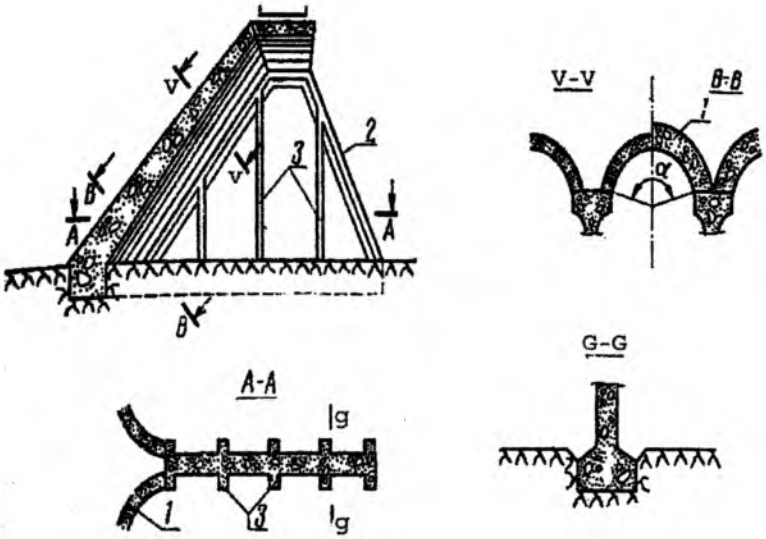
tirqishlar o'rnatiladi. Filtratsiya oqimi bu tirqishlar orqali chiqadi, filtratsiya deformatsiyalarini oldini olish uchun esa plita ostiga teskari filtr o'rnatiladi. To'g'onni siljishiga ustuvorligini oshirish uchun poydevor plitasiga filtratsiya koeffitsiyenti yuqori bo'lgan grunt to'kiladi.

Kontrforslarda bo'ylama egilish bo'ladi. Kontrforsning pastki qirrasiga parallel qilib, qatorlar bo'yicha joylashtirilib, bikr to'sinlar o'rnatilib bo'ylama egilish yo'q qilinadi. Bikr to'sinlar balandlik bo'yiga har 4...8 m dan keyin va gorizontal bo'yicha har 5...12 m masofada joylashtiriladi. Bu masofalarning aniqroq qiymati, bo'ylama egilishga yo'l qo'yiladigan parametrlardan kelib chiqib hisoblar bo'yicha aniqlanadi.

Bikr to'sinlar kontrfors bilan bikr yoki sharnir bilan birlashtiriladi. Bosimli yopmalarni kuzatish uchun orqa tomonda har xil sathlarda ularning tanasiga teshiklar qoldiriladi, ular orasiga xizmat ko'priklari o'rnatiladi.

14.6.3. Ko'p arkali kontrforsli to'g'onlar

Bosimli yopmalar arka ko'rinishida bajarilgan to'g'onlarni ko'p arkali deyiladi (14.48-rasm). Kontrforsli to'g'onlarda arkali yopmalarni qo'llanilishi kontrforslar orasidagi masofani sezilarli darajada oshirishga va yassi yopmali to'g'onlarga nisbatan betonni tejashga erishiladi. Ko'p arkali to'g'onlarni qurish murakkabligi va kontrforslar



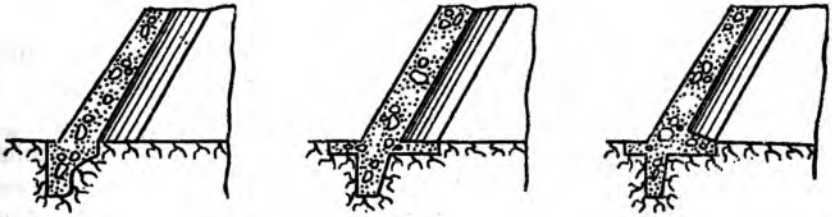
14.48-rasm. **Arka shaklidagi yopmali kontrforsli to'g'on:**
1 – yopma; 2 – kontrfors; 3 – bikr qirralar.

notekis cho'kishini beruvchi boshqa gruntlarda amalga oshirib bo'lmasligi, ularning kamchiliklari hisoblanadi.

Ko'p arkali ko'proq ustidan suv o'tkazmaydigan qilib bajariladi, chunki vodoslivni o'rnatish konstruktiv qiyinchiliklar bilan bog'liq. Ammo to'g'on qurilishi amaliyotida ko'p arkali to'g'onlar vodoslivli bajarilgani mavjud.

Arka shaklini gorizontal kesimlarda qalinligi doimiy, markaziy burchak 150...160° chegarasida bo'lgan doiraviy qilib bajariladi. Baland to'g'onlarda vertikal bo'yicha arka qalinligi o'zgaruvchan bo'ladi. Yuqori qism qalinligini konstruktiv 0,5 m, uning zaminida esa oshadi va hisoblar bo'yicha aniqlanadi. Bosimli qirra tomonidan arka qalinligini pastga qarab oshiriladi, pastki qirra silindrik qoldiriladi va unga markaziy burchak qo'yiladi. Zaminda arka planda xuddi shunday ko'rinishdagi tishga tayanadi. Arkalarning zamin bilan tutashtirish variantlari 14.49-rasmda keltirilgan.

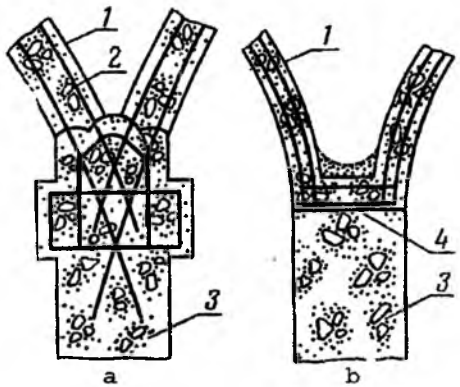
Ko'p arkali to'g'onlar kontrforslari konstruksiyasi bosimli yopmali to'g'onlarniki kabidir.



14.49-rasm. **Arkalarni zamin bilan tutashtirish variantlari.**

Arka bilan kontrforsni tutashtirish bikr yoki erkin tayangan holda bajariladi (14.50-rasm). Bikr tutashtirish keng qo'llaniladi, unda arka armaturasi kontrfors tanasiga kirgiziladi. Bunday tutashtirishda kontrforslarning notekis cho'kishi sezilarli bo'ladi, shuning uchun uni zaminda mustahkam qoya bo'lganda qo'llaniladi. Arkalarning erkin tayanishi kontrforslar notekis cho'kkanda qulayroq va qurilish ishlarini bajarish soddaroq bo'ladi.

Uncha baland bo'lmagan to'g'onlarda bikrlikni oshirish uchun kontrforslar vertikal yoki qiya qovurg'alar bilan kuchaytiriladi. Shu maqsadlarda juda baland to'g'onlarda bo'ylama devorlardan tashkil topgan, bir biri bilan temir-betonli diafragmalar bilan tutashtiril-



14.50-rasm. **Arkalarni kontrforslar bilan tutashtirish:**
a – bikr; b – erkin tayanish; 1 – arkalar; 2 – davriy kesimli armatura; 3 – kontrforslar; 4 – chok.

gan ichi bo'sh kontrforslar o'rnatiladi. Kontrfors bosimli qirrasi holatini bosimli yassi to'g'onlarniki kabi qabul qilinadi, ya'ni ularni siljishga qarshi ustuvorligi hisobga olinadi. Lekin kontrfors bosimli qirrasi burchagini 45...65° chegarasida qabul qilib qiya bajariladi.

Yaxlit kontrforslar yuqorisi bo'yicha qalinligini $d_{yu} = (1{,}5-2)d_{yu}$ dan kichik qabul qilinmaydi, bunda e_{yu} – arkani yuqorisi bo'yicha qalinligi. Kontrforslarning pastki qismi bo'yicha qalinligini taxminan $d_p = (0{,}07-0{,}10)H_T d_p$ ifoda bo'yicha belgilanadi. Kontrforslar orasidagi masofa 50 m gacha bo'ladi, o'rtacha qiymatini 12 dan 25 m ga teng deb qabul qilish mumkin.

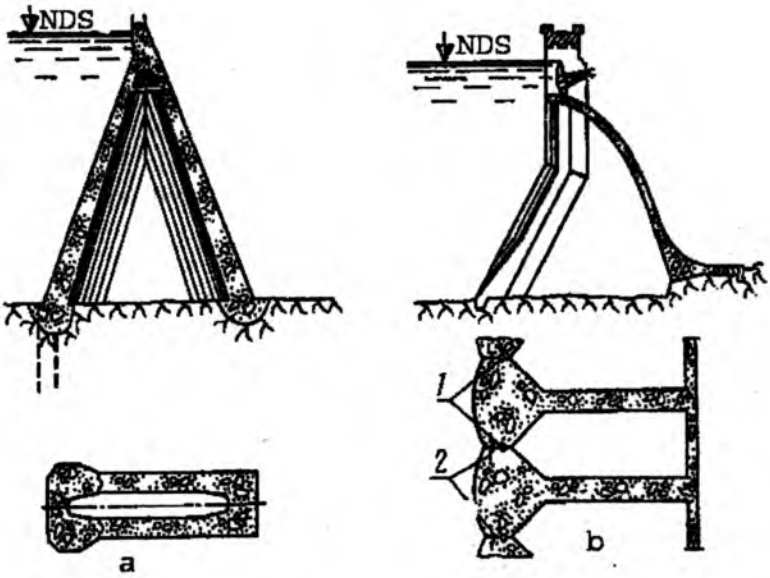
14.6.4. Massiv - kontrforsli to'g'onlar

Bu turdagi to'g'onlar bir qator parallel turgan kontrforslardan tashkil topib, bosimli tomoni bir-biri bilan zich joylashgan, qalinlashgan kallaklardan iborat bo'lib, yuqori bef tomonidan suv o'tkazmaydigan umumiy yopmani tashkil qiladi.

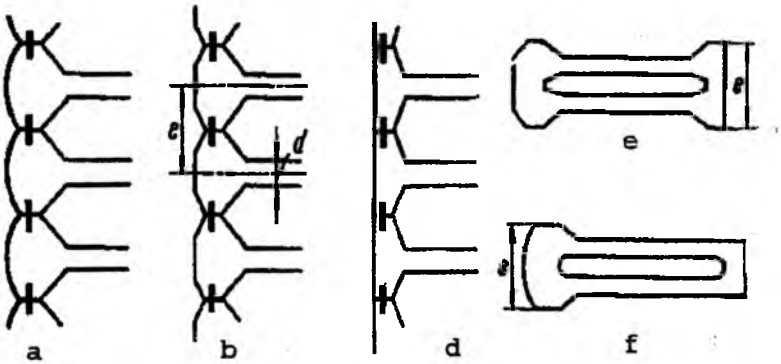
Massiv-kontrforsli to'g'onlar qoyali zaminlarda barpo etiladi, ular ustidan suv o'tkazmaydigan va vodoslivli bo'lishi mumkin (14.51-rasm). Massiv-kontrforsli to'g'onlarda quyiladigan beton hajmi kamayadi, betonning mustahkamlik xossalaridan ratsional foydalaniladi. Massiv-kontrforsli to'g'onlarning afzalliklariga filtratsiya va filtratsiyaga qarshi bosim kuchini kamayishi, ekzotermik issiqlikni yoyilishi uchun qulay sharoitlar bo'lishi va ekspluatatsiya davrida to'g'on hamma elementlari holatini kuzatish uchun imkoniyat borligi kiradi.

Gravitatsion to'g'onlarga nisbatan massiv-kontrforsli to'g'onlar qo'llanilganda tejamkorlik 40% va undan ortiq bo'ladi. To'g'on balandligi oshgan sari iqtisodiy ko'rsatkichlar oshib boradi. Massiv-kontrforsli to'g'onlarning hamma elementlari siqilishga ishlaydi, faqat ba'zi bir hollarda cho'zuvchi kuchlanishlar paydo bo'ladigan joylarga armatura qo'yishga to'g'ri keladi.

Kontrforslarning joylashuviga ko'ra to'g'onlar yakka kontrforsli (14.52-rasm, a-d) va qo'shaloq kontrforsli (14.52-rasm, e,f) bo'ladi. Qo'shaloq kontrforslarni qo'llanilishi choklar sonini kamaytiradi, bo'ylama yo'nalishdagi konstruksiyaning bikrligini oshiradi, ba'zi bir holatlarda bo'ylama egilishni yo'qotadi. Qurilish nuqtai nazaridan yassi kallak eng oddiy hisoblanadi, ammo bu kallakka gidrostatik bosim



14.51-rasm. **Massiv-kontrforsli to'g'on:**
a – ustidan suv o'tkazmaydigan; b – vodoslivli; 1 – drenaj uchun tirqish; 2 – misli listlar.



14.52-rasm. **Massiv - kontrforsli to'g'onlar kallakiari turlari (gorizontal kesimlar):**
a – egri chiziqli yakka; b – poligonal yakka; d – yassi yakka; e – yassi qo'shaloq; f – egri chiziqli qo'shaloq.

ta'sirida kuchlanishlar hosil bo'lishi mumkin, armatura ishlatmasdan ularni bartaraf etish uchun egri chiziqli va poligonal kallaklar qo'llaniladi. Ishlab chiqarish tajribasiga asosan yakka kontrforslar orasidagi masofa 15...18 m qabul qilinadi. Qo'shaloq kontrforslyi to'g'onlarda seksiya o'lchami 22...26 m oralig'ida qabul qilinadi. Kontrfors yon tomonlari ko'p hollarda yotiq loyihalanadi. Bosimli tomoni qiyaligi $m_1 = 0{,}40 \ldots 0{,}55$, pastki qiyaligi $m_1 = 0{,}45 \ldots 0{,}8$ qabul qilinadi.

Massiv-kontrforsli to'g'onlar bosimli yopmalari kallaklardan tashkil topgan, ular bosimli qirra yaqinida kontrforsning qalinlashgan qismini ifodalaydi. Bosimli yakka va qo'shaloq kontrforslar kallaklarining plandagi shakli yassi, poligonal va egri chiziqli ko'rinishda bo'ladi (14.52-rasm). Kallakdan kontrforsga o'tishda kuchlanishlar to'planmasligi uchun, kallak bilan kontrfors silliq egri chiziqlar bilan tutashtiriladi.

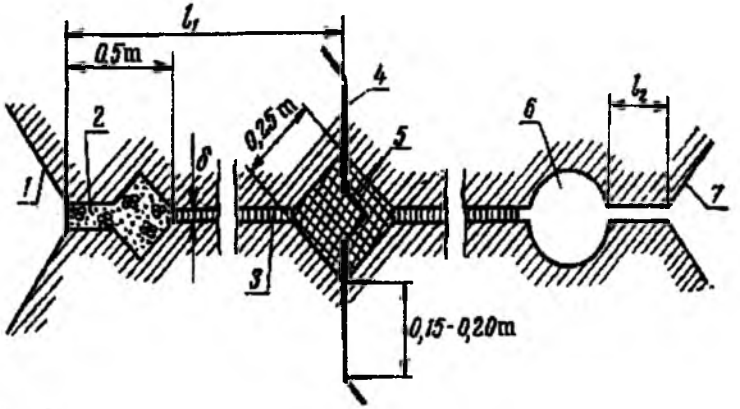
Siqilgan kallakli konstruksiyalar ham mavjud. Bu holda kontrforslar o'rtasiga kengligi 1,5...2,0 m li tirqish qoldirib, bir biridan mustaqil quriladi. Kontrforslar qurilishi tugagandan keyin yilning sovuq vaqtida bu tirqishga zichlagich o'rnatilib, ponasimon betonli shponka bilan yopiladi. Harorat ko'tarilganda ponasimon shponka kengayadi va yuqori kallaklar siqiladi, buning natijasida ularda cho'zuvchi kuchlanishlar hosil bo'lmaydi.

Kontrfors devorlari qalinligini to'g'on qurilishi tajribalariga asosan belgilanadi. Dastlabki uni yakka kontrforslarda $d_{min} = H_T / 15$ qabul qilish mumkin, ammo 2,5...3 m dan kichik bo'lmasligi kerak. Sovuq iqlim sharoitlarida va baland to'g'onlarda bu o'lcham $d_{min} = 4 \ldots 5$ m gacha oshadi. Qabul qilingan kontrfors o'lchamlari mustahkamlik va ustuvorlik hisoblari hamda laboratoriya tadqiqotlari bo'yicha aniqlashtiriladi. Sovuq iqlim sharoitlarida kontrforsli to'g'onlarning pastki qirrasi tomonidan beton qoplamasi bo'lmasa, materiali kam issiqlikni o'tkazadigan issiqlikni izolatsiya qiladigan devor o'rnatish tavsiya etiladi. Kerak bo'lgan hollarda, ichi yopiq tekisliklar sun'iy isitiladi.

Kontrforslarning tovoni sog'lom yoki qoyaga sun'iy tadbirlar o'tkazib joylashtiriladi. Yuqori kuchsiz qatlamlar, ayniqsa yirik qum, mayda shag'al olib tashlanadi. Kontrforslarni o'yib o'rnatish siljishga ustuvorlik shartlari bo'yicha ham foydali, chunki o'yilgan balandlik chegarasida kontrforslarning yon tomonlaridan qo'shimcha reaktiv

kuchlar paydo bo'ladi. Yoriq qoyali zaminlarda yuqori tish ostiga sementatsiya ishlari bajariladi: bunday sementatsiya qirg'oqlarda ham bajariladi. Sementli to'siq pardalarni tishdan ajralib ketmasligiga hamda bosimli qirra betonida yoriqlar hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik uchun, bu joylardagi bosh maksimal kuchlanishlar musbat (siquvchi) bo'lishi kerak. Massiv kontrforsli to'g'onlarni qirg'oqlar bilan tutashtirish gravitatsion yon devorlar bilan amalga oshiriladi. Ustidan suv o'tkazmaydigan to'g'onlarda bu yon devorlarda suv tashlagichlarni joylashtirishda foydalaniladi.

Kontrforslar bir-biridan deformatsiya choklari bilan ajratiladi va ular mustaqil ishlaydi, shuning uchun kontrfors to'g'on zaminini biroz notekis cho'kishiga yo'l qo'yiladi. Choklar maxsus konstruksiyaga ega bo'lib, o'z tanalari orqali suv o'tkazmaydigan xususiyatga ega bo'lishi kerak. Kontrforslar orasidagi doimiy deformatsiya chokini zichlash 14.53-rasmda keltirilgan. Yuqori qirradan zichlagich suv o'tkazmaydigan yadrosigacha bo'lgan masofa l_1 ni, betonning faol zonasi qalinligiga muvofiq, ya'ni uning chegarasida betonda yil davomida harorat sezilarli darajada o'zgaradigan zonasi bo'yicha belgilanadi. Qoyali zaminda to'g'onni notekis cho'kishi bo'lmasa, chok kengligi δ ni taxminan 1 sm qabul qilinadi.



14.53-rasm. **Deformatsiya chokini zichlash sxemasi:**
1 – to'g'onning yuqori qirrasi; 2 – betonli tiqin; 3 – bitumli mastika bilan to'ldirilgan chok; 4 – metall list; 5 – asfaltli mastika; 6 – drenaj; 7 – kallakning yuqori qirrasi.

To'g'onning yuqori kallagini loyihalashda chok uzunligini shunday belgilanadiki, bu uzunlik chegarasida zichlagich, ba'zida drenaj, hamda l_1 va l_2 uzunliklarda joylashishi kerak. Drenaj bo'lganda l_2 pastki tomondan betonni yo'l qo'yilishi mumkin bo'lgan muzlash chuqurligidan katta masofada bo'lishi kerak. Unda suv omboridagi suv harorati va havoning tashqi harorati o'rtasida o'rtacha harorat o'rnatiladi.

Umuman olganda massiv-kontrforsli to'g'onlarni loyihalashda to'g'on og'irligi kam bo'lishiga harakat qilinadi, buning uchun to'g'on pastki qismi kengligi, to'g'on qirralarining nishabligi, kontrforslar orasidagi masofa tanlanadi. Kontrforslar hosil qilgan to'g'on yuqori qirrasini inyeksiyali to'siq parda yordamida qoyali zamin bilan tutashtiriladi. To'g'onni hisoblashda qarshi bosim hisobga olinmaydi yoki ba'zida kallak chegarasida hisobga olinadi. Massiv-kontrforsli to'g'onlarni har qanday iqlimiy zonalarda, murakkab geologik sharoitlarda qurish mumkin.

14.6.5. Kontrforsli to'g'onlar elementlarini mustahkamlik va ustuvorlik hisoblari asoslari

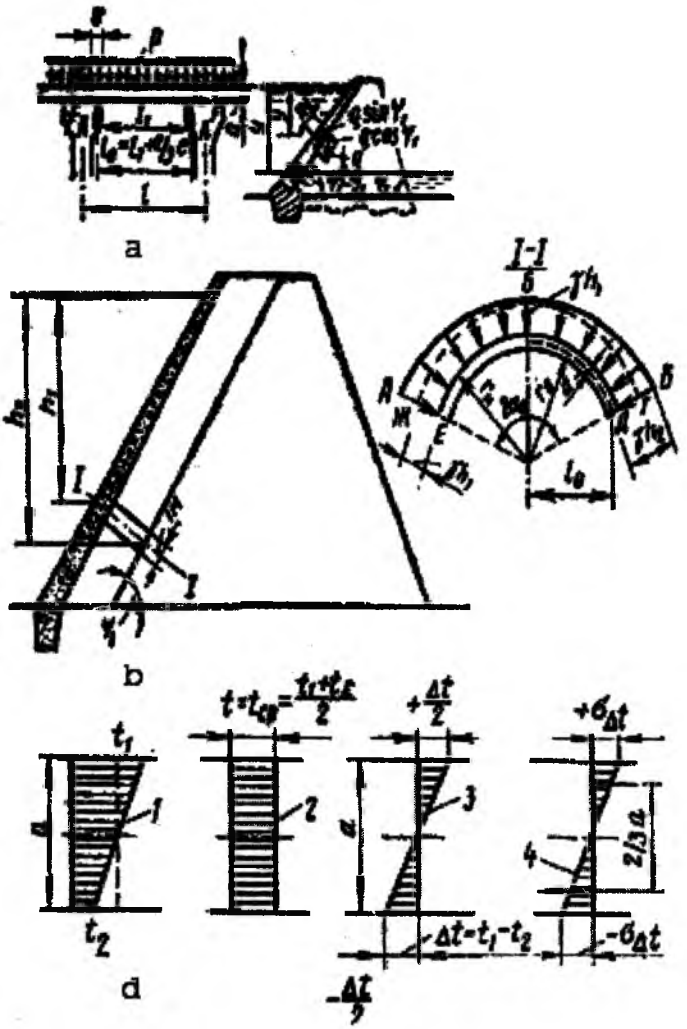
Kontrforsli to'g'onlar elementlarini mustahkamligi umumiy ko'rsatmalar bo'yicha hisoblanadi.

Hisoblanadigan elementlarni o'lchamlari odatda o'xshash uslublar, eng katta yuklamalar yoki ta'sirlar hisobga olinganda, olingan taxminiy bog'lanishlar yoki grafiklardan foydalanib oldindan belgilanadi.

Balandligi 60 m gacha bo'lgan to'g'onning mustahkamligi materiallar qarshiligi va qurilish mexanikasidagi uslublar bo'yicha hisoblanadi, baland to'g'onlarda esa elastiklik nazariyasi uslublaridan foydalanib ikki bosqichda, masalan, chegarviy elementlar uslubi va tajriba tadqiqotlarini olib borish bilan bajariladi.

Odatda kontrforsli to'g'onlar mustahkamlik hisoblari konstruksiyasining fazoviy ishlashini hisobga olmasdan alohida elementlar uchun olib boriladi.

Bosimli yopmalarni taxminiy hisoblari. Qirqilgan bosimli yassi yopmalar. Odatda hisobda yopmaning 1 m kenglikdagi zonasi ko'riladi. Yopmaga quyidagi asosiy kuchlar ta'sir etadi (14.54-rasm, a):



14.54-rasm. **Bosimli yopmalarni elementlar hisoblash sxemalari:** a – yassi qirqilgan plitalar; b – qiya mustaqil arkalardagi suv bosimi (EJBGD-suv bosimini tekis epyurasi); d – yupqa arkalarning qalinligi bo'yicha harorat chiziqli o'zgardi deb faraz qilinganda; 1 – harorat o'zgarishining hisobiy chiziqli epyurasi; 2 – harorat o'zgarishining tekis epyurasi; 3 – harorat o'zgarishining notekis epyurasi; 4 – harorat o'zgarishining notekis kuchlanish epyurasi; Δt ^0C bo'lganda $\sigma_{\Delta t} \approx \Delta t$.

1) intensivligi $p = \gamma y$ (bunda γ – suvning solishtirma og'irligi) yoki $p = \gamma(y - y_1)$ bo'lgan suv bosimi, agar yopmaning qaralayotgan qismi pastki bef tomonda suv ostida bo'lsa;

2) intensivligi $q\cos\psi_1 = a\gamma_1\cos\psi_1$ (bunda a yopma qalinligi va γ_1 – temir-betonning hajm massasi) bo'lgan yopma o'z og'irligining tashkil etuvchisi;

3) ishqalanish kuchi $F = Af_T$, bunda A – yopmaning tayanch reaksiyasi, f_T – tayanch bo'yicha yopmaning ishqalanish koeffitsiyenti, agar tayanch yuzasi bitum bilan qoplangan bo'lsa, o'rtacha 0,5 qabul qilinadi. Ishqalanish kuchlari harorat o'zgarishi natijasida hosil bo'ladi.

Muvofiq sharoitlarda yopmaga ta'sir etuvchi qo'shimcha yuklamalar ham hisobga olinadi: to'g'on oldida to'planib qolgan cho'kindilar bosimi; muz bosimii; seysmik kuchlar. Oralig'i $l_0 = l_1 + 2e/3$ bo'lgan ikkita tayanchdagi to'singa yuqorida keltirilgan kuchlar ta'siridan (14.54-rasm, a), ya'ni uchburchak bo'yicha reaktiv bosimlar taqsimlanganda, eguvchi momentlar, ko'ndalang va bo'ylama (F) kuchlar va so'ngra zarur bo'lgan yopma qalinligi a va mustahkamlik va yoriqlar hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik yoki ularni ochilib ketishini chegaralash shartidan kelib chiqib armatura soni aniqlanadi.

Ko'p arkali to'g'onlarning arkalari. Odatda ko'p arkali to'g'onlarning yopmalari gumbazni yasovchisiga perpendikular qirqilgan, mustaqil arkalar sifatida hisoblanadi (14.54-rasm, b).

Ko'p arkali to'g'onlarning arkalari odatda yupqa (kichik egrilanish radiusi $r_0 / a \geq 3...5$, bunda r_0 –arka radiusi, a – arka qalinligi) bo'ladi va mavjud bo'lgan grafiklardan foydalanib, qurilish mexanikasidagi odatdagi taxminiy uslublari bo'yicha hisoblanadi.

Bikr bekitilgan va sharnir bilan tayanadigan tovonli doiraviy yupqa arkalar hisoblari to'liq ishlab chiqilgan: yumshoq sharnirli (elastik prokladkali) arkalar hisoblari paydo bo'ldi. Elastik prokladkalarda bikr bekitilgan arkalarga nisbatan arkadagi momentlar va kuchlanishlar sezilarli baravarlashtiriladi.

Choklar bilan ajratilgan va kontrforslarga bevosita tayanadigan arkalar ba'zida taxminan ikki sharnirli sifatida hisoblanadi.

Arkaga ta'sir etuvchi asosiy omillarni hisobga olish zarur, ular quyidagilardir: suvning tekis va notekis (qiya arkalarda) bosimi (14.54-rasm, b); arka qalinligi bo'yicha haroratni taxminan chiziqli

o'zgarishi tekis va notekis bo'lganda betonning notekis kichrayishi (14.54-rasm, d).

Bundan tashqari, odatda hisoblarda gumbaz yasovchisiga normal bo'lgan arkaning xususiy og'irligi tashkil etuvchisini ham hisobga olinadi. Muvofiq holatlarda qo'shimcha yuklamalar ham hisobga olinadi: cho'kindilarning, muzning bosimi, seysmik kuchlar. Ular bosimli qirraning (ya'ni suv tomonidan) tovonida cho'zuvchi kuchlanishlarni hosil qiladi. Bu yerda suvning tekis bosimidan siquvchi kuchlanishlar uncha katta emas, ba'zida cho'zuvchi bo'lib belgisini o'zgartirishi mumkin. Shuning uchun bosimli qirra tovonidagi kuchlanishlar yig'indisi cho'zuvchi bo'lishi mumkin va muvofiq armaturalashni talab qilinadi.

Notekis suv bosimi ta'sirini kamaytirish uchun ba'zida yuqori qirrasi yuqori qismi tikligi oshiriladi.

Hisoblar shuni ko'rsatdiki, bikr bekitilgan doimiy qalinlikdagi doiraviy arkalarda suvning tekis bosimidan va haroratning tekis o'zgarishdan hosil bo'ladigan kuchlanishlarni qulay taqsimlash uchun arkaning markaziy burchagi $2\alpha_0$ ni katta deb qabul qilish kerak. Shuning uchun ularni 180° ga teng yoki shu qiymatga yaqin qabul qilinadi.

Yuqorida keltirilgan bikr bekitilgan arkalar tovonlari qulfga nisbatan ko'proq kuchlangan. Kuchlanganlik holatini yaxshilash uchun arkalar tovonlarga qarab qalinlashtiriladi.

Kuchlanishlarni tekisroq tarqalishi kontrforslarga tayangan ikki yoki uch sharnirli bikr bo'lmagan arkalarda bo'ladi.

Juda yupqa arkalar (juda kam qo'llaniladi) ustuvorlikka tekshiriladi.

Kontrforslarning konsolli kallaklari. Plita ostidagi kontrforslar tayanchlari hamda massiv-kontrforsli to'g'onlarni kallaklarini konsolli chiqib turishini materiallar qarshiligi uslublari bo'yicha konsol sifatida hisoblanadi.

Kontrforslarning qalinlashtirilgan konsollaridagi kuchlanishlarni aniqroq aniqlash uchun optik uslubda modelda tadqiqotlar olib boriladi. Burchaklar oldidagi mahalliy kuchlanishlarni bu burchaklarni silliqlab ancha kamaytirish mumkin.

Kontrforslarni taxminiy hisoblari (elementar uslublar). *Ta'sir etuvchi yuklamalar.* Kontrforslarga quyidagi asosiy yuklamalar ta'sir etadi: suv bosimi (yuqori befdan, ba'zida pastki befdan ham); bosimli yopmaning og'irligi, agar u kontrfors bilan birlashtirilganda,

yoki vertikal qirralarga normal ta'sir etuvchi bu og'irlikning tashkil etuvchisi; kontrforsning xususiy og'irligi hamda ko'prik va bikr elementlarning nisbatan uncha katta bo'lmagan yuklamalari va poydevor plitasi bo'lmaganda yuqori tish chegarasida hisobga olinadigan zamindagi filtratsiya bosimi. Muvofiq hollarda kontrforslarga kuchlar ta'sir qilishi mumkin: yuqori befda cho'kkan cho'kindilar bosimi, muz bosimi, seysmik kuchlar va boshqalar.

Zamin ta'siri hisobga olinmaganda kuchlanishlarni aniqlash hisobiy shartlari va sxemalari. Kontrfors mustahkamlik hisobi asosan gravitatsion to'g'onlarniki kabi bajariladi, shu bilan birga zamin tekisligida cho'zuvchi kuchlanishlarga yo'l qo'yilmaydi ($\sigma_y \le 0$ shart qo'yiladi) va ko'pincha bu tekisliklardagi kuchlanish σ_y ni yetarlicha tekis tarqalishiga harakat qilinadi.

Agar bosimli yopma kontrforslardan chok bilan ajratilsa (qirqilgan yassi plitali va kontrfors bilan bikr birlashtirilmagan ko'p arkali to'g'onlar, egiluvchan yopmali to'g'onlar), u holda kontrforslar hisobi bosimli yopma hisobiy kesimini kiritmasdan olib boriladi, bunda bosimli yopma og'irlik kuchi (bosimli qirraga normal) tashkil etuvchisi hisobga olinadi.

Kontrfoslarni elementar uslublar bilan hisoblashda kontrfors gorizontal kesimlarida normal kuchlanishlar δ_y ni chiziqli taqsimlash qonuni qabul qilinadi.

Elementar uslublarni har xil usullarda kuchlanishlar τ va σ_x ni va kontrfors ichidagi bosh kuchlanishlarni ham taxminiy aniqlashning farqi shundan iborat: hamma turdagi elementar uslublar bilan hisoblanganda bevosita qirralarda kuchlanish bir xil bo'ladi.

Yondagi kuchlanishlar σ_y^e va σ_y^n odatdagi notekis siqilish formulasidan aniqlanadi:

$$\sigma_y^e \; va \; \sigma_y^n = N/F \pm (M/I_z)x \qquad (14.38)$$

bunda ikkinchi had oldidagi plyus belgisi σ_y^e ni hisoblashda qabul qilinadi.

Bunda: I_z – qaralayotgan kesimining og'irlik markazidan o'tuvchi $z-z$ o'qiga nisbatan kesimning yuzasi; N – vertikal hamma kuchlar yig'indisi; M –og'irlik markaziga nisbatan hamma kuchlarning momentlar yig'indisi (14.53-rasm) da shtrixlangan.

Bosimli qirradagi kuchlanish σ_y^e (14.34) formulasi bo'yicha aniqlanadi (14.55-rasm, a). $x = x_1$, pastki qirra yaqinidagi kuchlanish-

σ_y'' – muvofiq $x = x_2$. Bunda normal cho'zuvchi kuchlar va kuchlanishlar plyus belgisi bilan qabul qilingan, siquvchi – minus belgisi bilan, eguvchi momentlarni soat strelkasi bo'yicha plyus belgisi bilan qabul qilingan.

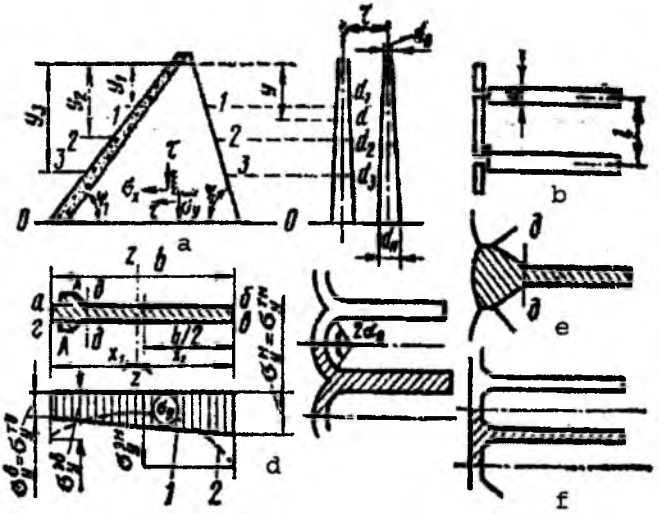
Agar hisoblarda kontrfors konsoli qalinlashishi A ni hisobga olinmasa (14.55-rasm, a) ya'ni gorizontal to'g'ri burchakli kesimlar (1-1, 2-2,...,0-0) a,b,d,e ni hisobiy deb qabul qilinsa, unda hisob soddalashadi, chunki $F = bd$, $x_1 = x_2 = b/2$ va $I_z = db^3/2$, u holda ya'ni (14.38) formula quyidagi ko'rinishini oladi:

$$\sigma_y^e \; va \; \sigma_y'' = N/(bd) \pm 6M/(db^2) \qquad (14.39)$$

Qirralardagi qolgan kuchlanishlarni formulalar bo'yicha aniqlanadi, bunda σ_3^e ni taxminan quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma_3^e = -\gamma y(l/d) \qquad (14.40)$$

va pastki befda suv yo'q deb qabul qilinadi. Bosimli qoplama yupqa bo'lganda, bu formulani qo'llab olingan kuchlanish 14.55-rasm, b dagi sxemaga mos keladi.



14.55-rasm. **Kontrforslarni mustahkamlikka hisoblash sxemalari:** 1,2 – mos ravishda zamin ta'siri hisobga olinmaganda va u hisobga olinganda kuchlanish σ_y epyurasi.

Qirralardagi bosh normal kuchlanishlar katta ahamiyatga ega–pastki qirra bo'ylab yo'nalgan eng katta siquvchi σ_3'' kuchlanishlar va σ_1^e – bosimli qirra bo'ylab. Avval ularni pastki kesim $0-0$ uchun aniqlanadi, bu kesimda ular odatda ekstremal qiymatga ega bo'ladi. Bunda kuchlanish σ_1^e cho'zuvchi bo'ladi, chunki formuladagi ikkinchi had σ_1^e uchun modul bo'yicha birinchi haddan boshqa belgi bilan katta bo'lishi mumkin, bunda σ_3^e (14.40) formulasi bilan aniqlanishi hisobga olinadi, ya'ni σ_3^e formulasi bilan aniqlanishi hisobga olinadi.

Agar bosimli yopma kontrfors bilan bikr birlashtirilgan bo'lsa (14.39) formula bo'yicha kuchlanish σ_y ni aniqlashda hisobda T-shakldagi qirqim kiritiladi-bosimli yopmali (14.54-rasm, d-f shtrixlangan). Ba'zida, taxminiy hisoblarda bosimli yopmalar kontrforslardan shartli ajratilgan deb hisoblanadi va hisobda qalinligi d va uzunligi l bo'lgan to'g'ri burchakli kesim kiritiladi. Qirralardagi boshqa kuchlanishlar 14.3 bobda keltirilgan formulalar bo'yicha aniqlanadi.

Massiv kontrforsli to'g'onlar uchun yuqori qirrada kuchlanishlarni bunday aniqlash aniq qiymatlar bermaydi va hisoblangan kuchlanishlar kallakdan keyin $d-d$ kesimiga tegishli bo'ladi (14.55-rasm,e). Bevosita yuqori qirrada $\sigma_3^e = -\gamma y$ va uning uchun σ_1^e (hamda τ^e va σ_x^e) ni so'ngra, agar kuchlanishni kontrfors ichida qidirishga to'g'ri kelsa $\sigma_3^e = -\gamma_y$ qabul qilinadi. Kuchlanishni $d-d$ kesimda aniqroq aniqlash uchun Mor uslubidan foydalanish mumkin, u yordamida kontrfors ichidagi kesimlarda kuchlanishni taqsimlanish epyurasini topish mumkin, shundan keyin bosh normal kuchlanishlar σ_3 va σ_1 larni izostatlari hamda bu kuchlanishlarni traektoriyalari oson quriladi. Izostatlar betonni mustahkamlik bo'yicha sinfini, ba'zida harorat–kichrayish choklari ko'rinishini tayinlashda qo'llaniladi.

Kontrforslarni ustuvorlikka hisoblash (bo'ylama egilish). Kontrfosrlarni ustuvorligini har xil holatlardagi (bikr elementlari bo'lmagan o'zgaruvchan qalinlik uchun, to'sinlar va bikr qirralar bo'lganda, ba'zi bir turdagi ichi bo'sh kontrforslar uchun, konstruksiya fazoviy ishlanganda va hakozolar) hisoblari maxsus adabiyotlarda kiritilgan.

Qalin kontrforslarni qalqib chiqishga ustuvorligi, odatda katta zaxira bilan ta'minlanadi.

Kontrforsli to'g'onlarni siljishga hisobi. U 4.2-bobdagi ko'rsatmalarga muvofiq bajariladi, bunda kontrfors yoki oralig'i *l* ga teng bo'lgan seksiya hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Qoyali zaminlardagi ustidan suv o'tkazmaydigan betonli Gravitatsion to'g'onlarning qanday turlari mavjud?
2. Massiv gravitatsion to'g'onlar haqida ma'lumot bering?
3. Massiv gravitatsion to'g'on uchburchakli profilining hisobiy sxemasini tushuntiring?
4. To'g'on tanasidagi filtratsiyaga qurilmalarning vazifalari nimadan iborat?
5. To'g'on zaminida qanday turdagi drenajlar qo'llaniladi?
6. Gravitatsion to'g'on choklari qanday hosil bo'ladi va ularning qaysi turlarini bilasiz?
7. To'g'on yonida barpo etilgan gidroelektrostansiya gravitatsion to'g'on konstruksiyalariga qanday ta'sir o'tkazadi?
8. Gravitatsion to'g'on tanasida suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirishning qanday o'ziga xos xususiyatlari bor?
9. Yengillashtirilgan betonli gravitatsion to'g'onlar massiv betonli gravitatsion to'g'onlarga nisbatan qanday afzalliklarga ega?
10. To'g'onlarda betonli oldindan zo'riqtirish nima uchsun kerak?
11. Gravitatsion to'g'onlarni qanday takomillashtirish usullari bor?
12. Qoyali zaminlardagi gravitatsion to'g'onlarni mustahkamlik va ustuvorlik hisoblari asosiy shartlari nimalardan tashkil topgan?
13. Betonli suv tashlovchi to'g'onlar qaysi holatlarda qo'llaniladi va ularning qanday konstruksiyalari mavjud?
14. Arkali to'g'onlar haqida ma'lumot bering?
15. Kontrforsli to'g'onlar deganda nimani tushunasiz va ularning qanday turlarini bilasiz?

XV BO'LIM. MAXSUS GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI

15.1. Suv yo'llari, kema qatnaydigan kanallar va inshootlar

15.1.1. Suv yo'llari

Suv yo'llari deganda yuklarni va yo'lovchilarni tashish uchun suvliklar okeanlar, dengizlar, ko'llar, suv omborlarining gidrouzellari hosil qiladigan dimlangan beflar va oqar suv havzalari (daryolar, ularning irmoqlari, kanallar) tushiniladi. Suv yo'llari *tashqi* va *ichki* turlarga bo'linadi.

Tashqi suv yo'llariga okeanlar va dengizlar kiradi. Okeanlar va dengizlar katta chuqurlikka ega bo'lgani sababli kemachilikda asosan tabiiy sharoitlarda foydalaniladi.

Ichki suv yo'llari ikki turga bo'lib o'rganiladi: tabiiy va sun'iy.

Tabiiy suv yo'llariga tabiiy holatdagi daryolar va ko'llar kiradi. Tabiiy holatdagi daryodagi suzish shartlari ko'pincha rivojlanadigan kemachilik talablariga javob bermaydi. Bu birinchi navbatda yoz chillasidagi chuqurliklarga taalluqlidir. Bunday holatlarda chuqurlikni oshirish uchun tubni chuqurlashtirish va rostlash ishlari olib boriladi.

Sun'iy suv yo'llari o'z navbatida kema qatnaydigan kanallarga, shlyuzlangan daryolarga va suv omborlariga bo'linadi.

Foydalanish xarakteri bo'yicha suv suv yo'llari kema o'tkazuvchi—yog'och oqizuvchi va kema o'tkazuvchi — sug'oruvchi turlarga bo'linadi.

Kema o'tkazuvchi kanallar vazifasi bo'yicha uchta asosiy turga bo'linadi: birlashtiruvchi, aylanib o'tuvchi va keluvchi kanallar.

Birlashtiruvchi kanallar kema o'tkazuvchi daryolar yoki ko'llarning alohida uchastkalari o'rtasida tranzit suv yo'lini hosil qilish uchun barpo etiladi, masalan, Belomor - Boltiq kanali Oq dengizni Onega dengizi bilan birlashtiradi; Moskva nomidagi kanal—Volga daryosini Moskva daryosi bilan; Volga-Don kanali—Volga daryosini Don daryosi bilan.

Aylanib o'tuvchi kanallar asosiy suv yo'lida uchraydigan to'siqlarni aylanib o'tish uchun o'rnatiladi. Bunday to'siqlar qurigan daryo uchastkalarida, to'g'onlarda va ko'llarda uchrashi mumkin.

Keluvchi kanllarning odatda boshi berk bo'ladi va dengiz portlarini kema qatnaydigan daryolar bilan kema qatnaydigan kanallarni birlashtirish uchun quriladi.

Suzish shartlari bo'yicha kema qatnaydigan kanallar ochiq (erkin) va shlyuzlangan bo'ladi.

Ochiq kanallar odatda suv sathlari farqi kichik bo'lganda suv yo'llarini birlashtirishda shlyuzlanmasdan quriladi. Aylanib o'tuvchi kanallarning deyarli hammasi ochiq turda bo'ladi.

Shlyuzlangan kanallar suv yo'llari bilan birlashtirilgan beflardagi suv sathlari farqi katta bo'lganda hamda suv ayirgichli uchastkalarda yer ishlari hajmini kamaytirish uchun quriladi. Shuning uchun birlashtiruvchi kema qatnaydigan kanallar odatda shlyuzlangan bo'ladi.

15.1.2. Kema qatnaydigan daryolarni va kanallarni shlyuzlash

Tabiiy holatda ko'pgina daryolar kema qatnovi talablarini qanoatlantira olmaydi va ularni yaxshilash uchun maxsus muhandis – texnika tadbirlarni o'tkazish talab qiladi. Bu tadbirlar natijasida asosan chuqurliklar oshiriladi (daryo tubini chuqurlashtirish ishlari, o'zanni va oqimni rostlash va daryolarni shlyuzlash).

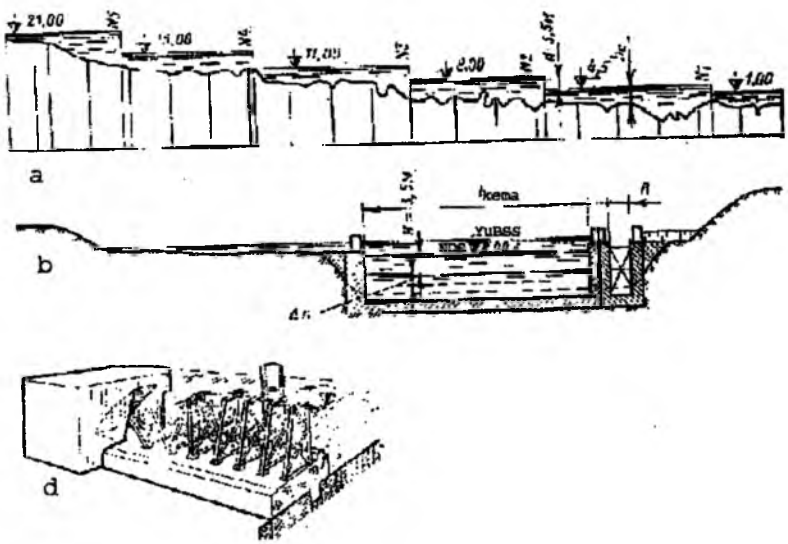
Daryolarni shlyuzlash deganda suv chuqurligini keskin o'zgarishi usuli tushuniladi. U kemalar qatnovi (navigatsiya) davrida daryoning tabiiy holatidagi chuqurligini gidrouzel kaskadlarini barpo etib o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Gidrouzellardagi suv sathlari keskin o'zgarishida qatnovni ta'minlash uchun gidrouzellarda kemalarni o'tkazib yuboruvchi inshootlar – kema o'tkazuvchi shlyuzlar va kema ko'targichlar quriladi.

Daryolarni shlyuzlash umumiy sxemasi birinchi navbatda undan mo'ljallanayotgan foydalanish xarakteriga bog'liq bo'ladi. Ushbu prinsip bo'yicha daryolarni shlyuzlashni tarnsport – faqat kemalarni o'tkazish sharoitlarini yaxshilash uchun xizmat qiluvchi va gidrouzel kaskadi xalq xo'jaligining bir qator sohalariga xizmat qilish uchun loyihalangan kompleks kabi turlarga bo'linadi.

Daryo uchastkasini shlyuzlash faqat transport maqsadlari uchun loyihalangan holatlarda, gidrouzellar oralig'ida daryo tushishini bo'linishi (15.1-rasm, a) hamda ularning joyini va dimlovchi suv sathlarini tanlashning asosiy birlamchi sharti bo'lib, qatnov davomida minimum xarajatlar qilib kema qatnaydigan chuqurlikni ta'minlash hisoblanadi, chunki transport floti bo'yicha kapital quyilmalar va ekspluatatsiya xarajatlari shlyuzlash sxemalari o'zgarganda asosan avvalgicha qoladi.

Gidrouzel bo'yicha kapital quyilmalar va ekspluatatsiya xarajatlarining minimal qiymati gidrouzellarning dimlangan suv sathlari daryolarning tekis uchastkalaridan, tabiiy o'zanidan chiqmasligi va qayirlarni suv bosmasligi kerak. Bunday holatlarda gidrouzelarga tushadigan bosim katta bo'lmaydi — odatda 2...6 m, gidrouzellar orasidagi masofa bir necha o'n kilometrdan oshmaydi.

Past bosimli o'zanli gidrouzellarda, ular barpo etilgandan so'ng daryoning qayir yerlarini qo'shimcha suv bosimidan ko'riladigan



15.1-rasm. **Daryoni transport maqsadida shlyuzlash:**
a – gidrouzel stvorlari va sath belgilari ko'rsatilgan bo'ylama profil;
b – bosimli front bo'yicha qirqim va gidrouzel №2 stvoridagi xarakterli suv sathlari; d–kema qatnaydigan yig'ma to'g'on.

zararni oldini olish maqsadida, ko'pincha yuqori befdan tabiy sarflarga teng miqdorda suv miqdori o'tkazilib yuboriladi. Bir qator hollarda bu sathdan (NDS) ancha yuqori bo'ladi (15,1-rasm,b). Shuning uchun inshoot qurilgandan so'ng ham jonli kesim yuzasining kattagina qismi ochiq qolishi kerak.

Katta va uzoq muddatli toshqinlarda qator hollarda to'g'on orqali kemalarni shlyuzlamasdan o'tkazish mumkin. Buning uchun kema qatnaydigan yig'ma to'g'onlar quriladi (15,1-rasm,d). Yig'ma to'g'onlar tirqishlarini kengligi oqim bo'yicha va oqimga qarshi kemalar va sollarni ular orqali o'tish shartlari bo'yicha aniqlanadi, suv yo'lining toifasi va sinfiga ko'ra 20...140 m oralig'ida belgilanadi. Ko'p hollarda daryolar tushishidan va ularning resurslaridan suv xo'jaligining bir nechta tarmoqlari – transport, melioratsiya, ichimlik suv ta'minoti, suv toshqinlari bilan kurash va boshqa ehtiyojlar uchun kompleks foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Suv resurslaridan kompleks foydalanish g'oyasining rivojlanishi va katta gidroenergetika qurilishi uchun daryolarni shlyuzlashda bosimi 15...20 m va undan ko'proq bo'lgan baland to'g'onlar quriladi. Bunday shlyuzlash daryoni gidrologik rejimini va kema qatnash sharoitlarini tubdan o'zgartiradi. To'g'onlar orasidagi masofa yuzlab kilometrlarda o'lchanadi va kemalar umumiy navigatsiya davrida kema o'tkazadigan shlyuzlar orqali o'tkaziladi.

Shunday qilib alohida beflarga bo'ladigan bir qator to'g'onlar qurib chuqurlikni oshirishga erishiladi, ular bir-biri bilan kema o'tkazadigan shlyuzlar bilan birlashtiriladi. Bu 15.2-rasm,a da keltirilgan.

Shlyuzlanadigan daryoning umumiy uzunligi bo'yicha zarur bo'lgan chuqurlikka ega bo'lishi uchun yuqorida turgan stvor shunday joylashgan bo'lishi kerakki, bunda pastda turgan to'g'on hosil qilgan dimlanish natajasida paydo bo'lgan egirlik oxirida talab qilinadigan chuqurlikka ega bo'lishi kerak.

Agar taxminiy hisoblar uchun befdagi suv sathi gorizantal hisoblansa, unda daryoning dastlabki sathidan to'g'on hosil qilingan dimlanish qiymatini quyidagi ifodadan aniqlash mumkin (15.2-rasm, b).

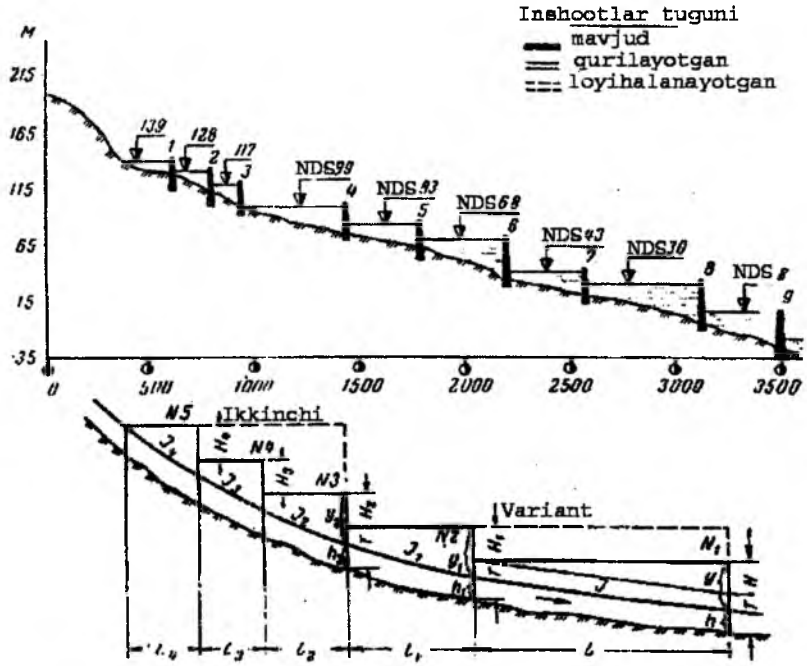
$$y = H + T - h = lJ + T - h, \qquad (15.1)$$

bunda: l – to'g'onlar orasidagi masofa, m; J – daryoning o'rtacha nishabligi; T – kema qatnaydigan tranzit churuqlik, m; h – daryo

shlyuzlangunicha va yoz chillasi davridagi eng katta o'rtacha chuqurliklar qiymati, m.

Shlyuzlanadigan daryoda talab qilinadgan kema qatnaydigan chuqurlikni dimlanish qiymatlarini va inshootlar sonini har xil joylashtirib olish mumkin. Masalan, inshootlar oldidagi bosimni o'zgartirib, ya'ni bittasini ko'paytirib va boshqasini kamaytirib, inshootlarni boshqacha joylashtirib kerak bo'lgan chuqurlikni olish mumkin, ularning ba'zi birlarini bosimini oshirib esa, inshootlar sonini kamaytirishga erishish mumkin (15.2-rasm, b, ikkinchi variant).

Shlyuzlashning eng so'nggi varianti ushbu daryodan kompleks foydalanishni hisobga olib, bir nechta variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslash asosida tanlanadi.

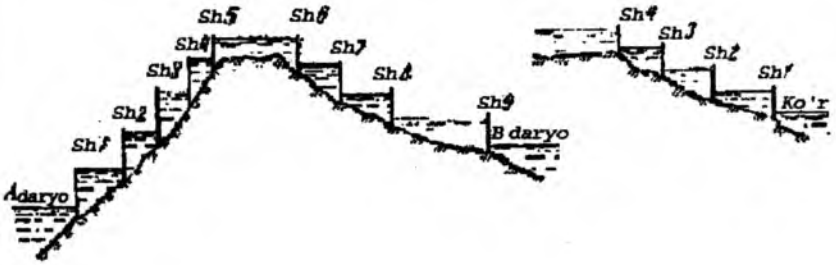


15.2-rasm. **Shlyuzlangan daryo sxemasi:**
a – Volga kaskadi bo'ylama profili; b – daryo, GES ni shlyuzlash variantlari; 1 – Ivankov; 2 – Ugilich; 3 – Ribinsk; 4 – Nijniy Novgorod; 5 – Chebaksar; 6 – Volga; 7 – Saratov; 8 – Volgograd; 9 – Nijne-Voljsk.

Kanallarni shlyuzlash yangi suv yo'llarini barpo qilish va eski suv sun'iy yo'llarini yaxshilash maqsadida qo'llaniladi. Shlyuzlangan kanallar shlyuzlanmaganga nisbatan bir qator afzalliklarga ega, masalan, beflardagi sathlarning va chuqurliklarning doimiyligi; kema qatnaydigan yo'l bo'yicha oqimlarni yo'qligi va tuproq ishlari hajmini nisbatan kamligi. Ammo shlyuzlangan kanallarning suv o'tkazish qobiliyati kam va ularni suv bilan to'yintirish uchun murakkab gidrotexnika inshootlarni barpo etishni talab qiladi.

Shlyuzlarni joylashtirish xarakteriga ko'ra shlyuzlangan kanallar ikki yonbag'irli va bir yonbag'irli bo'ladi (15.3-rasm, a,b).

Suv ayirgichlarni kesib o'tuvchi birlashtiruvchi kanallar ikki yonbag'irli bo'ladi. Bir yonbag'irli shlyuzlangan kanallar ko'p holatlarda keluvchi va aylanib o'tuvchi hisoblanadi va faqat bitta qiyalik bo'yicha shlyuzlarga ega bo'ladi.



15.3-rasm. **Shlyuzlangan kanallarning sxemalari:**
a – ikki yonbag'irli; b – bir yonbag'irli.

15.1.3. Suv yo'llarini loyihalashning asosiy prinsiplari

QMQ ga muvofiq ichki suv yo'llari o'zining transport ahamiyatiga ko'ra to'rtta toifaga bo'linadi.

Kema qatnaydigan yo'l deb suv yo'li tarkibiga kiruvchi daryolardagi, ko'llardagi va dengizlardagi hamda suv omborlardagi uzluksiz zonaga aytiladi, uning chegarasida bo'lgan tashqi o'lchamlar kenglik va chuqurlik ta'minlanadi. Kafolatlangan chuqurlik deb ma'lum ta'minlanish sharoitlarida suv yo'lida umumiy kema qatnovi davri

Ichki suv yo'llari	Asosiy inshootlar sinfi	Suv yo'llari toifasi	Kema qatnaydigan yo'lning chuqurligi, m	
			Kafolatlangan eng kichik	Flot tomonidan foydalanadigan o'rtacha kema qatnovi davrida
Magistraldan yuqori	II	I	>2	>3
Magistral va mahalliy ahamiyatdagi	III	II va III	0,6...2,6	1...3
Mahalliy ahamiyatdagi kichik daryolar	IV	IV	0,45...0,8	<1

davomida ushlab turiladigan chuqurlikka aytiladi. Suv yo'llarini loyihalashda kema qatnaydigan eng past va eng yuqori suv sathlari farqlanadi.

Beflarda va shlyuz kameralarda qatnovni ta'minlaydigan eng kichik suv sathi ko'p yillik ta'minlanganlik natijalariga ko'ra belgilanadi: o'zanning qayta shakllanishi, shamol haydalishidan hosil bo'ladigan tebranishlar va sutka davomida gidroelektrostansiya boshqarilganda hamda shlyuz kameralarini bo'shatish va to'ldirishda hosil bo'ladigan suvning nobarqaror harakati hisobiga suv sathini kutilishi mumkin bo'lgan pasayishini hisobga olib I toifali suv yo'llari uchun 99%, II toifali uchun 97%, III va IV toifali uchun esa 95%.

Gidrouzeldagi kema o'tkazuvchi yig'ma to'g'onli shlyuzlardan tashqari beflar va boshqa shlyuzlar kamerasidagi kema yuradigan eng yuqori suv sathi suv ko'tarilishining hisobiy ehtimoliga asoslangan suv sarfi bo'yicha belgilanadi: nobarqaror harakat, shamol haydalishidan hosil bo'lgan tebranishlar, foydasiz suv tashlashlar natijasida hosil bo'ladigan tebranishlar hamda shlyuz kameralarini to'ldirish va bo'shatish hisobiga suv sathini ko'tarilishini hisobga olib I toifali suv yo'llari uchun 1%, II toifali 3%, III va IV toifali 5%. Gidrouzellardagi kema o'tkazuvchi yig'ma to'g'onli shlyuzlar uchun eng yuqori suv sathi bo'lib shlyuz orqali kema o'tishi ko'zda tutilgan kema o'tkazish sathi hisoblanadi.

Kemalar qatnaydigan yo'l bo'yicha kemalar xavfsiz harakat qilishi uchun kema tubi va grunt yuzasi o'rtasida yetarlicha zarur bo'lgan suv qatlami bo'lishi kerak. Bu shart suv yo'li uchastkasida kema qatnaydigan chuqurlik $h_{c.min}$ va u bo'yicha kema suzadigan eng katta botish $S_{c.max}$ umumiy bog'lanishi bilan ifodalanadi:

$$h_{c.min} = S_{c.max} + \Delta S_c + \Delta S_Д + \Delta S_B, \qquad (15.2)$$

bunda: ΔS_c – kema tubi ostidagi minimal zaxira; $\Delta S_Д$ – harakatlanganda kema botishining oshishi; ΔS_B – to'lqin uchun zaxira chuqurligi.

Kema tubi ostidagi chuqurlikning eng kichik zaxirasi, grunt yuzasidagi tasodifiy notekisliklarga tegmasligi kerak. Qoyali gruntlarda bu zaxiraning qiymati ko'payadi hamda botishi 1,5 m va undan katta bo'lgan kemalar uchun, suzish qoidalariga asosan 0,1 dan 0,3 m ga teng.

Uzunligi $l > 75$ m bo'lgan eng katta botishining oshishini sayoz va o'yiq joylar bo'yicha harakatlanganda taxminan qabul qilish mumkin

$$\Delta S_Д \approx 0{,}035\vartheta_c. \qquad (15.3)$$

Ko'llarda, suv omborlarida, beflarda va boshqa akvatoriyalarda kemalar harakatlanganda yoki to'xtab turganda to'lqin uchun qo'shimcha zaxira chuqurligi talab qilinadi. Bu zaxiraning qiymati

$$\Delta S_B = 0{,}3h_B - \Delta S_c > O, \qquad (15.4)$$

bunda h_B – hisobiy to'lqin balandligi.

Suv yo'lining bu uchastkasi uchun kema qatnaydigan eng qulay chuqurligi h_c muvofiq texnik-iqtisodiy hisoblar asosida tanlanadi, bunda har bir uchastka chuqurliklari varianti uchun suv yo'li va flot bo'yicha keltirilgan xarajatlar aniqlanadi, ularni qo'shib, daryolarning shu uchastkasida yuk tashiladigan hajmda kema qatnaydigan eng qulay chuqurlik qabul qilinadi. Katta hajmlarni tashishda yo'l xarajatlari o'zgarmaydi, flot bo'yicha xarajatlar oshadi: shuning uchun yo'l bo'yicha boshqa eng katta chuqurlik eng qulay hisoblanadi.

Suv yo'llarida kema qatnovi kengligi minimal navigatsiya suv sathida to'liq yuk bilan botishini hisobga olgan holda kemalar, sollar, kichik kemalar tarkibi uchun xavfsiz va yetarli darajada qulay harakatlanishi va bir-biriga yo'l berib o'tadigan sharoitlarni ta'minlash lozim. Suv yo'llarining har xil uchastkalarida kema qatnaydigan yo'lning kengligi B_0 bilan belgilangan harakat tartibiga bir tomon-

lama yoki ikki tomonlama, shamolning va oqimning yon tomonga ta'siri va suv yo'lining egriligiga bog'liq bo'ladi. Daryoning to'g'ri chiziqli uchastkalarida ikki tomonlama kema harakati kengligi, ularga shamol to'lqinining yon tomondan sezilarli ta'siri bo'lmasa, kemalar eng katta yuklanishda botganda quyidagicha bo'lishi kerak (15.4-rasm, a,b):

$$B_0 \geq b_{cT1} + b_{cT2} + \Delta b_c + 2\Delta b_б , \qquad (15.5)$$

bunda: b_{cT1} va b_{cT2} – kemalar, kemalar tarkibi yoki kichik sollar tarqalgandagi eng katta kenglik; Δb_c va $\Delta b_б$ – mos ravishda kemalar (sollar) orasidagi hamda ular va gruntning qiyaligi orasidagi zaxiralar.

Kemalar harakati xavfsizligini ta'minlash shartlari bo'yicha $\Delta b \geq 0{,}2 b_{cT}$ va $B_0 \geq 0{,}2 b_{cT}$ bo'lishi kerak. Harakat bir tomonlama bo'lsa kemalar va qirg'oq orasidagi zaxira 1,2...1,3 marta oshiriladi. Qoyali qiyaliklarda Δb ni qiymati qo'shimcha yana (0,1...0,15) b_{cT} ga oshiriladi. Kengligi $B_{ПР}$ qirg'oqqa teng bo'lgan suv osti o'yiq joylarda Δb qiymatini (0,35...0,4) b_{cT} ga oshiriladi.

Daryo uchastkasining ikki tomonlama harakatli to'g'ri chiziqli yo'li kengligi, ularda oqim yo'nalishi kema qatnaydigan yo'l bilan bir - biriga to'g'ri kelmasa hamda keng beflarda suv oqimini qiyalama va yon tomondagi shamol ta'sirida kemani o'z yo'nalishidan og'ishini hisobga olib aniqlanadi. Bu holda

$$B_{O\,B} \geq 2\left(l_{cT} Sin\Theta_Д + l_{cT} \cos\Theta_Д + 0{,}3 b_{cT}\right), \qquad (15.6)$$

bunda: $\Theta_Д$ – kemani o'z yo'nalishidan og'ish burchagi

$$\Theta_Д = arctg \frac{0{,}025\vartheta_{B.max} + \vartheta_{T.max}}{\vartheta_{cT.min}},$$

bunda: $\vartheta_{B.max}$ va $\vartheta_{T.max}$ – shamol tezligi va oqimning eng katta hisobiy ko'ndalang tashkil etuvchilari, m/s; $\vartheta_{cT.min}$ – suvga nisbatan shatakka olingan o'zi yurmaydigan kemalar tezligi.

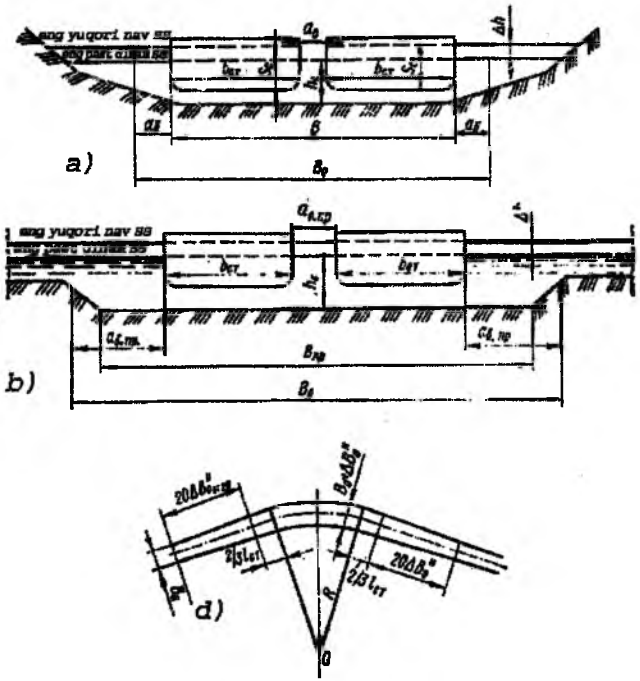
O'zi yurar kemalar hamda uzunligi l_{cT} bo'lgan itarib ketuvchi kemaga bikr bog'langan o'zi yurmaydigan kemalar tarkibi egrilik radiusi $R_{min} \geq 4 l_{cT}$ bo'lganda egri chiziqli kema qatnaydigan yo'lda erkin harakat qilishi mumkin. Uzunligi l_{cT} bo'lgan o'zi yurmaydigan kemalar tarkibini elastik bog'lab (uzunlik bo'yicha) shatakka olinganda egrilik radiusi $R = 5 l_c$ dan kichik bo'lmasligi kerak. Kema

qatnaydigan yo'llar va kanallarning qiyin uchastkalari yo'nalishini belgilashda bu radiuslar $3l_{cT}$ yoki $3l_c$ teng bo'lgan R_{min} qiymatigacha kamaytirish faqat texnik - iqtsodiy tomondan maqsadga muvofiqligini asoslangandagini ruxsat berilishi mumkin.

Kema yo'lining burilish joylarida kemalar va kemalar to'plami erkin harakat qilish uchun, ularning kengligini to'g'ri chiziqli kenglikka nisbatan oshirish kerak (154-rasm, a,b). Zarur bo'lgan bu kengaytirish

$$\Delta B_0^* = 2 \cdot 0{,}35 \frac{l_{cT}^2}{R} . \qquad (15.7)$$

Chunki bikr mahkamlangan itariladigan tarkibning uzunligi l_{cT} odatda eng katta o'zi yurmaydigan kema uzunligi l_c dan ancha katta, ko'p holatlarda u eng kichik yo'l qo'yarlik radiuslarni hamda har xil egrilik radiuslarida zarur bo'lgan kema harakat qiladigan yo'l ken-



15.4-rasm. **Kema qatnaydigan yo'llar kengligi:**
a – tor daryolarda; b – suv osti o'yiq joylarida; d – egrilikda.

gaytirilishini aniqlaydi. Burilish $R > 20l_{cT}$ bo'lganda kema qatnaydigan yo'llar kengaytirilmaydi.

Suv yo'llari o'zining uzunligi bo'yicha avtomobil, temir yo'llar va elektr energiyasini uzatish chiziqlari bilan kesishishi mumkin, bu esa o'tish joylarida ko'prik va boshqa inshootlarni qurishni talab qiladi. Suv yo'llarining suv usti eng katta tashqi o'lchamlari yoki ko'prik osti eng katta tashqi o'lchamlari deb atalgan, suv yuzasi bilan bu inshootlar konstruktiv elementlari orasidagi eng katta tashqi o'lcham kemalar va yog'ochlarni erkin oqib o'tishi uchun yetarli bo'lishi kerak. Bu o'lchamlar yo'l toifasiga bog'liq bo'ladi. Uning qiymatini va yog'och oqiziladigan daryolarda "Kema qatnaydigan va yog'och oqiziladigan daryolarda ko'prik osti o'lchamlarini loyihalash me'yorlari va ko'priklarni joylashishiga qo'yiladigan asosiy talablar" ga muvofiq aniqlanadi (NSP103-52) (15.2-jadval).

Balandlikning eng katta tashqi o'lchami h_u maksimal hisobiy suv sathidan o'lchanib, NSP 103-52 da keltirilgan usullar bilan aniqlanadi; ammo sun'iy suv yo'llarini loyihalashda u ko'pincha maksimal navigatsiya sathidan uncha katta bo'lmagan zaxira bilan hisoblanib, har xil suv yo'llari uchun 1% dan 5% gacha ko'tarilish ehtimolligi bo'yicha qabul qilinadi; kenglik B_Γ ning eng katta tashqi o'lchami yoz chillasidagi minimal hisobiy qiymatini navigatsiya sathi (15.5-rasm, a) bo'yicha aniqlanadi

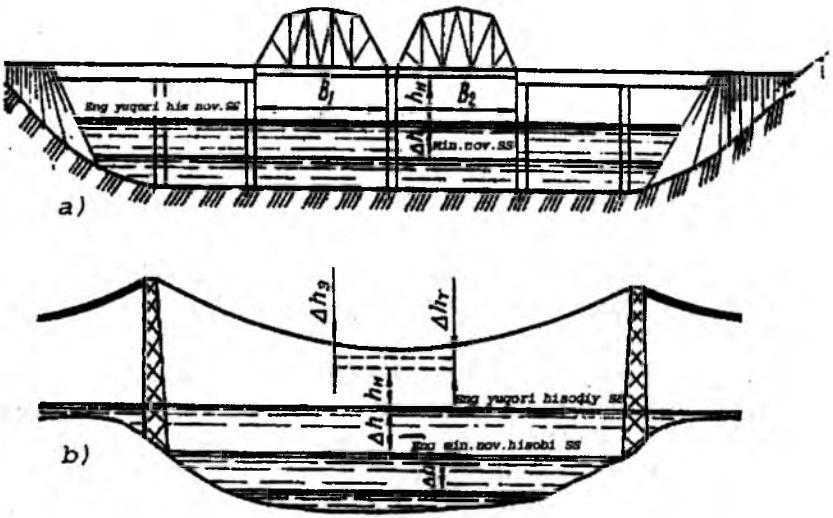
15.2-jadval

Ichki suv yo'llari	Balandlikning eng katta tashqi o'lchami, m	Oraliqning yo'nalishi uchun kenglikning eng katta tashqi o'lchami, m	
		Yog'och oqizish bo'lganda pastki	Yog'och oqizish bo'lganda oqimga qarshi yo'nlish va har qanday chegaralangan yog'och oqizishda
Magistral yuqori	≥ 13,5	≥ 140	≥ 120
Magistral va mahalliy ahamiyatdagi	7...12,5	60...140	40...100
Mahalliy ahamiyatdagi kichik daryolarda	3,5	20...40	10...20

Suv yo'llari havodagi elektr energiyasini uzatish chizig'i bilan kesishganda (15.5-rasm, b) suv yo'llari ustidagi eng katta tashqi o'lchamlarni aniqlashda harorat va boshqa ta'sirlar natijasida chiziqlarni osilib qolishi Δh_{np} ehtimolini hisobga olish kerak, elektr energiyasini o'tkazuvchi chiziqlar uchun esa talab qilinadigan elektrotexnika qoidalari bo'yicha kemalarning eng baland ko'tarilgan machtasi ustidagi zaxira Δh_e chiziqdagi kuchlanishga bog'liq holda 2 dan 6 m gacha qabul qilinadi.

Suv yo'llarida oqim tezliklari kema qatnovi sharoitlariga jiddiy ta'sir ko'rsatadi, alohida holatlarda esa hattoki uning imkoniyatlarini yo'qqa chiqaradi. Kemalar daryoning sayoz, yoyilib oqadigan va o'yilgan joylari bo'yicha harakat qilganda uning tezligi qo'zg'algan to'lqin harakati tezligi $\vartheta = \sqrt{gh_c}$ ga yaqinlashganda, undagi qarshilik keskin oshadi; bu tezlik birinchi kritik deyiladi. Shuning uchun suv sig'imli kemalarning harakat tezligi quyidagidan oshmaydi

$$\vartheta_c = 0{,}9\vartheta_{kr} = 0{,}9\sqrt{gh_c}\,. \qquad (15.8)$$



15.5-rasm. **Suv yo'li kesishganda suv ustidagi eng katta tashqi o'lchamlar:**
a – ko'prik bilan; b – havodagi elektr energiyasini uzatish chizig'i bilan.

Kemalarni va kemalar tarkiblarini qirg'oqqa nisbatan tezligi (harakat tezligi shartini unga ta'sir etishni hisobga olinmaganda) quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$\vartheta_{c.6} \approx \vartheta_c \pm \vartheta_{T.e}, \qquad (15.9)$$

bunda: $\vartheta_{T.y}$ – kema qatnaydigan yo'l bo'yicha foydalanish tezligi. Bu tezlik ham daryo bo'yicha hamda daryodagi suv sathi va suv sarflari rejimiga ko'ra vaqt bo'yicha o'zgaradi. Tekislikdagi ko'pchilik katta daryolarda u quyidagilarni tashkil etadi: yoz chillasida daryoning yoyilib oqadigan joylarida 0,5...1,5 m/s, suv toshqinlarida 1,5...2 m/s.

Foydalanish tezligi $\vartheta_{T.y} = 4/3\vartheta_{E.o'r}$ ni oldindan qabul qilish mumkin, ya'ni u daryoning berilgan suv sathida uning kesimi bo'yicha oqadigan o'rtacha tezlikka teng.

Oqimning foydalanish tezligi oshishi bilan kemaning oqimiga teskari harakatining tezligi kamayadi va yuk tashish qiymati oshadi. Shuning uchun daryolarda o'rtacha foydalanish oqim tezliklari 2...2,5 m/s gacha bo'lganda maqsadga muvofiq bo'ladi. Agar daryo uchastkalari uzun bo'lmasa bu tezliklar 3 m/s va undan ko'p bo'lishi ham mumkin.

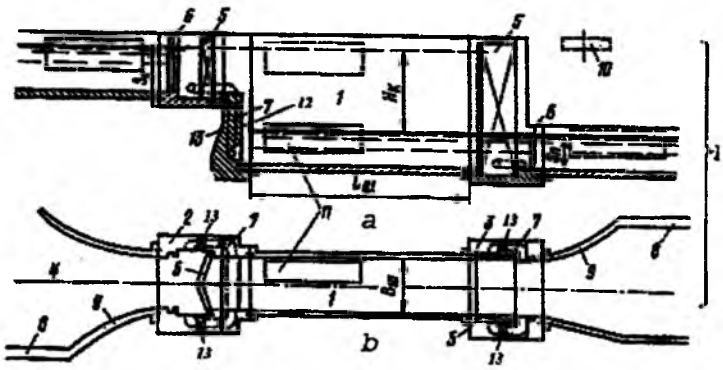
15.1.4. Kema o'tkazuvchi shlyuzning vazifasi, asosiy qismlari va o'lchamlari

Daryolardagi gidrouzellar yoki kanallardagi suv sathi tushadigan inshootlar tarkibidagi shlyuzlar kemalarni va sollarni vertikal ko'tarish va tushirish uchun xizmat qiladi.

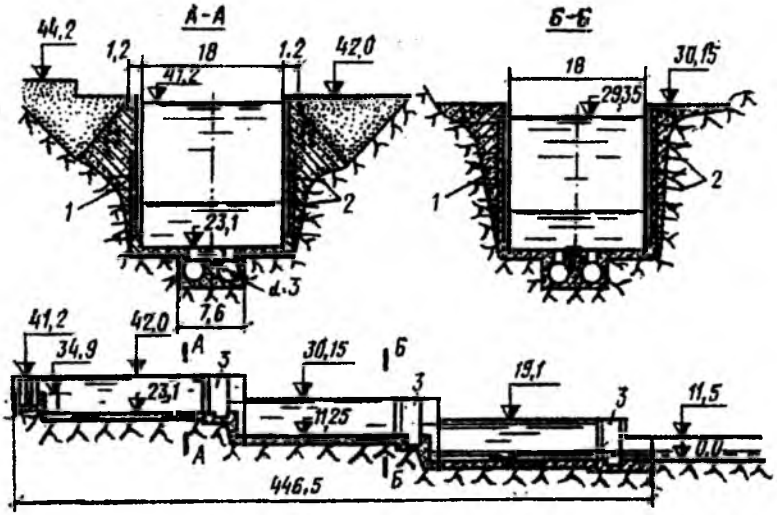
Kema o'tkazuvchi shlyuzning asosiy elementlariga keluvchi kanallar, yuqori va pastki kallaklar va shlyuz kameralari kiradi (15.6-rasm).

Kallaklar dimlovchi inshoot bo'lib, ular shlyuz kameralarni yuqori va pastki beflardan, ko'p kameralida esa qo'shni kameralarni bir-biridan ajratadi (15.7-rasm). Shlyuz kallaklarida darvoza va uni boshqaradigan mexanizmlar joylashtiriladi.

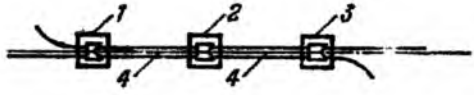
Kameralar – bu kallaklar va devorlar bilan chegaralangan suv akvatoriyasidir, ularda yuqori bef suv sathidan pastki bef suv sathiga (yoki ko'p kamerali shlyuzlarda qo'shni kamera sathiga) kemalarni shlyuzlash jarayonini amalga oshirish uchun mo'ljallanadi. Kamera devorlarida bog'lanadigan qurilmalar joylashtiriladi, ularga shlyuz-



15.6-rasm. **Bir kamerali kema o'tkazuvchi shlyuzning sxemasi:** 1 – shlyuzlash kamerasi; 2 va 3 – shlyuzning yuqori va pastki kallaklari; 4 – keluvchi kanallar; 5 – darvoza; 6 – ta'mirlash zatvori pazlari; 7 – vodoprovod galereyalari; 8 – kema bog'lanadigan devorlar; 9 – yo'naltiruvchi devorlar; 10 – ko'prikning bo'lishi mumkin bo'lgan holati; 11 – shlyuzlanadigan kema; 12 – tushish devori; 13 – vodoprovod galereyasining zatvori; H_k – kameradagi bosim; S_n – ostonadagi chuqurlik.



15.7-rasm. **Qoyali gruntlardagi shlyuz konstruksiyasi:** 1 – temir-betonli qoplama; 2 – ankerlar; 3 – kallaklar.



15.8-rasm. **Oraliqdagi kallak bilan shlyuzlash:**
1 – yuqori kallak; 2 – oraliqdagi kallak; 3 – pastki kallak; 4 – kamera.

langan kemalar bog'lab qo'yiladi. Kameralarni to'ldirish va bo'shatish maxsus vodoprovod qurilmalari orqali amalga oshiriladi, ularni to'yintiruvchi tizimlar deyiladi.

Qaralayotgan gidrouzelda umumiy kema o'tkazish mavjud bo'lganda hisobiy tarkibiga kichik o'lchamdagi kemalar ko'proq foizni tashkil etsa, ba'zi holatlarda shlyuz kameralari oraliq kallak bilan ikki qismga bo'linadi (15.8-rasm). Bu tadbir kameralarni o'tkazish vaqtini qisqartirishga va shlyuzlashdagi suv sarfini kamaytirishga imkon beradi.

Keluvchi kanallar shlyuzning yuqori va pastki kallaklariga tutashadi, ular kemani shlyuzga kirishini ta'minlaydi. Keluvchi kanallarga kema bog'lanadigan inshootlar joylashtiriladi, shlyuzda boshqa kemalar bo'lsa ularda kemalar to'xtab turadi. Kema bog'lanadigan va yo'naltiruvchi inshootlar kema bog'lanadigan beton ustunlar, beflardagi suv sathi o'zgarishi katta bo'lganda kema bog'lanadigan qayirma qoziqlar bilan jihozlanadi.

Shlyuzlarning asosiy eng katta tashqi o'lchamlari – foydali uzunligi L_{sh} va kameraning foydali kengligi B_{sh} hamda ostonalardagi chuqurligi S_n (ostona tubining eng baland qismlari). Ular bir vaqtning o'zida shlyuz kamerasidan yuk o'tkazish uchun qabul qilingan kemalar tarkibi va alohida hisobiy kemalarning o'lchamlariga to'g'ri kelishi kerak. Bunda shuningdek, kemalarning belgilangan harakatlanish tezligi va kema qatnovi xavfsizlik talablarini ham inobatga olinishi lozim.

Bitta suv yo'lida joylashgan shlyuzlarning eng katta tashqi o'lchami bir xil qabul qilinadi.

Kameraning foydali uzunligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$L_{kf} = \sum_{1}^{K} l_{sT} + (K+1)\Delta l \ , \qquad (15.10)$$

bunda: $\sum l_{sT}$ – bir chiziqda va bir xil masofada kemalar va sollar qatori bilan belgilanadigan kemalar, tarkiblar yoki sollarning hisobiy uzunliklari yig'indisi;

K – bir vaqtning o'zida shlyuzlanadigan kemalar soni; Δl – kemalar orasidagi masofa uzunligi va shlyuz konstruksiyalari zaxirasi.

Ichki suv yo'llaridagi shlyuzlar uchun uzunlik bo'yicha zaxira quyidagidan kichik bo'lmasligi kerak

$$\Delta l = 1 + 0{,}015 l_{sT}, \qquad (15.11)$$

bunda l_{sT} – hisobiy kema yoki tarkibning uzunlik, m.

Kamera kengligi quyidagidan kichik bo'lmasligi kerak

$$B_{fk} = \sum B_{sT} + 2\Delta b, \qquad (15.12)$$

bunda $\sum B_{sT}$ – bir vaqtning o'zida shlyuzlanadigan (yonma - yon turuvchi) kemalar va tarkiblar (hisobiy kenglik bilan) kengliklari yig'indisi; Δb – kamera bo'yicha zaxira, uni ichki suv yo'llaridagi shlyuzlar kengligi 10 m gacha bo'lganda 0,2 m dan kichik bo'lmasligi kerak, kengligi 10 m dan 18 m gacha – 0,4 m, kengligi 18 m dan katta – 0,5 m qabul qilinadi.

Ostonadagi chuqurlik kema qatnaydigan eng yuqori hisobiy sath bo'yicha aniqlanadi va quyidagidan kichik bo'lmasligi kerak

$$S_n = (1{,}2 - 1{,}25) S_{s.max}, \qquad (15.13)$$

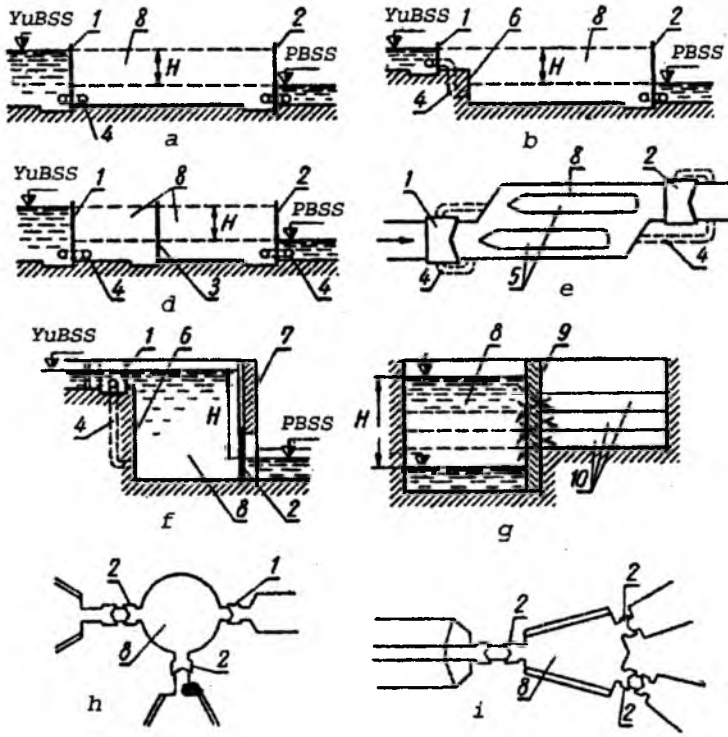
bunda: $S_{s.max}$ – hisobiy kemaning yuk bilan eng katta botishi.

Hisoblangan o'lchamlar katta tomonga belgilangan qiymatlargacha yaxlitlanadi. Shlyuz o'lchamlari $L_{sh} \times B_{sh} \times S_n$ ni $35 \times 6 \times 1$ dan $290 \times 30 \times 5$ m gacha qabul qilinadi.

15.1.5. Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning tasnifi, turlari va shlyuz kameralari konstruksiyasi

Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning tasnifi. Yengib o'tiladigan bosimning qiymatiga, yuklarning xarakteriga va yuk oqimi yo'nalishiga, geologik sharoitlarga, joyning relyefiga hamda ekspluatatsiya qilish mulohazalarga ko'ra har xil turdagi kema o'tkazadigan shlyuzlar quriladi. Ular kameralar soni va joylashuvi, kameralar konstruksiyasi, vodoprovod qurilmalari tizimi va asosiy qurilish materiallari turi bo'yicha farqlanadi.

Kameralar soni bo'yicha shlyuzlar *bir kamerali* va *ko'p kamerali* bo'ladi.



15.9-rasm. **Kema qatnaydigan shlyuzlarning kameralari turi bo'yicha xillari:**
a – tushish devorlari bo'lmagan shlyuz; b – tushish devor bilan; d – yordamchi kallak bilan; e – siljigan kallaklar bilan; f – shaxtali; g – to'plovchi hovuzlar bilan; h – buriluvchi; i – nayzasimon. 1 – yuqori darvozalar; 2 – pastki darvozalar; 3 – yordamchi darvozalar; 4 – vodoprovod galereyalari; 5 – shlyuzlanadigan kemalar; 6 – tushish devori; 7 – diafragma; 8 – kamera; 9 – ajratuvchi devor; N – shlyuzdagi bosimi.

Tushish devorli bir kamerali shlyuz eng ko'p tarqalgan (15.9-rasm) va odatda bosim 15...20 m dan oshmaganda qo'llaniladi.

Ko'p kamerali shlyuzlar tushish devorlari bo'lgan oraliqdagi kallaklar bilan ajratilgan ketma-ket joylashgan kameralardan tashkil topadi (15.10-rasm). Bu holatda umumiy bosim kameralar orasi-

da teng bo'linadi, alohida elementlar konstruksiyalari va kameralar o'lchamlari esa bir xil qabul qilinadi.

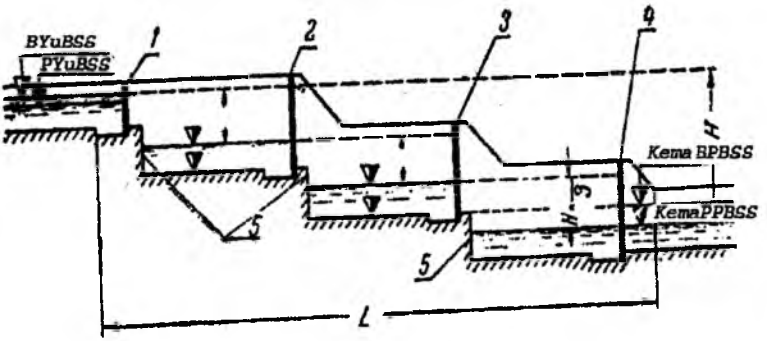
Ko'p kamerali shlyuzni qurishda yer ishlari hajmi va suv sarfi kamayadi, konstruksiyasi yengillashadi, namunaviy yig'ma elementlarni va namunaviy jihozlarni qo'llash mumkin. Ammo ko'p kamerali shlyuzlarning o'tkazish qobiliyati kam va ularni ekspluatatsiya qilish murakkab.

Kemalar harakati qatori soni bo'yicha bitta, ikkita va ko'proq qatorlar bilan farqlanadi. Ikki qatorli shlyuzlar ba'zan juft shlyuzlar deb ataladi. Umuman olganda esa, odatda ularni parallel shlyuzlar deb atash qabul qilingan bo'lib, bunday shlyuzlar yuk oqimi katta bo'lgan va kemalar uzluksiz qatnaydigan suv yo'llarida qo'llaniladi. Harakat yo'nalishi yoki yuklar turi bo'yicha iqtisoslashish imkoniyati parallel shlyuzlarning asosiy yutug'i hisoblanadi.

Shlyuz qatorlari ishini ixtisoslashuvi tufayli uning o'tkazish qobiliyati ortadi, turlicha tashqi o'lchamga ega kemalar harakatlanishi uchun qulay sharoitlar yaratiladi.

Kameralar turi bo'yicha kema qatnaydigan shlyuzlarning turlari 15.9-rasmda keltirilgan:

a) *tushish devorlari bo'lmagan shlyuzlar.* Ularni odatda yuqori va pastki kallaklar ostonalari bir xil sath belgilarida joylashtirilganda, kichik bosimlarda qo'llaniladi. Bunday shlyuzlarning yuqori kallagi



15.10-rasm. **Uch kamerali shlyuzning bo'ylama kesimi sxemasi:** 1 – yuqori darvozalar; 2 va 3 – oraliqdagi darvozalar; 4 – pastki darvozalar; 5 – tushish devorlari.

ostonasi ustidagi suv chuqurligi kemalar qatnaydigan zarur bo'lgan chuqurlikdan ancha katta, buning natijasida yuqori kallakni va keluvchi kanalni qurish bo'yicha ish hajmlari oshadi;

b) *tushish devorli shlyuzlar.* Bunday shlyuzlarda yuqori kallak ostonasini shunday belgilanadiki, yuqori befda faqat zarur bo'lgan kema qatnaydigan chuqurlik ta'minlanishi kerak. Yuqori kallak kamera bilan tushish devorlari yordamida tutashtiriladi. Kamerani bunday joylashtirish yuqori darvozalar balandligini va yuqori kallakni va keluvchi kanalni o'rnatish hajmlarini kamaytirishga imkon beradi.

d) *yordamchi (oraliqdagi) kallakli shlyuzlar.* Bir kamerali uzun shlyuzlarda ba'zida kamera chegarsida yordamchi kallak o'rnatiladi, odatda u kamerani teng bo'lmagan ikki qismga bo'ladi. Yordamchi kallak yoki yuqori, yoki pastki yarim kamera vazifasini bajaradi va shu bilan birga uzunligi bo'yicha uchta o'lchamli kemalar shlyuzlashga kira oladi.

e) *kallaklari siljigan shlyuzlar.* Bunday shlyuzlar kameralari uzunligi qisqa va kengligi ikki marta katta bo'ladi. Shlyuzlanadigan kemalar navbat bilan kameraga kiritiladi va yonma-yon joylashtiriladi, bu shlyuzlash davrini oshiradi va ekspluatatsiya qilish sharoitlarini yomonlashtiradi. Shuning uchun bunday shlyuzlar odatda topografik yoki geologik sharoitlar bo'yicha tanlanadigan joy chegaralangan bo'lsa quriladi.

f) *shaxtali shlyuzlar* katta bosimli va shlyuzlanadigan kemalarning uncha katta bo'lmagan eng katta tashqi o'lchamlarida bitta kamerali bo'lganda qo'llaniladi. Ularning kameralari chuqur va katta quyilish prizma hajmiga ega. Pastki darvozalarni o'lchamini va og'irligini kamaytirish uchun diafragma o'rnatiladi, u kema qatnaydigan suv usti eng katta tashqi o'lchamlarini chegaralaydi, bu shaxtali shlyuzning asosiy kamchiligi hisoblanadi.

g) *to'plovchi hovuzli shlyuzlar.* Ularni shlyuzlarda suv sarfini kamaytirish uchun qo'llaniladi, bu ayniqsa tabiiy to'yinishga ega bo'lmagan suv ayirgichli kanallarni shlyuzlash uchun muhimdir. To'plovchi hovuzlarni zatvorlar bilan yopib, kamera bilan yonma - yon o'rnatiladi va galereya bilan bir-biriga tutashtiriladi. Kamerani bo'shatishda suv bu hovuzlarga chiqarib yuboriladi, kameralarni to'ldirishda esa unga to'plovchi hovuzdan asta-sekin suv quyiladi va faqat yetmaydigan suv miqdori yuqori befdan to'ldiriladi.

h, i) *buriluvchi (nayzasimon) shlyuzlar* bir nechta suv yo'llari kesishgan joylarda o'rnatiladi. Bunday shlyuzlarning kameralari planda har xil shaklda bo'ladi. Kamera o'lchamlarini bitta suv yo'lidan ikkinchisiga o'tish uchun kemalarni burilish sharoiti bo'yicha belgilanadi. Suv yo'llari bilan birlashtirilgan ba'zi bir kallaklar suv sathiga bog'liq holda ikki tomonlama dimlanishli qilib o'rnatiladi. Buni ikkita burilish o'rnatib amalga oshiriladi, ulardan biri bitta yo'nalish bo'yicha dimlanishni ushlab turadi, ikkinchisi esa — teskarisiga.

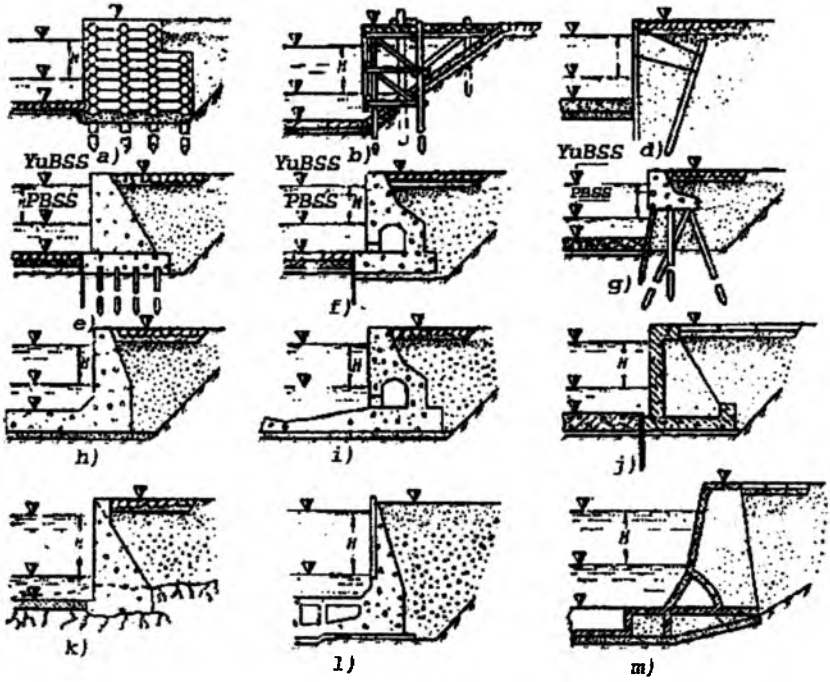
Shlyuz kameralarning turlari va konstruksiyalari. Shlyuz kameralarining turi va konstruksiyalari zamin gruntining tavsifiga, loyihalanadigan shlyuzning eng katta tashqi o'lchamlariga va asosiy ishlatiladigan qurilish materiallari turiga bog'liq holda tanlanadi. Shlyuz kameralarining turlari va konstruksiyalari 15.11-rasmda ko'rsatilgan.

Kameralar ko'ndalang kesimining shakli bo'yicha vertikal devorli va qiyalikli turlarga bo'linadi. Kamerada vertikal devorlar o'rnatiladi, chunki ular minimal quyilish prizma hajmiga ega va foydalanish uchun qulaydir. Qiyalikli kameralarning asosiy yutug'i shundan iboratki, uning devorlari sifatida oddiy mustahkamlangan grunti qiyalik xizmat qilishi mumkin. Ammo bu holatda shlyuzlashda kemalar o'tirib qolishiga yo'l qo'ymasligi uchun qiyaliklarda teshikli uzun estakadalarni o'rnatishga to'g'ri keladi. Shuning uchun odatda bunday kameralarni kema qatnaydigan — sug'orish kanallarida uncha katta bo'lmagan bosimli (1...3 m) shlyuzlar uchun qo'llaniladi.

Konstruksiyasi bo'yicha shlyuz kamerasi tubi suv o'tkazmaydigan va suv o'tkazadigan bo'lishi mumkin. Ko'p hollarda uni beton yoki temir-beton plitadan suv o'tkazmaydigan qilib o'rnatiladi. Bunda shlyuz devorlari tubi bilan yaxlit birlashgan bo'lishi mumkin yoki tubidan to'liq qirqilgan choklar bilan ajratiladi. Suv o'tkazuvchi tubli kamera terilgan tosh yoki teskari filtr qatlami bo'yicha yotqizilgan alohida plitalar ko'rinishida bo'ladi.

Amalda massiv armaturalangan betonli yaxlit va svirs turlari eng ko'p tarqalgan (15.11-rasm, h, i), ularni har qanday bosimda, to'yintiruvchi tizimlarida va zamindagi gruntlar nisbatan bo'sh bo'lganda qo'llash mumkin.

Qoyali gruntlarda kamera devorlari sifatida beton yoki temir-betonli qoplamalarni qoyaga po'lat ankerlar bilan birlashtirilgan qoya yuzasining qazilmasi xizmat qiladi.



15.11-rasm. **Shlyuz kameralari devorlari va tublarining turlari:** a – xarili; b – qiyalikli devor va yo'naltiruvchi estakadalar bilan; d – ankerli-shpuntli; e – poydevor ustidagi tosh-betonli; f – betonli, ichidan o'tuvchi vodoprovod galereyali; g – qoziqli rostvergdagi armaturalangan betondan; h – yaxlit turdagi armaturali betondan; i – svirs turidagi armaturali betondan; j – temir-betonli poydevor plita bilan; k – betonli, qoyali zamindagi uchburchak kesimli; l – temir-betonli, tub galereyali ramali-yaxlit turdagi; m – temir-betonli vodoprovod galereya bilan.

15.1.6. Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning to'yintiruvchi tizimlari

To'yintiruvchi tizimlar kamerani to'ldirish va bo'shatish uchun xizmat qiladi, kamerali shlyuzning konstruktiv va ekspluatatsiya qilish sharoitlarini aniqlovchi asosiy elementlaridan biri hisoblanadi. Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning turli xil to'yinish tizimlari mavjud. Ammo hamma loyihalanadigan shlyuzlar uchta asosiy talabga javob

berishi lozim: 1) shlyuz kamerasini to'ldirish va bo'shatish minimal vaqt ichida ro'y berishi kerak; 2) shlyuzdan o'tayotgan kameralarni kameraga va shlyuzlarga kirish joylarida tinch turishini ta'minlashini ta'minlaydigan gidravlik sharoitlar yaratilishi lozim; 3) inshootning qurilish narxi minimal bo'lishi kerak.

Kameraga suvning kelish xarakteriga ko'ra to'yintiruvchi tizim *to'plovchi* va *taqsimlovchi* bo'ladi.

To'plovchi to'yintiruvchi tizimda kameraga suv yuqori kallak orqali kamera yuqori qismining oxiriga uzatiladi va bo'shatishda esa pastki kallak orqali tashlanadi. Bu to'yintirish tizimi yaxshi o'rganilgan, buning natijasida turli xil sxemalar va konstruksiyalar taklif etilgan, ular kichik va o'rta bosimli kema o'tkazuvchi shlyuzlarda keng qo'llaniladi. To'plovchi to'yinishning asosiy sxemalari 15.12-rasmda keltirilgan.

Alohida e'tibor qaratilgan to'plovchi to'yintiruvchi tizim tinchlantiruvchi qurilmalarini keng qo'llanishiga qaramasdan, kameraning katta o'lchamlari va yuqori bosimlarida bir qancha kamchiliklarga ega bo'lib, ularning asosiylari quyidagilardan iborat: kamerani sekin to'ldirilishi va bo'shatilishi; kameralarni tinch holatda turishi uchun qoniqarsiz ta'minlanmaydigan gidravlik sharoitlar.

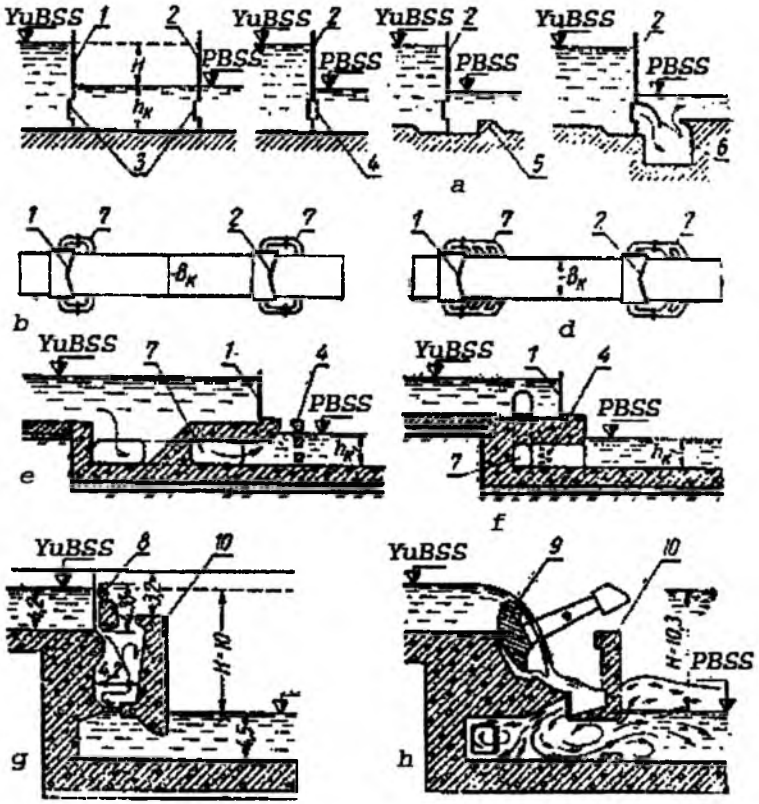
Kemalarni tinch holatda turish sharoitlarini yaxshilash va kamerani to'ldirish vaqtini qisqartirish uchun murakkabroq va qimmatroq bo'lgan taqsimlovchi to'yintirish tizimi qo'llaniladi.

Taqsimlovchi to'yintiruvchi tizimda vodoprovod galereyasi kamera uzunligi bo'yicha joylashtiriladi va kameraga suv uzatiladi va undan tirqishlar orqali chiqarib yuboriladi. Bunda galereyalar yoki shlyuz devorlarida, yoki kamera tubida joylashtiriladi (15.13-rasm).

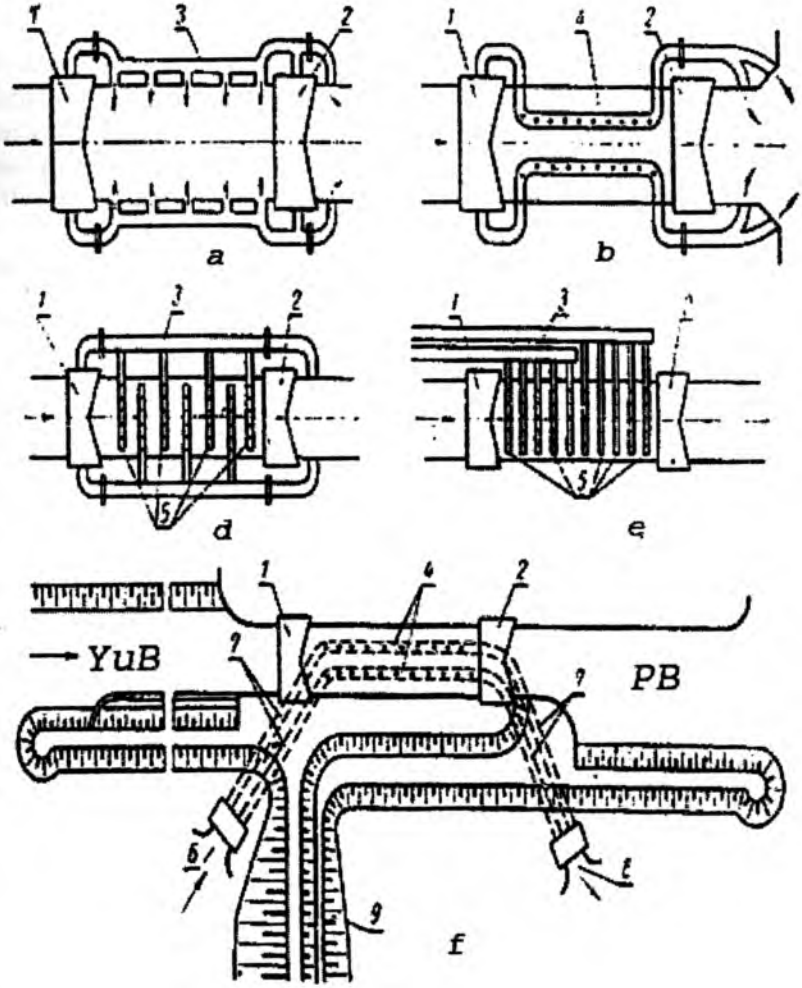
Taqsimlovchi to'yintirish tizimi ikki turga bo'linadi – oddiy, bunda suv asosiy bo'ylama galereyalardan bevosita kamerada joylashgan tirqishlar orqali uzatiladi (15.13-rasm. a,b) va murakkab, bunda suv yordamchi ko'ndalang galereyalar tirqishlari orqali kameraga uzatiladi (15.13-rasm. d,e).

Suvni yuqori keluvchi kanaldan oluvchi va pastki kanalga chiqaruvchi qaralayotgan taqsimlovchi to'yintirish tizimi shunday kamchilikka egaki, bunda uncha katta bo'lmagan bosimlarda va suv sarflarida kamerani to'ldirish va keluvchi kanalga bo'shatish davrida kemalarni to'xtab turishi uchun gidralik sharoitlari noqulay joylar bo'lishi mumkin. Gidravlik sharoitlarni yaxshilash uchun shlyuzlarni yon tomondan to'yintirish sxemasi qo'llaniladi, bunda kamerani to'ldi-

rish uchun keluvchi kanaldan suv olinmay yuqori befdan olinadi va bo‘shatishda pastki keluvchi kanallarni chetlab, gidrouzel pastki befiga chiqariladi (15.13-rasm. d). Ammo bunda shlyuz kallaklaridan tashqari maxsus suv oluvchi inshootlar qurishga to‘g‘ri keladi.



15.12-rasm. **To‘plovchi to‘yintiruvchi tizimlarining sxemalari:**
a – shlyuz darvozalari pastki qismidagi tirqish orqali to‘yinish; b-f – darvozalarni aylanib o‘tuvchi qisqa vodoprovod galereyalari orqali to‘yinish; g – zatvor ko‘tarilganda ostona oldida tirqish orqali to‘yinish hosil qilinganda;h-tushayotgan zatvor orqali suv qo‘yilish yo‘li bilan to‘yinish; 1 – yuqori darvozalar; 2 – pastki darvozalar; 3 – ponasimon tirqish; 4 – to‘sinli so‘ndirgich; 5 – tishli ostona; 6 – shaklli so‘ndirgich quduq bilan; 7 – vodoprovod galereyalari; 8 – yassi zatvor; 9 – segmentli zatvor; 10 – ekranli so‘ndirgich.



15.13-rasm. **Taqsimlovchi to'yintiruvchi tizimlarining sxemalari:** a va b – oddiy taqsimlovchi to'yintirish tizimi; d va e – murakkab taqsimlovchi to'yintirish tizimi; f – alohida suv olish va chiqarish bilan to'yintirish sxemasi; 1 – yuqori kallak; 2 – pastki kallak; 3 – yon tomondagi galereyalar; 4 – tubdagi galereyalar; 5 – yordamchi galereyalar; 6 – suv olish; 7 – vodoprovod galereyalari; 8 – suv tashlash; 9 – gruntli to'g'on.

15.1.7. Shlyuzlarning o'tkazish qobiliyati va shlyuzlashga ketadigan suv sarfi

Shlyuzlarning o'tkazish qobiliyati. O'tkazish qobiliyati deganda navigatsiya davrida ikkala yo'nalish bo'yicha shlyuz orqali o'tkazilishi mumkin bo'lgan yuklarning tonnadagi miqdori tushuniladi. O'tkazish qobiliyati kamerada bir vaqtning o'zida kemalarda va sollarda joylashgan yuklarning miqdoriga va navigatsiya davrida bajariladigan shlyuzlashning soniga bog'liq. Bir sutkada shlyuzlashda o'tkaziladigan kemalar soni shlyuzlashning ekspluatatsiya asosiy ko'rsatkichi hisoblanadi.

Bir tomonlama shlyuzlashda bir kamerali shlyuz ishlashining bir sikl davom etishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$T_1 = 4t_1 + t_2 + 2t_3 + t_4, \qquad (15.14)$$

bunda: T – harakat bir tomonlama bo'lganda shlyuzlashning minutlarda davom etishi; t_1 – darvozalarni bir marta ochishdagi va yopishdagi vaqt; t_2 – kameraga kemani kirish vaqti; t_3 – kamerani to'ldirish yoki uni bo'shatish vaqti; t_4 – kameradan kema tarkibini chiqish vaqti.

Qarshi shlyuzlashda siklning davom etishi quyidagicha bo'ladi:

$$T_2 = 4t_1 + t_2' + 2t_3 + t_4', \qquad (15.15)$$

bunda: t_2' – kameraga kemalar tarkibini kirish vaqti; t_4' – kameradan kemalar tarkibini chiqish vaqti.

(15.14) va (15.15) tenglamalarining o'ng qismidagi qo'shiluvchilar qiymatlari QMQ ga muvofiq aniqlanadi.

Qarshi shlyuzlash katta afzalliklarga ega, chunki T_2 – vaqt davomida ikkita kemalar tarkibi shlyuzlanadi va har bir kemalar tarkibi T_1 ga qaraganda kam vaqt sarflanadi va bundan tashqari ikkita kemalar tarkibiga bitta quyilish prizmasi sarflanadi. Amaliyot ma'lumotlari bo'yicha T_1 vaqt taxminan 30...55 minut oralig'ida o'zgaradi, T_2 esa 50...75 minut oralig'ida bo'ladi.

Kemalarni va kemalar tarkibini shlyuzga bir vaqtning o'zida va bir maromda ikkala befga kelishini ta'minlash qiyin, shuning uchun hisoblarda shlyuzlashning o'rtacha vaqti qabul qilinadi:

$$T = \frac{T_1 + 0{,}5T_2}{2}. \qquad (15.16)$$

Bunda bir sutkada shlyuzlashning nazariy shartli soni quyidagicha bo'ladi:

$$n = \frac{1440}{T} . \qquad (15.17)$$

Unda navigatsiya davrida shlyuzning nazariy o'tkazish qobiliyati quyidagicha bo'ladi:

$$P_{naz} = nNmG , \qquad (15.18)$$

bunda: N – navigatsiyaning davom etishi, sutkada; m – bir vaqtning o'zida shlyuzlanadigan yuk tashuvchi kemalar soni; G – kemalarning o'rtacha yuk ko'tarish qobiliyati, t.

Ammo shlyuzning haqiqiy o'tkazish qobiliyati kam bo'ladi, chunki shlyuzlashning bir qismi yo'lovchilarni tashiydigan va xizmat uchun belgilangan kemalarni o'tkazish uchun foydalaniladi, har doim ham yuk tashuvchi kemalar yuklanganligidan to'liq foydalanilmaydi, vaqtning qandaydir bir qismi kuzatuvga va shlyuz jihozlarini ta'mirlashga sarflanadi, yuk aylanishi alohida oylar bo'yicha ham, alohida sutkalar bo'yicha ham notekisdir.

Yuqoridagi sabablarni hisobga olib, shlyuzning haqiqiy o'tkazish qobiliyati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$P_{haq} = (n - n_0)\frac{NmG\alpha}{\beta_1\beta_2} \cdot \frac{T_{haq}}{24} , \qquad (15.19)$$

bunda: n_0 – bir sutkada yuklangan kemalarni shlyuzlash soni; α – yuk tashuvchi kemalardan o'rtacha foydalanish koeffitsiyenti 0,7...0,8 qabul qilinadi; T_{haq} – bir sutkada shlyuz ishlashining haqiqiy soatlar soni 20...21 soat; β_1 va β_2 – koeffitsiyentlar, ularning qiymatlarini yuk aylanishning rejali grafigi bo'yicha qabul qilinadi.

Shlyuzlashga ketadigan suv sarfi. Har qanday shlyuzlashda qandaydir suv miqdori yuqori befdan pastki befga tashlanadi, u kameraning hajmiga, suzadigan tarkib harakatining yo'nalishiga, tarkibdagi kemalarning suv sig'imiga va beflardagi suv sathlariga bog'liq bo'ladi.

Kamera hajmiga teng bo'lgan suv hajmini quyilish prizmasi deb ataladi. Shlyuz kamerasi devorlari vertikal bo'lganda quyilish prizmasining hajmi quyidagicha bo'ladi:

$$V = \Omega H , \qquad (15.20)$$

bunda: Ω — yuqori va pastki darvozalar oralig'idagi kameraning suv sathi yuzasi, m²; H — shlyuzga ta'sir etuvchi bosim, m.

Yuqoridan pastga shlyuzlashda kameraga kiruvchi kemalar shlyuzlanadigan tarkibdagi hamma kameralarning suv sig'imi yig'indisiga teng bo'lgan suv hajmi $\sum W_{Yu \to P}$ ni yuqori befga siqib chiqaradi, kemalar tarkibi pastki befga chiqishda esa, bu suv hajmi o'rni pastki bef hisobidan to'ldiriladi. Demak, bu holatda shlyuzgacha talab qilinadigan suv hajmi quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{Yu \to P} = V - \sum W_{Yu \to P} \qquad (15.21)$$

Pastdan yuqoriga shlyuzlashda kameraga kiruvchi kemalarning suv sig'imi yig'indisiga teng bo'lgan suv hajmi $\sum W_{P \to yu}$ ni pastki befga siqib chiqaradi, kemalar tarkibi kameradan chiqishda bu suv hajmi o'rni yuqori bef hisobidan to'ldiriladi, shunday qilib kemalar tarkibi pastdan yuqoriga bir tomonlama shlyuzlanganda suv sarfi quyidagicha aniqlanadi:

$$V_{yu \to P} = V + \sum W_{P \to yu} \qquad (15.22)$$

Kemalar tarkibini bir kamerali shlyuz orqali ikki tomonlama shlyuzlashda ularning har biridagi suv sarfi quyidagiga teng bo'ladi:

$$V_{ikki} = 0{,}5\left[V + \left(\sum W_{p \to yu} - \sum W_{yu \to p}\right)\right]. \qquad (15.23)$$

Shlyuz ishlashining eng qizg'in davrida kelgusida shlyuzlanadigan kemalar soni va suv sig'imi noaniq bo'lganligi sababli, shlyuzlashda kemalarni suv sig'imini suv sarfiga ta'siri e'tiborga olinmaydi. Shuning uchun, bir kamerali yoki ikki kamera orqali shlyuzlashda talab qilinadigan suv hajmi V ni, bir kamerali shlyuz orqali ikki tomonlama shlyuzlashda esa har bir kemalar tarkibi uchun $0{,}5V$ ga teng qabul qilinadi. Bir kamerali shlyuz orqali yuqoriga va pastga o'tkaziladigan kemalar tarkibi soni bir xil qabul qilinadi.

Keltirilgan yo'l qo'yarliklarda shlyuzlashda sutkalik hisobiy talab qilinadigan suv hajmi quyidagicha bo'ladi:

bir kamerali shlyuz uchun

$$\sum V'_{sutka} = 0{,}75 n_{\max} V_{\max}, \qquad (15.24)$$

ko'p kamerali shlyuz uchun

$$\sum V''_{sutka} = n_{\max} V_{\max}. \qquad (15.25)$$

Unda shlyuz zatvorlari zichlagichlaridan oqib chiqib ketayotgan suv yo'qolishini hisobga olib shlyuzdagi sekundlik o'rtacha suv sarfi quyidagicha bo'ladi

$$Q_{sh} = \frac{\sum V_{sutka}}{86400} + Q_{oq.ch}, \qquad (15.26)$$

bunda: $Q_{oq.ch}$ – zichlagichlardan oqib chiqib ketishidagi suv yo'qolishi, quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$Q_{oq.ch} = q_{oq.ch} \sum l_{zich},$$

bunda: $q_{oq.ch}$ – 1 pog. m dagi solishtirma suv oqib chiqib ketishi, shlyuzdagi bosim 10 m gacha bo'lganda 0,0015...0,002 m^3/s va bosim 10 m dan katta bo'lganda 0,0025...0,003 m^3/s teng qabul qilinadi; $\sum l_{zich}$ – darvozalar va shlyuz kallagidagi zatvorlar perimetri bo'yicha zichlagichning umumiy uzunligi.

15.1.8. Kema o'tkazuvchi inshootlarni gidrouzellarda va kanallarda joylashtirish

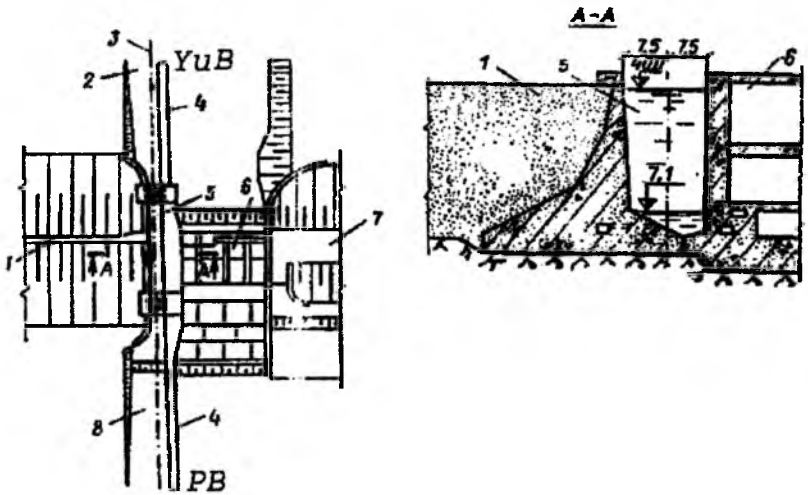
Kema o'tkazuvchi inshootlarni gidrouzellarda joylashtirish. Gidrouzel tarkibida kema o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirishda mahalliy tabiiy sharoitlar (topografik, geologik, gidrogeologik va h.k), qurilish sharoitlari va aholi istiqomat qiladigan joylarning, sanoat korxonalarining va boshqa obyektlarning joylashuvi hisobga olinadi.

Qoyali zaminlarda gidrouzel o'zanda joylashtirilganda kema o'tkazuvchi inshootlarni vodoslivli to'g'on va gidroelektrostansiya bilan yonma-yon joylashtiriladi. (15.14-rasm). Qoyamas zaminlardagi qayir joyda joylashgan kema o'tkazuvchi inshootni tegishli texnik-iqtisodiy jihatdan asoslanganda uning boshqa betonli inshootlari qatoriga kiritish mumkin.

Gidrouzelda shlyuzlarni shunday joylashtirish kerakki, bunda suv tashlash inshooti va gidroelektrostansiya orqali suvni o'tkazish kema o'tkazish sharoitlariga zararli ta'sir qilmasligi kerak, ya'ni kema yo'lining o'qiga katta tezliklardagi oqimlar hosil bo'lmasligi, to'lqinlar hosil bo'lishini keltirib chiqarmasligi, yo'laklarni ko'mib ketmasligi kerak.

Gidrouzelda kema o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirishda shlyuzlarni bevosita asosiy betonli inshootlar bilan tutashish variantlarini ko'rib chiqish tavsiya etiladi, bu peremichkalar orqasida qurilish ishlarini bitta kotlovanda olib borishga, kommunikatsiyalarni qisqartirishga, tutashtiruvchi inshootlar bo'yicha ish hajmlarini tejashni ta'minlashga imkon beradi. Bunday variantning iqtisodiy ko'rsatkichlari, shlyuzni yuvilishdan himoyalash va kemalar qatnovi uchun normal sharoitlarni ta'minlash maqsadida xarajat talab etadigan ajratuvchi devorlarni barpo etish zaruratidan kelib chiqqan holda, pastki befni mustahkamlash xarajatlari qimmatlashishni hisobga olgan holda aniqlanadi.

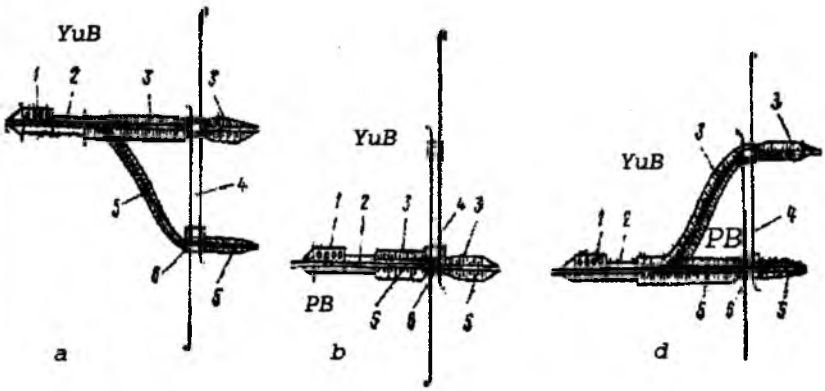
I va II toifali suv yo'llarida gidrouzellarni joylashtirishda qo'shimcha qurilish ishlarini olib borish va kelgusida shlyuzning qo'shimcha tarmog'ini yoki boshqa kema o'tkazuvchi inshootni qurish imkoniyati ko'zda tutilishi kerak.



15.14-rasm. **Kema o'tkazuvchi shlyuz-suv tashlagichni gidroelektrostansiya binosi bilan birgalikda joylashtirish:**
1 – o'ng qirg'oqdagi gruntli to'g'on; 2 – shlyuzga yuqoridan keluvchi yo'l; 3 – shlyuz o'qi; 4 – kema bog'lanadigan to'suvchi devorlar; 5 – birga qo'shilgan shlyuz-suv tashlagich; 6 – vodoslivli gidroelektrostansiya; 7 – chap qirg'oqdagi gruntli to'g'on; 8 – shlyuzga pastdan keluvchi yo'l.

Kema o'tkazuvchi shlyuzni gidrouzel bosimli frontiga nisbatan pastki befga joylashtiriladi. Shlyuz bunday joylashtirilganda kamera devorlari orqasidagi grunt suvlari sathi yuqori bef sathidan ancha past, bu shlyuzni yuqori befda joylashtirish variantiga nisbatan unga ta'sir etuvchi yuklamalarni sezilarli kamaytiradi. Ammo alohida holatlarda geologik sharoitlarga ko'ra yoki kema o'tkazuvchi inshootlar orqali temir yo'l o'tkazish zarur bo'lsa bir kamerali shlyuzni yuqori befga joylashtirishga to'g'ri keladi. Bunda o'tish ko'priklari shlyuzning pastki kallagiga o'rnatiladi, chunki ularni yuqori kallakka o'rnatish qimmat bo'lgan estakadalarni barpo etishni talab qiladi. Shlyuzlarni yuqori va pastki beflarda joylashtirish sxemalari 15.15-rasmda keltirilgan.

Har bir shlyuz joylashgan o'rnidagi kema o'tkazuvchi trassa to'g'ri chiziqli uchastkalarga ega bo'lishi kerak (15.16-rasm), ularning uzunliklari quyidagidan kichik bo'lmasligi kerak



15.15-rasm. **O'tish yo'llari bo'lgan shlyuzlarni joylashtirish sxemalari:**

a – pastki befdagi kamera va pastki kallakdagi ko'prik bilan; b – yuqori befdagi kamera va pastki kallak ko'prigiga keluvchi to'g'ri chiziqli yo'l bilan; d – pastki befdagi kamera va pastki kallak ko'prigiga keluvchi to'g'ri chiziqli yo'l bilan; 1 – gidroelektrostansiya binosi; 2 – vodoslivli to'g'on; 3 – gruntli to'g'on; 4 – kema o'tkazuvchi shlyuz; 5 – yo'l; 6 – shlyuzdagi ko'prik.

$$L_{\Pi p} = L_{sh} + L_{yuP} + L_{P.P} + 2l_{st} \qquad (15.28)$$

bunda: L_{sh} – shlyuz kallagi qo'shilganda, uning uzunligi; L_{yuP}, $L_{P.r}$ – mos ravishda yuqori va pastki yo'laklar uzunligi; l_{st} – hisobiy kema yoki kemalar tarkibning uzunligi.

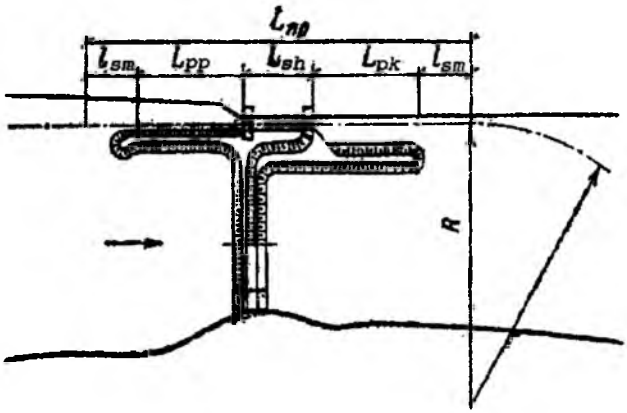
Bir kamerali shlyuz uchun L_{Pr} odatda (4...5) $L_{P.k}$ teng bo'ladi.

Har bir keluvchi kanalning to'g'on chiziqli uchastkasi daryodagi kema qatnovi o'qi bilan R – radiusli aylanma egri chizig'i orqali tutashishi lozim. Ushbu radius shatakka olinadigan yoki hisoblanadigan yakka kema tarkibiga kiruvchi kema uzunligidan kamida besh karra uzun bo'lishi, kemalar bikr bog'langanda (kemalar tarkibi itaruvchi bo'lganda), agar bu kemalar va tarkib boshqaruvchi qurilma bilan ta'minlanmaganda, itaruvchi tarkib uzunligidan kamida uch karra uzun bo'lishi lozim.

Gidroelektrostansiya binosiga xizmat qiladigan boshi berk temir yo'llari shlyuzlar bilan kesishganda, ba'zida, ochiladigan (ko'tariladigan) ko'priklar o'rnatiladi, bu shlyuzni yuqori befga joylashtirmaslikka imkon beradi.

Baland qirg'oqli joylarda shlyuz ustidan ko'prikli o'tish joylarini qurish maqsadga muvofiqdir.

Daryolarga yaqin joylashgan va shlyuzga keluvchi kanalni trassasini belgilash daryo o'zgarib turish ehtimoli va kanalga mumkin bo'lgan ta'sirini hisobga olib boriladi.



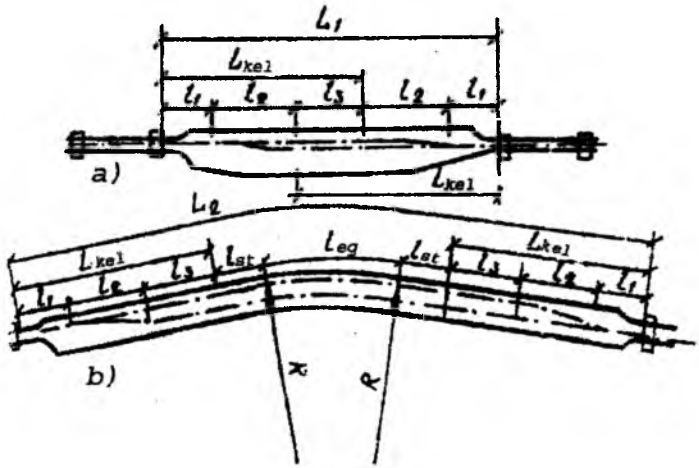
15.16-rasm. **Shlyuz joylashgan o'rnidagi kema o'tkazuvchi trassa sxemasi.**

Shlyuzlarni kema qatnaydigan kanallarda joylashtirish. Kema qatnaydigan kanallarda shlyuzlarni ketma-ket (15.17-rasm, a) shunday joylashtiriladiki, bunda ular orasidagi masofa kemalar tarkibining ajralish shartlarini qanoatlantirish lozim. Buning uchun u quyidagidan kichik bo'lmasligi kerak

$$L_1 = 2(l_1 + l_2) + l_3, \qquad (15.29)$$

bunda: l_1 – shlyuzga tutashgan uchastka uzunligi, eng katta hisobiy kema yoki tarkibning l_{st} uzunligining yarmiga teng deb qabul qilinadi; l_2 – uchastka uzunligi, u bo'yicha tarkib qarshi harakatda shlyuz o'qidan kanaldagi kema yo'li o'qiga o'tadi; l_3 – o'rta uchastka uzunligi hisobiy kema yoki tarkibning uzunligidan kichik qabul qilinmaydi.

Bunda ketma - ket joylashgan shlyuzlar orasidagi uchastka to'g'ri chiziqli bo'lishi kerak. Agar shlyuzlar o'rtasidagi masofa yuqorida keltirilgandan katta bo'lsa, kanalda uzunligi hisobiy tarkib uzunligidan kam bo'lmagan va shlyuzlar bilan to'g'ri chiziqli tutashgan egri chiziqli ulanishga ruxsat etiladi. Bu holatda shlyuzlar orasidagi masofa quyidagidan kichik bo'lmasligi lozim



15.17-rasm. **Shlyuzlarni ketma-ket joylashuv sxemasi:**
a – kanalning to'g'ri chiziqli uchastkasida; b – kanalda ulangan egri chiziq bilan.

$$L_2 = 2(l_1 + l_2 + l_3 + l_{st}) + l_{eg}, \qquad (15.30)$$

bunda: l_{eg} – ulanadigan egri chiziq uzunligi.

Qo'shni shlyuzlar orasidagi uchastka uzunligini aniqlashda bu masofalarni shlyuzlar va kemalar bo'lishi mumkin bo'lgan bekor to'xtab turishi ta'sirini ham hisobga olinadi va bu bilan bog'liq bo'lgan shlyuzlangan suv yo'li uchastkasi o'tkazish qobiliyatini hamda shlyuzlar orasidagi kanal uchastkasida to'lqin hosil bo'lishini kamaytiradi.

Agar shlyuzga keluvchi kanallarda rostlagichlar yoki suv oluvchi derivatsiya kanallari, nasos stansiyalari, suv yig'uvchi stansiyalar hamda yon tomonda joylashgan suv tashlagichlar va shunga o'xshash inshootlar bo'lgan holatlarda, ko'ndalang oqimlar ta'sirida kema o'z yo'nalishini o'zgartirishini hisobga olib, keluvchi kanallarni kengaytirish ko'zda tutiladi. Kanalning kengaytirilgan va normal kesimlarini tutashtirish suv olish va boshqa inshoot joyi chegarasining har bir tomonidan kamida 20 birlik kengaytirish uzunligi bo'yicha ravon bajariladi.

15.1.9. Kema ko'targichlar

Katta bosimlarni yengib o'tish uchun ba'zida zinapoyali shlyuzlar o'rniga kema ko'targichni o'rnatish tejamliroq bo'ladi. Kema ko'targich suv bilan to'ldirilgan kamerani ifodalaydi, u kema bilan birga ko'tariladi va tushiriladi.

Kema ko'targichlar harakati yo'nalishi bo'yicha kemani vertikal yo'nalish bo'yicha boshqa joyga ko'taruvchi vertikal va kemani qiya tekislik bo'yicha boshqa joyga ko'taruvchi qiya turlarga bo'linadi.

Kema ko'targich kamerasining ikkala tomonidan yon devorlar o'rniga darvozalar o'rnatiladi. Kema ko'targichga tutashgan kanallarda ham huddi shunday darvozalar bo'ladi.

Kamerani suv bilan birga og'irligi doimo o'zgarmas bo'ladi, chunki kameraga kema kirishda o'zining og'irligiga teng bo'lgan suvni undan siqib chiqaradi, chiqishda esa shu suv hajmi yana qaytib keladi. Bu shart turli qurilmali kamera og'irligini yetarlicha aniqlikda muvozanatlash va kamerani siljituvchi zo'riqishlarni minimumga keltirish imkoniyatlarini beradi.

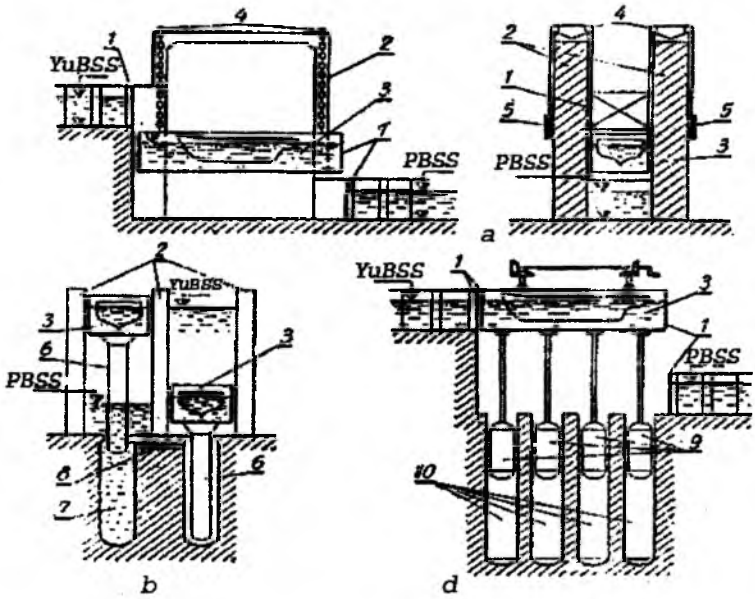
Kema ko'targich korpusi temir - betonli yoki metall konstruksiyali bo'lishi mumkin.

Kamerani suv bilan birga og'irligini tenglashtirish usuli bo'yicha vertikal kema ko'targichlar mexanik (15.18-rasm, a), gidravlik (15.18-rasm,b) va po'kakli (15.18-rasm, d) turlarga bo'linadi.

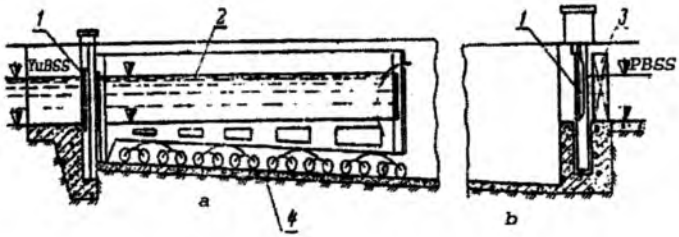
Qurilgan vertikal kema ko'targichlarning balandligi 36 m, yuk ko'tarish qobiliyati 1000 t li kemalar boshqa joyga ko'chiriladi, harakatlanuvchi qismlarning og'irligi 5400 t gacha yetadi, kemalarni o'tkazish vaqti 20...30 min. chegarasida o'zgaradi.

Qiya kema ko'targichlar kamerani boshqa joyga ko'chirish uchun qiya (1:10...1:20) yo'l qurilmasiga ega (15.19-rasm). Kamera yoki posangilar, yoki juft ikkinchi kamera bilan tenglashtiriladi.

Kemani boshqa joyga ko'chirish holatiga ko'ra qiya kema ko'targichlar bo'ylama va ko'ndalang bo'lishi mumkin. Kema kamerada suv ustida va suvsiz quruq holatda bo'lishi mumkin. Kameralarni keyingi holatga



15.18-rasm. **Vertikal kema ko'targichlar sxemalari:**
a – bir kamerali posangi bilan; b – ko'p kamerali gidravlik press bilan; d – bir kamerali po'kak bilan; 1 – darvozalar; 2 – tayanch va yo'naltiruvchi darvozalar yoki ustunlar; 3 – kamera; 4 – bloklar; 5 – posangilar; 6 – gidravlik pressning plunjerlari; 7 – silindr; 8 – zadvijka; 9 – po'kaklar; 10 – po'kaklar uchun shaxtalar.



15.19-rasm. **Qiya kema ko'targich sxemasi:**
a – yuqori yarim shlyuz; b – pastki yarim shlyuz; 1 – tushiriladigan yassi zatvor; 2 – kema tashiydigan kamera; 3 – ikki tavaqali darvoza; 4 – kema tashiydigan yo'llar.

o'tkazish ularning korpusi mustahkamligiga yomon ta'sir qiladi. Kamerani gravitatsiya usulida ya'ni uni suv to'ldirish yoki kamaytirish yo'li bilan shuningdek, mexanik qurilmalar bilan siljitish mumkin.

Katta bosimlarda kema ko'targichlar odatdagi shlyuzlarga qaraganda bir qator afzalliklarga ega, chunki kemalarni o'tkazishda suv sarfini minimumgacha kamaytirishga imkon yaratiladi, o'tkazish vaqti deyarli ikki marta qisqaradi va shu bilan birga kema yo'lining o'tkazish qobiliyati oshadi.

Katta gidrouzellar qurilish munosabati bilan kema o'tkazuvchi inshoot turini tanlash sinchiklab o'rganiladi. Bajarilgan texnik - iqtisodiy tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, qarab chiqilgan hamma turdagi kema o'tkazuvchi inshootlardan kapital quyilmalar, ekspluatatsiya xarajatlari va yuk aylanish bo'yicha eng tejamlisi qiya kema ko'targich hisoblanadi.

15.2. Baliq xo'jaligi gidrotexnika inshootlari

15.2.1. Daryodagi gidrotexnika inshootlarini baliq xo'jaligiga ta'siri va baliq zaxiralarini saqlash tadbirlari

Baliq xo'jaligi xalq xo'jaligining muhim tarmoqlaridan biridir. U juda ko'p miqdordagi qimmatbaho oziq-ovqat va sanoat uchu xomashyo beradi. Shu sababli respublikamizda gidrotexnika qurilishining rivojlanishi gidrouzellar bilan to'silgan daryolarda baliqlarni

saqlash va baliq zaxiralari ko'payishini ta'minlash dolzarb masalalardan biridir.

Daryoda barpo etilgan gidrotexnika inshootlari havzalarning tabiiy sharoitlarini jiddiy o'zgartiradi. Gidrotexnika qurilishini baliq xo'jaligiga ta'sir ko'rsatishi shundan iborat bo'ladiki, bunda o'tuvchi baliqlarni urug' qo'yadigan oldingi joylariga harakat qilish sharoitlari buziladi; inshoot hosil qilgan dimlanish yuqori befni suv bosishi natijasida baliqlarni tabiiy urug' qo'yish sharoitlari o'zgaradi; oqim boshqarilganda baliqlarni urug' qo'yish maydonlari kamayadi; urug' qo'yib bo'lgan baliqlarni orqaga qaytish sharoitlari yomonlashadi; baliq ko'paytirish gidrogeologik sharoitlari buziladi.

Daryoda dimlovchi gidrouzellarni qurilishini suv xo'jaligiga salbiy ta'sirini kamaytirish va yo'qotish uchun zarur bo'lgan maxsus tadbirlar o'tkaziladi. Ularning asosiylariga quyidagilar kiradi: 1) baliqlarni ko'chish davrida gidrouzelning ikkala yo'nalishi bo'yicha baliq o'tkazuvchi va baliq himoyalovchi inshootlar yordamida ularni o'tkazishni ta'minlash; 2) barpo etiladigan suv omboriga ko'l baliqlarni joylashtirish hamda yuqori befga yangi baliq urug' qo'yadigan joylarni tashkil qilish; 3) daryolarning quyilish uchastkalarida baliq yetishtirishni tiklash va yaxshilash, rostlangan suvlarini kamaytirilgan miqdorda suv bostirilishi ta'minlanadigan pastlik joylarda baliqlar urug' qo'yadigan yangi maydonlarni barpo etish orqali; baliqlar va tuxumdan chiqqan mayda baliqchalarni oqib borishini va hokazolarni ta'minlash uchun qayir joydagi ko'llar va eski o'zanlarni oqib o'tuvchi daryo tizimi bilan bog'lash yordamida amalga oshiriladi; 4) maxsus baliqchilik zavodlari qurish yo'li bilan baliqni sun'iy ko'paytirish;

5) baliq ovlash man qilinadigan zonalar tashkil qilish.

Baliq xo'jaligi gidrotexnikasi bir nechta yo'nalishlarga ega bular — dengiz, ko'l, hovuz va daryo. Bu bo'limda o'tuvchi va yarim o'tuvchi baliqlar uchun dimlangan daryolarning gidrouzellarida o'rnatilgan baliq o'tkazuvchi va baliq himoyalovchi yoki baliq to'suvchi inshootlar ko'riladi. Ular daryodagi gidrouzellarni qurishda, loyihalashda va ekspluatatsiya qilishda bevosita tegishli bo'ladi.

Baliqlarni ko'chishi uchun xizmat qiladigan gidrouzel maxsus inshootlari vazifasi bo'yicha ikkita asosiy guruhga bo'linadi: 1) baliq o'tkazuvchi; 2) baliq himoyalovchi yoki baliq to'suvchi.

Asosiy guruhning har bir inshooti ishlash xarakteri va konstruktiv belgilari bo'yicha ikkita alohida kichik guruhlarga bo'linadi: 1) baliq o'tkazuvchi inshootlar, ularda baliq bosimni mustaqil yengib o'tadi – novli baliq o'tuvchi joylar, hovuzli baliq o'tuvchi joylar, zinapoyali baliq o'tuvchi joylar, gidravlik baliq ko'targichlar; 2) baliq o'tkazuvchi inshootlar, ularda baliqni yuqori befga ko'chishi shlyuzlash yoki maxsus konteynerlardagi transport yordamida amalga oshiriladi – baliq o'tkazuvchi shlyuzlar, mexanik baliq ko'targichlar, suzib yuruvchi baliq ko'targichlar; 3) gidrouzel inshootlari, baliq o'tkazish uchun o'zgaruvchan to'lqinlar davrida moslashtiriladi – kema o'tkazuvchi shlyuzlar, GES suv tashlagichlari; 4) baliq himoyalovchi yoki baliq to'suvchi – to'suvchi to'rlar, mexanik va elektr to'suvchilar kiradi.

15.2.2. Baliq o'tkazuvchi joylar

Baliq o'tkazuvchi joylar beflardagi suv sathi tushishi 30 m gacha bo'lganda qo'llaniladi. Baliq o'tkazuvchi joylar baliq o'tkazuvchi inshoot turi bo'lib, ularda baliq suv oqimiga qarshi yuqori bef tomonga mustaqil harakat qiladi. Baliqlar harakatining muhim ko'rsatkichi tezlik hisoblanadi, chunki uning qiymati baliq o'tkazuvchi va baliq himoyalovchi inshootlarni to'g'ri loyihalashga va ekspluatatsiya qilishga imkon beradi. Baliq o'tkazuvchi joylarni tezligi shunday bo'lishi kerakki, baliq o'tkazuvchi joydan baliq oqimga qarshi suzishi kerak. Turli xildagi baliqlar uchun baliq yengib o'tadigan tezliklar har xil, shuning uchun baliq o'tuvchi joyda ularning maksimal qiymatlarini ma'lum bir chegaralarda tayinlanadi, odatda ular baliqlar engib o'tadigan tezlikdan kichik belgilanadi.

15.3-jadvalda tadqiqotlar asosida o'rnatilgan baliq yengib o'tadigan tezliklar qiymatlari keltirilgan.

15.3-jadval

Baliq yengib o'tadigan oqim tezliklari

Baliq turlari	Oqim tezligi, m/s
Lasoslar, forel, kumja, terex, shukalar	2,3...3,5
Usach, xarius, minoglar	1,5...1,8
Belobritsa, osetr, sevryuga, sudak, galavl, yaz	1,2...1,5
Sazan, lesh, okun, lin, ersh, plotva	0,...1,2

Oqim tezliklarini belgilashda umumiy ko'tarilish balandligini va ko'chish yo'li uzoqligini, ya'ni baliqni toliqqanligini ham hisobga olish kerak.

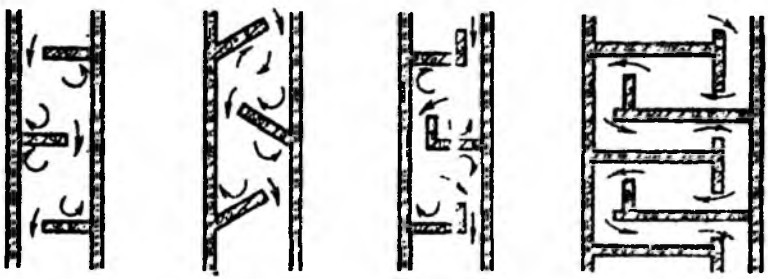
Konstruktiv xususiyatlariga ko'ra baliq o'tkazuvchi joylar novli, zinapoyali va hovuzli bo'ladi.

Baliq o'tkazuvchi novlar. Oddiy baliq o'tkazuvchi novlar uncha baland bo'lmagan to'silgan joylardan baliqlarni o'tkazishda o'rnatiladi, ular oddiy tezoqar ko'rinishida bo'ladi. Novlar konstruksiyasi bo'yicha silliq (bosim 1–1,5 m bo'lganda) va sun'iy g'adir-budurli (bosim 1,5...7 m bo'lganda). Nov nishabligi talab qilinadigan tezlikka ko'ra belgilanadi.

Oddiy baliq o'tkazuvchi novlarning kamchiliklaridan biri nov oxirida oqim chuqurligini kamayishi va tezlikni oshishidir. Shuning uchun chuqurlikni doimiy ta'minlash va tezlikni chegaralash uchun novlarda sun'iy g'adir-budurlik o'rnatiladi.

To'liq bo'lmagan ko'ndalang to'siqli novlar suv harakati yo'lini uzaytirish va suv oqimi tezligini kamaytirish uchun quriladi. Ularning ba'zi bir turlari va sxemalari 15.20-rasmda keltirilgan.

Bunday turdagi inshootlar qator uchastkalarga bo'linadi, ularda katta tezliklardagi zonalar dam olish zonalari bilan almashib turadi. Baliq katta tezlikda bu zonani sakrab o'tib girdobli zonaga tushadi. So'ngra u yo'nalishini aniqlab, tranzit oqimni topadi, uni yengib o'tib, yangi girdobli zonaga tushadi. Har 7...10 m dan keyin to'siqlarda kichik tezliklar bo'lgan dam olish sun'iy hovuzlar o'rnatiladi (tubi gorizontal).

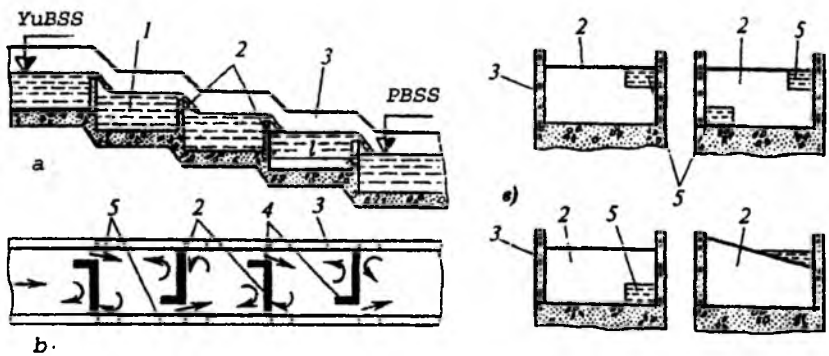


15.20-rasm. **To'liq bo'lmagan ko'ndalang to'siq turlari va joylashuv sxemalari.**

Qurilgan bunday turdagi baliq o'tkazuvchi joylar quyidagi ko'rsatkichlarga ega: yengib o'tiladigan bosim 2...27 m, nov kengligi 1,6...3 m, novdagi suv chuqurligi 0,4...1,6 m, baliq o'tkazadigan joy kengligi 0,35...0,6 m, suv sarfi 0,1...0,65 m^3/s, nov nishabligi 0,077...0,143, to'siqning o'tuvchi qismidagi tezlik 0,8...2,5 m/s.

Baliq o'tkazuvchi zinapoyalar. Bunday turdagi baliq o'tkazuvchi joylar ko'ndalang to'siqli tubi zinapoyali novdan tashkil topgan, ular qator ketma-ket hovuzlarni hosil qiladi (15.21-rasm). Baliqlarni to'siqlardan o'tish joyida suzib kiruvchi tirqishlar o'rnatiladi. Baliq harakatining xarakteriga ko'ra tirqishlar tubda (osetrali zotlar uchun) joylashtiriladi. U yoki bu turdagi baliqlarni o'tkazish uchun to'siqda ikkita tirqish o'rnatiladi, ularni nov kengligi bo'yicha har xil joyda joylashtiriladi. O'tadigan baliqlarni yon tomonga urilishdan saqlash uchun o'tuvchi tirqishlar yuqori tomonidan qisqa himoyalovchi devorlar o'rnatiladi.

Baliq o'tkazuvchi zinapoyalar uchun hovuz o'lchamlarini quyidagicha qabul qilish tavsiya etiladi: kengligi 3...3,5 m (katta daryolarda) va 1,2...1,5 m (kichik daryolarda); to'siqlar orasidagi masofa – 2...2,5 m; suv chuqurligi 1,75 m (katta daryolarda) va 1,2...1,2 m (kichik daryolarda). Osetrali va lososli turdagi baliqlar seksiyalar orasidagi tushish 0,3...0,5 m bo'lganda tezlik 1,2...1,5 m/s hisobla-



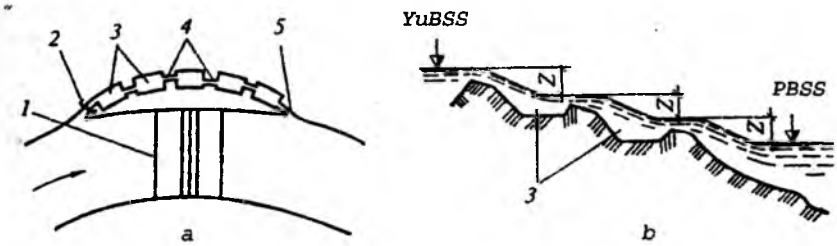
15.21-rasm. **Bal'iq o'tkazuvchi zinapoyaning sxemasi:**
a – bo'ylama kesim; b – plan; d–tirqishlarning joylashuvi; 1 – hovuzlar; 2 – ko'ndalang to'siqlar; 3 – bo'ylama devorlar; 4 – himoyalovchi devorlar; 5 – suzib o'tuvchi tirqishlar.

nadi, sudak, ribets, seld baliqlari uchun esa – tushish 0,15...0,25 m bo'lganda tezliklar 0,7...0,9 m/s hisoblanadi.

Baliq o'tkazuvchi zinapoyalar amaliyotda keng qo'llaniladi, ulardan har qanday turdagi baliqni o'tkazish mumkin. Ular bosim 30 m gacha bo'lgan gidrouzellarda qo'llaniladi.

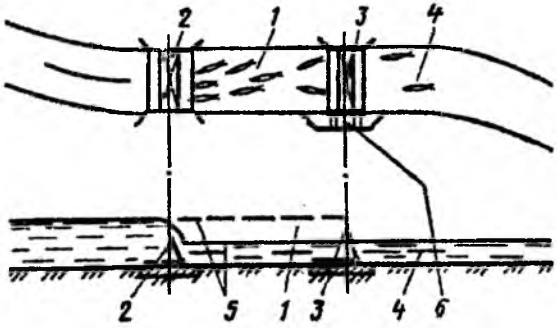
Baliq o'tkazuvchi hovuzlar. Bunday baliq o'tkazuvchi joylar topografik va geologik sharoitlari mos keladigan to'siqni (to'g'onni, sharsharani, ostonalarni) aylanib o'tuvchi qirg'oqlarda quriladi. Ular bir-biriga qisqa kanallar yoki novlar bilan birlashtirilib, bir qator hovuzlarni ifodalaydi (15.22-rasm a va b).

Qurilgan bunday turdagi baliq o'tkazuvchi hovuzlar quyidagi ko'rsatkichlarga ega: yengib o'tiladigan bosim 3...22 m, hovuzchalar soni 7...44, hovuzchalar orasidagi sathlar farqi 0,4...1,6 m, birlashtiruvchi kanallardagi suv chuqurligi 0,6...0,75 m, hovuzchalar chuqurligi 1,5...1,7 m.



15.22-rasm. **Baliq o'tkazuvchi hovuz a va b sxemasi:**
1 – to'g'on yoki sharshara; 2 – zatvorni chiqish kallagi; 3 – baliq o'tkazuvchi hovuzchalar; 4 – birlashtiruvchi kanallar; 5 – baliq o'tkazuvchi joyning kirish qismi.

Baliq o'tkazuvchi shlyuzlar (15.23-rasm) – bu ishlashi majburiy bo'lmagan inshootlar qatoriga kiradi, lekin ular davriy ishlaydi. Kichik daryolar sharoitida daryo uchastkasining umumiy kengligi shlyuz kamerasi bo'lishi mumkin. Katta gidrouzellar tarkibida bunday shlyuzni aylanma kanalda qurish mumk . Daryo kengligini 70 m gacha to'sadigan suv yuzasiga suzib chiqadigan zatvorlardan foydalanilganda, shlyuzlash balandligi 4...5 m gacha (bitta pog'onada) bo'lishi mumkin.



15.23-rasm. **Kichik daryoni suv yuzasiga suzib chiqadigan zatvorlar bilan shlyuzlash:**
1 – shlyuz kamerasiga aylantirilgan daryo uchastkasi; 2 – yuqori kallak; 3 – pastki kallak; 4 – baliq harakati yo'nalishi; 5 – shlyuzlashda suv sathining holati; 6 – aylanma zatvorlar bilan kanal.

Kichik daryolarda bunday shlyuz dimlovchi gidrouzel ham hisoblanadi, uning ta'sirida daryoning kichik suv sarflarida baliqlar urug' qo'yadigan qayir majburan suv bilan bostirilishi mumkin. Katta daryolar dimlanishidan hosil bo'ladigan baliq urug' qo'yadigan joylar ayniqsa kichik va o'rta daryolar quyilish uchastkalarida samarali bo'ladi.

15.2.3. Baliq ko'targichlar

Baliq ko'targichlar baliq o'tkazuvchilarga nisbatan katta afzalliklarga ega – ularda ko'chib yuruvchi baliqlar o'z energiyalarini sarflamasdan bosimni yengib o'tadi. Bundan tashqari gidravlik rejimni va qo'zg'atuvchi qurilmalarni qo'llash natijasida baliqlar harakatini ularning ergashib boruvchi to'dasini va baliq to'planadigan joyga kirishdan ularni suv omboriga chiqishgacha, ya'ni baliq o'tkazuvchi inshoot umumiy uzunligi bo'yicha ularning sonini nazorat qilishni amalga oshirish mumkin.

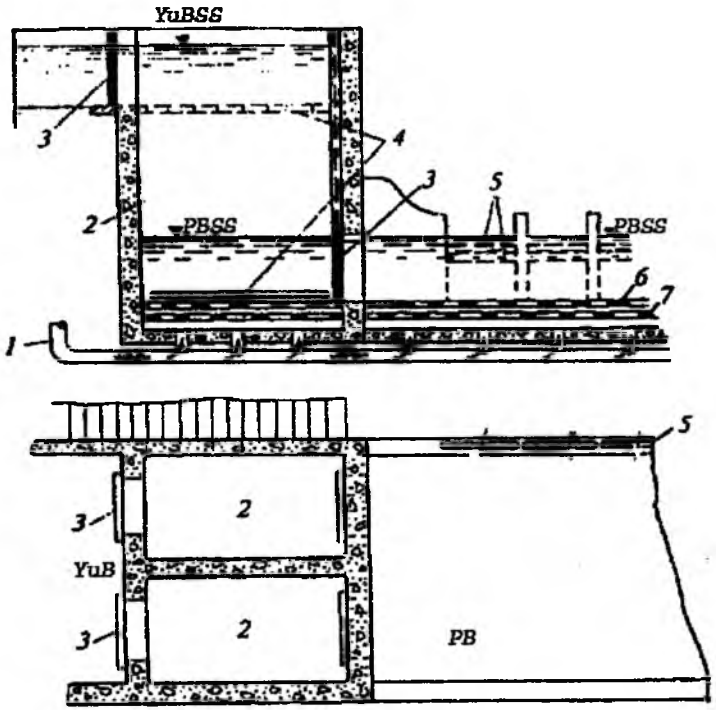
Baliq o'tkazuvchi inshootlarning kamchiliklariga ularning uzunligini kattaligi va iqtisodiy ko'rsatkichlari qoniqarsizligi, ko'chish yo'li yaqinida kirish qismini joylashtirish qiyinligi kirib, bu ularni ishlash sharoitlarini yomonlashtiradi.

Davriy majburiy ishlaydigan baliq ko'taruvchi inshootlar eng ixcham va tejamlidir. Gidrouzel tarkibidagi baliq ko'targichlarni suv tashlaydigan inshoot bilan yonma-yon joylashtiriladi, chunki ayniqsa oqadigan suv baliqlarni jalb qiladi.

Harakat prinsipi bo'yicha baliq ko'targichlar gidravlik va mexanik turlarga bo'linadi.

Gidravlik baliq ko'targichlar uch turga bo'linadi: 1) vertikal shaxtali; 2) gorizontal kamerali (baliq o'tkazuvchi shlyuz); 3) qiya kamerali (bosimli baliq ko'targich).

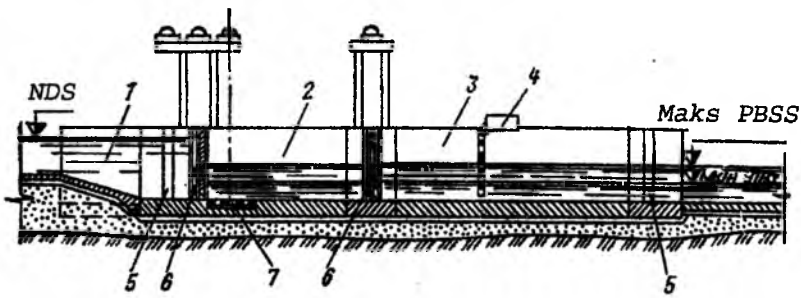
Vertikal shaxtali gidravlik baliq ko'targichlar (15.24-rasm). Qidiruv va borish yo'li zonasida katta tezliklar bo'lmasligi lozim, ularni baliqlar yengib o'ta olmaydi.



15.24-rasm. **Vertikal shaxtali gidravlik baliq ko'targich sxemasi:** 1 – to'yintiruvchi quvur; 2 – kameralar; 3 – zatvorlar; 4 – siljiydigan pol; 5 – shandorlar; 6 – yog'och panjarali pol; 7 – temir-betonli panjarali pol.

Bunday inshootlardan baliqni o'tkazish quyidagi tartibda olib boriladi. Baliq pastki befdan kamera(2) ga kirganda pastki zatvor (3) yopiladi va yuqori befdan suv maxsus to'yintiruvchi quvurlar (1) yordamida temir-betonli tirqishlar (7) orqali kamerani to'ldiriladi. Shaxtadagi suv sathi bilan NDS tenglashtirilganda yuqoridan zatvor (3) ochiladi va siljiydigan pol asta-sekin ko'tarila boshlaydi, kameraga kirgan baliqlar ko'tarilib va undan baliqlarni yuqori befga chiqarib yuboriladi. So'ngra yuqoridagi zatvor yopilib, pastdagisi ochiladi va pastki befdagi maxsus quvurlar orqali kamera bo'shatiladi. Bu vaqtda ikkinchi kamera baliqlarni ko'taradi, birinchisi esa baliqni yig'a boshlaydi.

Gorizontal kamerali gidravlik baliq ko'targich (baliq o'tkazuvchi shlyuz). O'sha texnologik sxema gorizontal kamerali baliq ko'targichlarda ham saqlanadi (15.25-rasm) va kichik bosimli gidrouzellarni qurish uchun tavsiya etiladi. Bunday baliq o'tkazuvchi shlyuzlar vertikal shaxtali baliq ko'targichlardan ishchi kamerasining shakli bilan farqlanadi, u bu yerda kema o'tkazuvchi shlyuz kameralari kabi bajariladi. Baliq o'tkazuvchi shlyuzlarning zamonaviy konstruksiyalarida ishchi kamera to'yintirish bloki funksiyasi ham bajariladi. Shuning uchun uning ishchi zatvorlarga ponasimon zadvijkalar o'rnatiladi. Bunday turdagi baliq o'tkazuvchi shlyuzlar Kochetov gidrouzelida (Don daryosi), Volga daryosining tarmoqlangan quyilish joyidagi suv ayirgichda qurilgan. Taxiatosh gidrouzelida



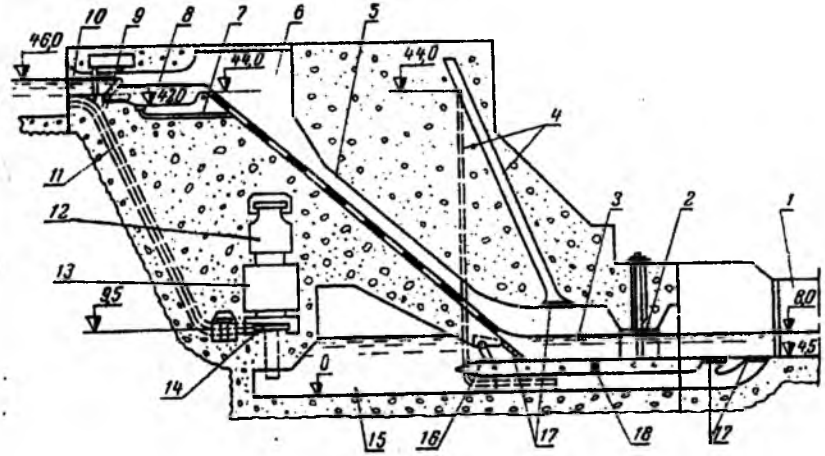
15.25-rasm. **Gorizontal kamerali gidravlik baliq ko'targich (baliq o'tkazuvchi shlyuz) sxemasi:**
1 – chiquvchi yuqori nov; 2 – ishchi kamera; 3 – baliq to'plovchi; 4 – qo'zg'atuvchi qurilmalar; 5 – ta'mirlash pazi; 6 – ponasimon tirqishli ishchi devor; 7 – ixtiologik maydoncha.

(Amudaryo daryosi) yanada oddiyroq baliq o'tkazuvchi shlyuz qurilgan, unda baliq to'plovchi va ishchi kamera birga qo'shilgan.

Qiya kamerali gidravlik baliq ko'targichlar. Bu turdagi baliq ko'targichlar shaxtali ko'targich turidan shu bilan farq qiladiki, baliqni ko'taruvchi vertikal shaxta o'rniga qiya kamera o'rnatiladi, unda suv oqimi hosil qilinib, u bo'yicha baliq mexanik harakat qiladigan qurilmasiz mustaqil ko'tariladi (15.26-rasm).

Qiya kameraning pastki qismiga baliqlar 10 m^3/s suv oqimi bilan jalb qilinadi, u turbina (14), pastdagi klapanli zatvor (16), panjara (17) va kameraning quyi qismiga ochiq zatvor (2) orqali o'tkaziladi.

Shundan so'ng kameraning pastki qismi zatvorlari (16) va (2) yopiladi va yuqori befdagi klapanli zatvor (9) orqali suv birlashtiruvchi kameraning qiya qismi (5) ga tushiriladi va ko'tariladigan



15.26-rasm. **Qiya kamerali gidravlik baliq ko'targich sxemasi:** 1 – keluvchi kanal; 2 – kiruvchi tirqishning yassi zatvori; 3 – kameraning pastki qismi; 4 – suv tashlash sifoni; 5 – kameraning qiya qismi; 6 – kameraning yuqori qismi; 7 – chiqaruvchi quvur; 8 – kameraning yuqori qismidagi tinchlantiruvchi hovuz; 9 – yuqoridagi klapanli zatvor; 10 – chiquvchi tirqish; 11 – kichik agregatli turbinali quvur; 12 – kran o'rnatiladigan xona; 13 – regenerator xonasi; 14 – kichik agregat; 15 – ketuvchi kanal; 16 – pastdagi klapanli zatvor; 17 – panjara; 18 – bo'shatuvchi qayta tushirilish klapan.

suv bilan birga baliq asta-sekin bu kamera bo'yicha ko'tarilib boradi. Kamerani qiya qismini to'liq to'ldirib turish uchun yuqori befdan 3,5 m^3/s sarf o'tkaziladi, sifon qurilma (4) orqali kichik agregatning ketuvchi kanaliga tashlanadi.

Baliqlar yuqori befga chiqqandan keyin zatvor (9) yopiladi va tirqish (18) orqali kamera suvdan bo'shatiladi. So'ngra kamera pastki qismining zatvorlari (16) va (2) ochiladi va shlyuzlashning yangi davri boshlanadi.

Bu turdagi baliq ko'taruvchi shlyuzlar orqali baliqlarning har qanday turini va o'lchamini erkin holda ham yuqoriga, ham pastga o'tkazish mumkin.

15.2.4. Baliq o'tkazishning boshqa usullari

Gidrouzellardan baliq o'tkazish uchun yuqorida ko'rib chiqilgan inshootlardan tashqari, boshqa usullar ham mavjud.

Kema o'tkazuvchi shlyuzlardan foydalanish. Kuzatuvlar shuni ko'rsatdiki, gidrouzellarda baliqlarning ko'p qismi pastki befga kema o'tkazuvchi shlyuzlar orqali o'tadi. Maxsus tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, ishlab turgan kema o'tkazuvchi shlyuzlarni texnik jihatdan baliq o'tkazish uchun moslashtirsh mumkin va iqtisodiy nuqtayi nazaridan maqsadga muvofiq hisoblanadi, ayniqsa qurib bitkazilgan gidrouzellarda baliq o'tkazuvchi inshootlarsiz uni amalga oshirish oson kechadi. Buning uchun suv omborida NDS dan yuqori bo'lgan suv zaxiralarini hosil qilish va uni kameralarni shlyuzlash davrlarida shlyuz orqali asta sekin tashlab yuborish; kerakli joylarda yo'naltiruvchi turlarni o'rnatish; faqat baliq o'tkazish uchun tunda bir necha bor qo'shimcha shlyuzlash o'tkazish zarur.

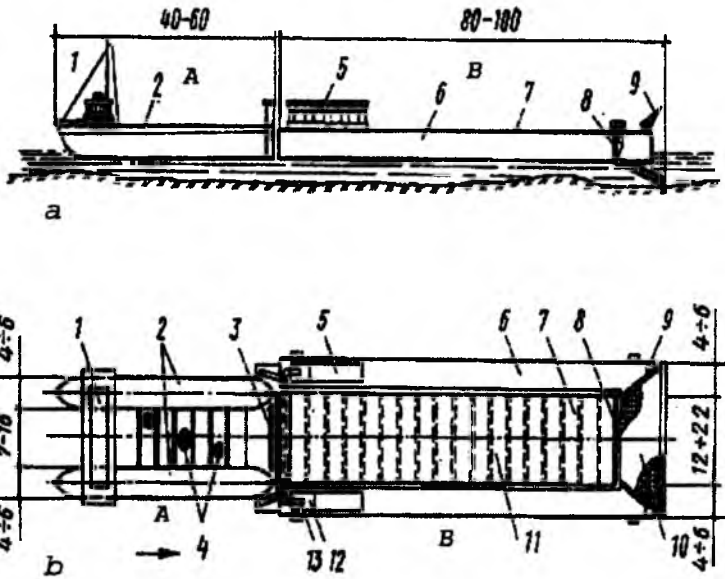
Suzib yuruvchi baliq ko'targich qurilmasi. Bunday qurilma ikki qismdan, ya'ni baliq to'plovchi va baliqlarni tashiydigan konteynerdan tashkil topadi (15.27-rasm). Uzunligi 60...80 m va kengligi 10 m dan kichik bo'lmagan baliq to'plovchi B suzuvchi nov ko'rinishida bo'ladi, uning oxirgi qismi yuqorisiga A konteyneri ulangan, pastdagisiga esa – daryo tubini baliq to'plagich tubi bilan birlashtiruvchi qiya panjara (10) sharnir bilan mahkamlangan.

Baliq to'plagich yakorda yoki har tomonga tortib qo'yib gidrouzel pastki befida o'rnatiladi, bunda uning joylashgan o'rni baliqlar eng ko'p to'plangan joy bo'yicha aniqlanadi.

Chunki baliq to'playdigan novning ikkala tomoni ochiq, gidroelektrostansiyadan yoki suv tashlaydigan oqim u orqali o'tadi. Agar oqim baliqlarni jalb qiluvchi oqimni hosil qilish uchun yetarli bo'lmasa, u holda daryoning shu joyidagi tezlikdan 0,2...0,3 m/s dan katta bo'lgan chiqish tezligini nazarda tutgan holda, baliq to'plagichning nasos qurilmasi (12) dan qo'shimcha suv sarfi beriladi.

Ixtiologik maydonchada joylashgan hisoblagich yordamida baliqning miqdori va to'planish vaqti aniqlanadi va shundan keyin u yetarlicha yig'ilgandan so'ng, qo'zg'atuvchi qurilmalar (8) yordamida uni konteynerga o'tkaziladi.

Konteyner bortlardan – po'kaklardan, suv o'tkazuvchi tubdagi to'r (4) dan va xuddi shunday zatvorlardan tashkil topgan. Konteyner ajratilgandan keyin uni shatak yordamida kema o'tka-



15.27-rasm. **Suzib yuruvchi baliq ko'targich qurilmasi:**
a – tashuvchi katamaran (A); b – baliq ushlovchi qism (B); 1 – xizmat xonasi; 2 – korpus; 3 – to'rli zatvor; 4 – to'rli tub; 5 – xona va laboratoriya; 6 – korpus; 7 – nov; 8 – qo'zg'atuvchi qurilma; 9 – panjara ko'tar-gichi; 10 – panjaralar; 11 – novning hamma tomoni berk tubi; 12 – nasoslar; 13 – nasoslar quvurlari.

zuvchi shlyuz orqali suv omboriga va gidrouzeldan uzoqroq masofaga, ya'ni baliqlar gidrotexnika inshooti orqali pastki befga tushib ketmaslik ehtimoli bo'lmagan joyga olib boriladi va ular chiqarib yuboriladi. Gidrouzelda kema o'tkazuvchi shlyuz bo'lmaganda konteynerni avtomashinalar yordamida, temir yo'l yoki arqonli yo'l bo'yicha tashiladi.

Doimiy qurilmalarga nisbatan suzib yuruvchi baliq o'tkazuvchi inshootlar bir qator afzalliklarga ega: joylashishidan va gidrouzelda inshootlar tarkibidan qat'i nazar ularni o'rnatish mumkinligi; suv omboridan qo'shimcha suv chiqarish bilan bog'liq bo'lmagan holda avtonom ishlashi; harakatchanligi, ularni pastki befda baliq to'planishi kuzatilgan uchastkalarda istalgan miqdorda o'rnatish mumkinligi; suzib yuruvchi qurilmasini tayyorlash narxi, doimiy baliq o'tkazuvchi inshootiga qaraganda ancha kamligi.

Suzib yuruvchi baliq ko'taruvchi inshootlarning kamchiliklariga quyidagilar kiradi: ularni yuqori bosimli gidrouzellarda qo'llab bo'lmasligi; ekspluatatsiya qilish tajribasi yo'qligi.

15.2.5. Baliqlarni himoyalovchi qurilmalar va baliq o'tkazuvchi inshootlar ishlashini yaxshilash tadbirlari

Baliqlarni himoyalovchi qurilmalar. Daryo oqimidan foydalanib yerlarni sug'orishda, aholi punktini ichimlik suvi bilan ta'minlashda va elektr energiya ishlab chiqarishda olinadigan suv bilan birga tuxumdan chiqqan mayda baliqchalar va katta yoshli baliqlar tizimga tushadi. Bu oqim bo'yicha oqib kelayotgan baliqlarni halok bo'lishiga va ayniqsa tuxumdan chiqqan ko'plab mayda baliqchalarni halok bo'lishiga olib keladi. Shuning uchun baliqlarni va tuxumdan chiqqan yosh baliqchalarni saqlab qolish uchun har xil turdagi baliq himoyalovchi qurilmalar qo'llaniladi.

Qo'llanish xarakteri bo'yicha baliq himoyalovchi qurilmalar quyidagi turlarga bo'linadi: harakatlanmaydigan to'rlar va panjaralar, mexanik to'sgichlar va elektr to'sgichlar.

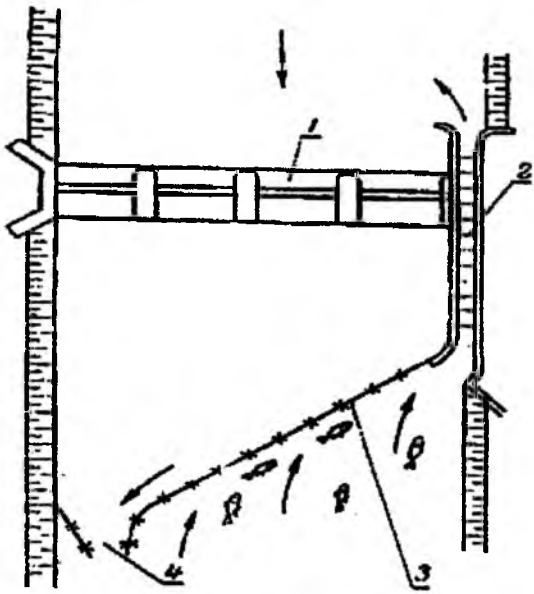
Harakatlanmaydigan to'rlar va panjaralar. Baliqlarni ma'qul bo'lmagan joylarga va uning yo'nalishi baliq o'tkazuvchi kirish tirqishiga tomon bo'lsa, baliqlarni keluvchi yo'llarini to'sish uchun to'rlarni va panjaralarni gidrouzelning ikkala befida o'rnatilishi mumkin.

15.28-rasmda gidrouzel pastki befida joylashgan to‘suvchi va yo‘naltiruvchi to‘rlar sxemasi keltirilgan.

To‘rlar va panjaralar oqim yo‘nalishiga burchak ostida joylashtiriladi. To‘r diametri 1,5...2 mm li rux yoki mis simdan yoki kapron-dan tayyorlanadi va po‘kaklarga ilinib qo‘yiladi. Panjaralar metall simlardan tayyorlanadi. Sterjenlar orasidagi masofa panjaraning vazifasiga va baliqlarning o‘lchamlariga ko‘ra qabul qilinadi.

To‘r va panjaralarning asosiy kamchiliklaridan biri, ularni doimiy axlatdan tozalab turish lozim, aks holda gidroelektrostansiya oldida dimlanish hosil bo‘ladi.

Sug‘orish kanallaridagi mexanik to‘sgichlar. Katta yoshdagi va tuxumdan chiqqan yosh baliqchalarni sug‘orish kanallariga va nasos stansiyalarining so‘ruvchi quvurlariga tushishidan saqlash uchun har xil turdagi mexanik to‘sgichlar qo‘llaniladi. Mexanik to‘sgichlar kanallarning bosh qismida o‘rnatiladi va to‘r bilan qoplangan bara-



15.28-rasm. **Yo‘naltiruvchi to‘rni o‘rnatish sxemasi:**
1 – to‘g‘on; 2 – baliq o‘tuvchi joy; 3 – yo‘naltiruvchi to‘r; 4 – baliqlarni o‘tkazadigan tirqishlar.

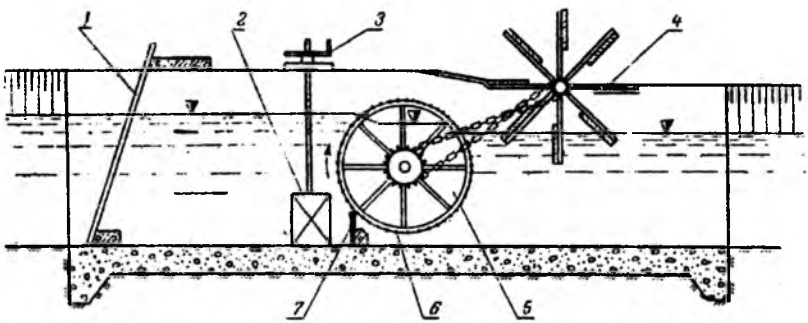
ban yoki alohida parrakli ko'rinishda bo'ladi (15.29-rasm), ularni suv g'ildiragi yoki elektromotor bilan harakatga keltiriladi. To'sgich bilan ushlab qolingan baliqlar tubda joylashgan maxsus tirqish yoki nov orqali qayta daryoga chiqarib yuboriladi.

Metall to'r tirqishlari o'lchamlari 6x6 mm. Baraban o'lchamlari suv chuqurligiga va kanalning kengligiga ko'ra aniqlanadi. O'rnatib bo'lgandan keyin baraban yuqorisi kanaldagi maksimal suv sathidan 15...20 sm yuqori bo'lishi kerak.

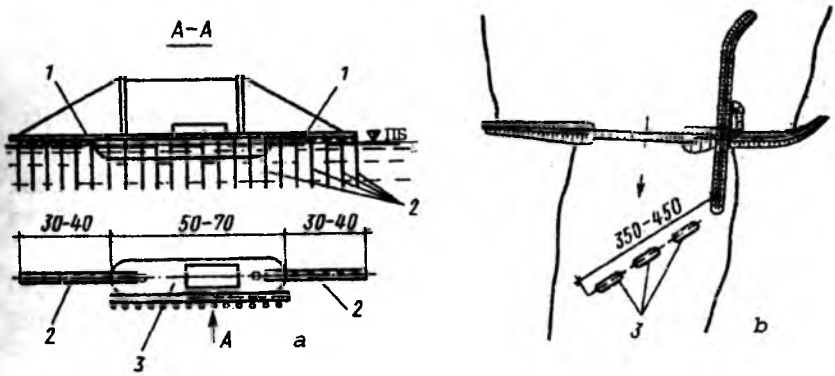
Baliqlarni va tuxumdan chiqqan yosh baliqchalarni nasos qurilmalari so'ruvchi quvurlariga tushmasligidan himoyalash uchun o'zi tozalanadigan mexanik baliq to'sgichlar o'rnatiladi.

Elektr to'sgichlar. Zamonaviy gidrouzellarda ko'p hollarda elektr ta'siridagi to'sgichlar qo'llaniladi. Ularning qo'llanilishi baliq organizmiga elektr maydonini qo'zg'aydigan ta'siriga asoslangan. Uning harakat yo'lida metall troslarga ulangan qator vertikal elektrodlar joylashtiriladi. Elektrodlar atrofida kuchlanish ostida elektr maydoni hosil bo'ladi yoki u ko'chadigan baliqlarni to'xtatib qoladi yoki uning harakatini kerakli yo'nalishga o'zgartiradi. Bunday qurilma afzal, to'rli va mexanikdan shu bilan farq qiladiki, bunda tozalash talab qilinmaydi va oqim tezligi 1,5...2 m/s bo'lganda qo'llaniladi. Bunda to'siladigan oqim kengligi chegaralanmaydi (15.30-rasm).

Elektr baliq to'sgichlar ahamiyatli kamchiliklarga ega, ulardan asosiylari quyidagilar: 1) tuxumdan chiqqan baliqchalarni himoya qilish uchun ularni yaroqsizligi; 2) tuxumdan chiqqan aktiv ba-



15.29-rasm. **To'rli mexanik to'sgich:**
1 – dag'al panjara; 2 – baliqni o'tkazuvchi tirqish; 3 – zatvor ko'targichi; 4 – suv g'ildiragi; 5 – baraban; 6 – to'r; 7 – tubdagi zichlagich.



15.30-rasm. **Elektr baliq to'sgich:**
a – elektr baliq to'sgichli snaryad; b – gidrouzelning sxematik plani; 1 – elektrodlarni osib qo'yadigan konsolli ferma; 2 – elektrodlar; 3 – o'zi yurmaydigan barja.

liqchalarni samarali himoya qilish bo'yicha ularni qo'llash uchun yetarlicha ma'lumotlarning yo'qligi; 3) katta miqdordagi elektroenergiyaning sarflanishi va ularni o'rnatish uchun uskunalarning zarurligi.

Baliq o'tkazuvchi inshootlar ishlashini yaxshilash tartiblari. Baliq o'tkazuvchi inshootlar yaxshi ishlashining muhim shartlaridan biri gidrouzel inshootlari umumiy majmuasida ularning joylashadigan o'rnini to'g'ri tanlashdan iborat. Bu masalani yechishda talay qiyinchiliklar uchraydi, masalan, inshoot oldida har xil turdagi baliqlar to'planish joyini aniqlash, gidrouzel o'zgaruvchan sharoitlarda ishlaganda ularning xulqi va hokazolar.

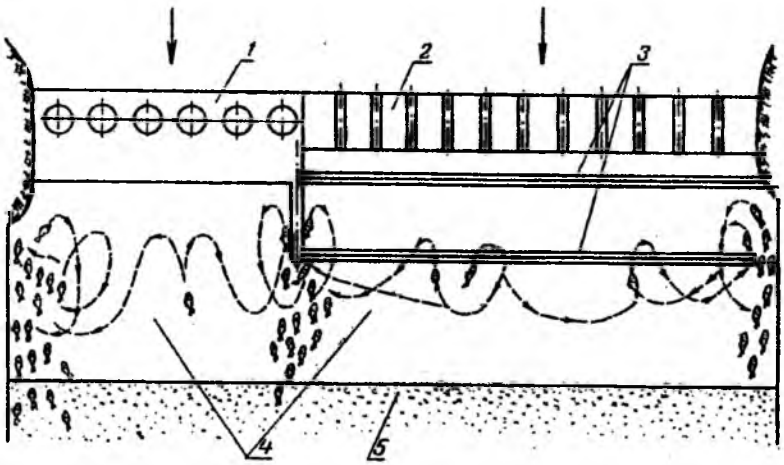
Gidrouzelning hamma asosiy inshootlari bitta stvorda joylashganda va to'g'on orqali baliq o'tish davrida suv o'tkazilganda, baliq o'tkazuvchi inshootlarni qirg'oqlar yaqinida va to'g'onni gidroelektrostansiya bilan tutashgan joyi yaqinida joylashtirish mumkin. 15.31-rasmda to'g'on va gidroelektrostansiya bir vaqtda ishlaganda gidrouzel pastki befida baliqlarning harakati ko'rsatilgan.

Keng daryolar uchun, umumiy front bo'yicha baliqlar intensiv (jadal) harakatlanganda, bir nechta baliq o'tkazuvchi inshoot o'rnatish maqsadga muvofiqdir. Ko'p hollarda ular uchun eng qulay joylar qirg'oqdagi chekka devorlar va gidroelektrstansiya va to'g'on orasidagi ajratuvchi devorlar hisoblanadi.

Vodoslivli to‘g‘on qiya joylashtirilganda baliq o‘tkazuvchi inshootlar uchun eng yaxshi joy uning yuqori qismining oxiri hisoblanadi. Agar baliq o‘tish davrida to‘g‘on orqali suv o‘tkazilmasa, baliq o‘tkazuvchi inshoot gidroelektrostansiya yaqinida joylashtiriladi. Kirish qismi konstruksiyasi oldida imkoniyat boricha baliqlarni chalg‘itadigan uyurmalarni hosil bo‘lishiga yo‘l qo‘ymaslik kerak. Baliqlarni yaxshiroq jalb qilishda, baliq uchun yetarlicha kuchli va sezilarli yangi oqim yaratish lozim.

Chiqish tirqishidan oqib chiqayotgan oqim tezligi asosiy oqim tezligiga teng va undan yuqori va kirish qismiga oqim yo‘nalishi baliq kelishi uchun qulay bo‘lishi kerak. Baliq o‘tuvchi joyga va novga kirish qismlarining yuqorisi ochiq va yaxshi yoritilgan bo‘lishi kerak. Kirish qismini kemalar, qayiqlar va oqova suvlar chiqish qismlari zonasida joylashtirish mumkin emas.

Baliqlarni oqim ergashtirib ketmasligi va ularni pastki befga tashlamasligi uchun, baliq o‘tkazuvchi inshootlarning pastki befga chiqish qismini vodoslivli tirqishlardan va gidroelektrostansiya binosidan yetarlicha uzoqlikda joylashtiriladi.



15.31-rasm. **Gidrouzel pastki befida baliqlarning harakati:** 1 – GES binosi; 2 – betonli vodoslivli to‘g‘on; 3 – energiya so‘ndirgich; 4 – gidrouzel pastki befini sun’iy mustahkamlash; 5 – daryoning tabiiy o‘zani.

15.3. Yog'och o'tkazuvchi inshootlar

Yuqori befdan pastki befga yog'ochni o'tkazish uchun gidrouzel tarkibida yog'och o'tkazuvchi inshootlar mo'ljallanadi. Gidrouzel orqali o'tkaziladigan yog'ochning hajmiga, uni oqizish texnologiyasiga, yuqori bef sathini o'zgarishiga va pastki befda chuqurliklarni ta'minlanishiga ko'ra quyidagi turdagi yog'och o'tkazuvchi inshootlar qo'llanilishi mumkin: yog'och tushirgichlar – sol yo'llari; mexanik sol tashuvchi; sol o'tadigan shlyuzlar; sol-shlyuzlar; yog'och yuklagichlar hamda yog'ochlarni gidrouzel orqali mexanik tarzda ko'tarib (oshirib) o'tkazish.

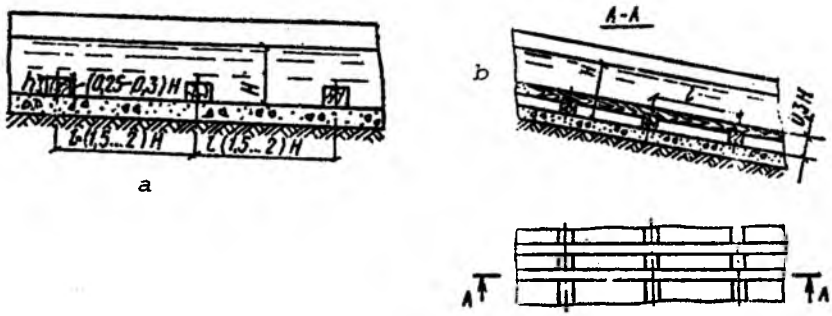
15.3.1. Yog'och tushurgichlar

Daryodan yog'ochlarni bog'lamay oqizishda gidrouzel orqali alohida yog'ochni gidravlik usul bilan yog'och tushurgich orqali o'tkaziladi, u zatvor bilan jihozlangan, to'g'ri burchakli yoki trapetsiadal kesimli alohida kirish qismiga ega bo'lgan ensiz novni ifodalaydi. Yog'och tushurgich novlarni yoki bevosita suv tashlaydigan to'g'onlarda va ularga yondashgan joyda, yoki gidrouzel betonli inshootlarni aylanib o'tish joylarida o'rnatiladi.

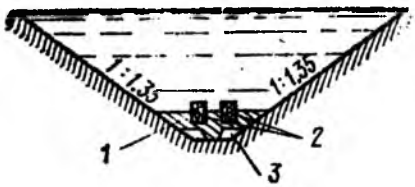
Yog'och tushurgichlarning g'adir-budursiz novlari nishabligi 1:10 gacha, kuchaytirilgan g'adir-budurlikda esa 1:5–1:10 gacha qabul qilinadi. Har xil turdagi nov g'adir-budurliklari yog'och tushurgichni ekspluatatsiya qilishda suv omboridan chiqadigan suv sarfini kamaytirish yoki yog'och o'tish tezligini kamaytirish uchun qo'llaniladi. To'g'ri burchakli kesimli yog'och tushurgichlarning nov tubida ko'ndalang bruslarni joylashtirish yo'li bilan kuchaytirilgan g'adir - budurlik hosil qilinadi (15.32-rasm, a). Bunday bruslar g'adir-budurlik koeffitsiyentini 0,022...0,027 gacha oshiradi. Ba'zi bir hollarda o'tkazilayotgan yog'ochlar orqali ko'ndalang bruslar shikastlanishini oldini olish uchun bu burslarga ko'ndalang bruslar kirgiziladi (15.32-rasm, b).

Trapetsiadal kesimli yog'och tushurgichlarda trapetsiadal to'siqlar yordamida kuchaytirilgan g'adir - budurlik hosil qilinadi (15.33-rasm).

Yog'och tushurgichlarni loyihalashda yuqori befdagi o'zgaruvchan navigatsiya sathida yog'ochni o'tkazishni ta'minlash zarur. Bunda



15.32-rasm. **To‘g‘ri burchakli kesimli yog‘och tushurgichlarda kuchaytirilgan g‘adir-budurlik:**
a – nov tubida ko‘ndalang bruslar ko‘rinishida; b – nov tubida bo‘ylama va ko‘ndalang bruslar ko‘rinishida.



15.33-rasm. **Trapetsiadal kesimli yog‘och tushurgichlarda trapetsiadal to‘siqlar ko‘rinishidagi bo‘ylama brusli kuchaytirilgan g‘adir - budurlik:**
1 – to‘siqlar; 2 – bruslar; 3 – tirgaklar.

yog‘ochni o‘tkazuvchi inshoot bosh qisminning quyidagi konstruktiv sxemalari mavjud:

1) ostona sath belgisi doimiy bo‘lgan – yuqori befdagi sath 0,5...0,8 m gacha o‘zgarganda qo‘llaniladi (15.34-rasm);

2) tubi yig‘ma qiyalik bilan (15.34-rasm, b) – yuqori befda suv sathi 1,5 m gacha o‘zgarganda qo‘llaniladi; yog‘ochlar asta-sekin yeyilishi natijasida yog‘och o‘tkazgich yuqori befdagi o‘zgaruvchan sathga moslashadi, bunda yog‘ochning berilgan zarur bo‘lgan diametrini o‘tkazish uchun, ostonada doimiy bosim tutib turiladi;

3) chig‘ir yordamida vertikal pazlar bo‘yicha bosh tayanchni siljishi va flutbet bo‘yicha pastki tayanchni sirpanishi bilan (15.15-

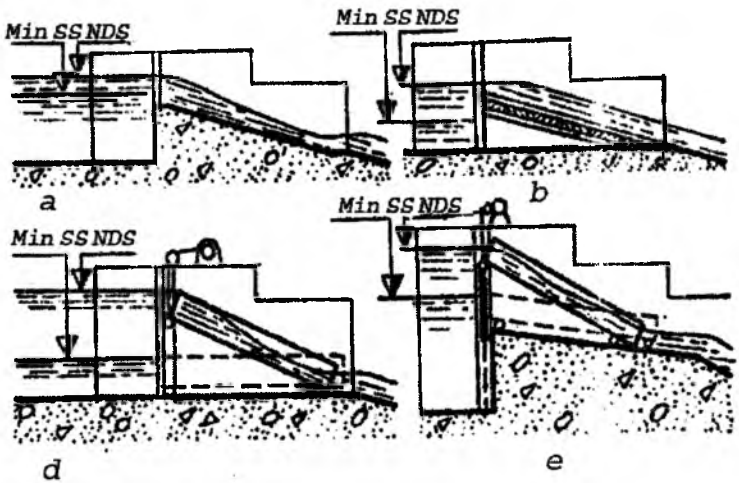
rasm, d) – katta miqdordagi yog'ochni o'tkazish zarur bo'lganda va yuqori befda sath 2,5 m gacha o'zgarganda qo'llaniladi;

4) sharnir bilan mahkamlangan tushiriladigan zatvorlar bilan (15.34-rasm, e) – yuqori befdagi sath 2,5 m gacha o'zgarganda qo'llaniladi.

Yog'och o'tkazgichlarning oqizib o'tkazish qobiliyatini, m^3/s, quyidagi formuladan aniqlash mumkin

$$N = 3600\varphi\omega\vartheta n, \qquad (15.31)$$

bunda: φ – kirish qismini yog'ochlar bilan to'lish koeffitsiyenti, yog'ochlar bir qatorda oqqanda 0,7, ikki qatorda oqqanda 0,6, uch qatorda oqqanda 0,5, to'rt qatorda oqqanda 0,4 va qatorlar soni ko'p bo'lganda 0,3...0,2; ω – o'rtacha diametrli yog'ochning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2; ϑ – suv omboridan yog'ochni novga kirish joyidagi oqim tezligi, m/s; n – yog'och qatorlari soni kengligi bo'yicha yog'och o'tkazgichning talab qilinishi bo'yicha qabul qilingan oqizib o'tkazish qobiliyati.



15.34-rasm. **Yog'och tushiruvchi inshootlar bosh qismining sxemalari:**

a – ostona sathi belgisi domimiy bo'lgan; b – shandorli tub bilan; d – vertikal pazlarda bosh tayanchni siljishi bilan; e – sharnir bilan mahkamlangan tushuriladigan zatvorlar bilan.

To'g'ri burchakli kesimli yog'och tushirgichning zarur bo'lgan kengligi quyidagi formuladan aniqlanadi

$$b = nd_{o'r} + 2c \qquad (15.32)$$

bunda $d_{o'r}$ – oqiziladigan yog'ochlarning o'rtacha diametri, m; c – yon tomondagi zaxira, 0,1...0,15 m qabul qilinadi.

Oqizuvchi novlardan tashqari yarim oqizuvchi novlar qo'llaniladi, ularda yog'och tub bo'yicha sirpanib yarim muallaq holda siljiydi: ularda suv chuqurligi 0,2...0,3 yog'och diametridan kichik bo'lmasligi kerak. Oqizuvchi novlarga nisbatan bunday novlar uchun kichik suv sarfi talab qilinadi va ularning nishabliklari (1:3 gacha) bo'lishi mumkin.

Bundan tashqari *ho'l novlar* mavjud bo'lib, ularda suv juda oz miqdorda sarflanadi va faqat yog'ochlarni silliqqina sirpanib tushishi uchun xizmat qiladi. Bunday novlarda suv qatlami 0,5...1,5 sm, nov kengligi 30 sm gacha qabul qilinadi. Ho'l novlar nishabliklari ancha katta – 0,4...0,5. Yog'och ho'l novlarning tubi suv o'tkazmaydigan bo'lishi kerak.

Yarim oqizuvchi va ho'l novlar odatda daryodan to'yinadi, ularning oqimi nisbatan katta bo'lmagan suv omborlaridan rostlanadi.

15.3.2. Sol yo'llari

Gidrouzel orqali solni oqizib o'tkazish uchun novlari keng bo'lgan maxsus inshootlar o'rnatiladi, ularni sol yo'llari deb ataladi. Sol yo'llari gidravlik hisobi tezoqar hisobi bilan bir xil. Sol yo'llari ikkita asosiy turga bo'linadi: 1) novlari keng bo'lgan yog'och tushurgich turidagi; 2) shlyuz kamerasi va novlar bilan.

Novlari keng bo'lgan sol yo'llari. Bunday turdagi sol yo'llari yog'och tushurgichlarga o'xshash va yog'och tushurgichlardan kengligi va nov shakli bilan hamda sollar harakati tezligini kamaytirish va sollar novdan pastki befga o'tishida uning oxirida mexanik urilishlarni kamaytirish uchun nov uzunligi bo'yicha maxsus moslamalari bilan farqlanadi. Bunday moslamalar ikki ko'rinishda bo'lishi mumkin:

1) alohida ramalardan tashkil topgan, bir-biri bilan sharnir bilan birlashtirgan, sol yo'li oxiriga mahkamlangan suzib yuruvchi pol (15.35-rasm); sol o'tkandan keyin yuqori befdan suv tashlash-

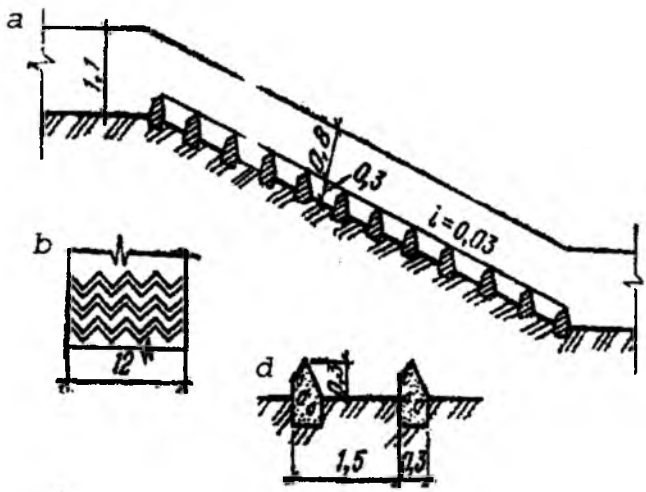


15.35-rasm. **Suzuvchi sharnir ramali sol yo'li sxemasi:**
1 – zatvor; 2 – suzuvchi sharnirli ramalar.

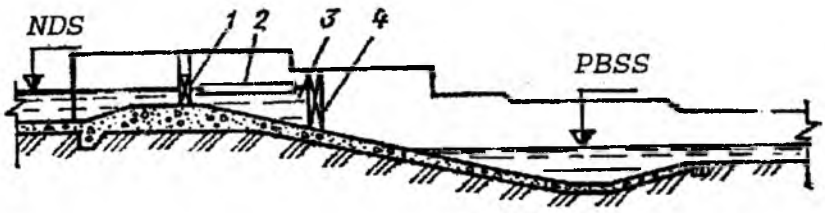
ni to'xtatish uchun, sol bosh qismiga tez harakat qiluvchi zatvor o'rnatiladi;

2) nov uzunligi bo'yicha planda siniq chiziqli tishlar ko'rinishidagi kuchaytirilgan g'adir - budurliklar (15.36-rasm); sol yo'lida chuqurlikni va oqim tezligini o'zgarmasligi sol tubida g'adir-budurlikni oshiruvchi tubdagi pog'onalar ta'minlaydi.

Shlyuz kamerali va novli sol yo'llari (15.37-rasm). Sol yo'llari orqali sollarni o'tkazishda suv sarfini tejash uchun ularni shlyuz kamerali qilib bajariladi, unda sol joylashadi. Shlyuz kamerasi ikkala



15.36-rasm. **Planda siniq chiziqli tishlar ko'rinishidagi g'adir-budurli sol yo'li sxemasi:**
1 – nov bo'ylama kesimi; 2 – tishlar plani; 3 – tishlar kesimi.



15.37-rasm. **Shlyuz kamerali sol yo'li sxemasi bo'ylama kesim:**
1 – bosh darvozalar; 2 – sol; 3 – shlyuz kamerasi;
4 – pastki darvozalar.

tomoni oxirida shlyuz darvozalari joylashtiriladi. Bosh darvozalar yopilgandan keyin va pastki darvozalar ochilganda kameradagi sol suv bilan birga sol yo'li bo'yicha pastki befga tushadi.

Tushishda buriladigan boshqarilmaydigan sollar uchun zarur bo'lgan sol yo'li kengligi, m:

$$B_p = l_D + 2(0{,}3...0{,}5), \qquad (15.33)$$

bunda l_D – eng katta sol diagonali uzunligi.

15.4. Eroziyaga qarshi inshootlar

15.4.1. Suv yig'uvchi maydonlarda gidrotexnika inshootlarining turlari va vazifalari

Eroziya deganda qor yoki muzlarning erishidan hosil bo'lgan suvlar, yomg'ir va jala suvlari yoki shamol ta'sirida tuproqni buzilishi tushuniladi. Suv eroziyasi tuproqni yuvilishga va o'pirilib ketishiga olib keladi va jarliklar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi.

Eroziyaga qarshi kurashish tadbirlariga, ayniqsa dastlabki bosqichida ularni amalga oshirishda, gidrotexnika inshootlari muhim ahamiyatga ega. Ba'zi bir holatlarda tuproqning yuvilishi, jarliklarning kengayib borishi shu qadar xavfli tus oladiki, bunda amaliy aralashishga to'g'ri keladi. Eroziya jarayonlarini yo'qotish yoki hech bo'lmaganda ularni to'xtatish gidrotexnika inshootlari yordamida amalga oshiriladi. Ular bir necha turga bo'linadi: suv yig'uvchi maydonlardagi, jarliklardagi bosh, o'zanda va tubda joylashgan inshootlar kiradi.

Suv yig'uvchi maydonlardagi inshootlarga quyidagilar kiradi: gruntli inshootlar, asosi keng bo'lgan yuqori oqimlarni ushlab qoluvchi tuproqli ko'tarmalar (vallar) – terrasalar va ushlab qoluvchi vallar. Ular oqimni to'liq yoki qisman tarqatadi, buning natijasida tuproq yuvilmaydi.

Jarliklar tepasidagi inshootlar jarlik tepa qismi kengayib borishi ko'priklarga, yo'llarga, temir yo'llarga, imoratlarga xavf tug'dirsa uni to'xtatish uchun qo'llaniladi. Ularga sharsharalar, tezoqarlar va konsolli sharsharalar kiradi. Bu inshootlar jarlik tepasiga tutashgan suv yig'uvchi maydondan hamma oqimni jarlik tubiga o'tkazish va yaqin bo'lgan daryoga quyilishiga imkon beradi.

O'zanda va tubda joylashgan inshootlar jarlikni chuqurlashib ketishiga qarshi kurashish uchun mo'ljallanadi. Ular zapruda ko'rinishida bajarilib, jarlik tubi bo'yicha suv harakati tezligini kamaytiradi.

15.4.2. Suv yig'uvchi maydondagi oddiy (gruntli) gidrotexnika inshootlari

Gruntli inshootlarning turlari. Gidrotexnika qurilish amaliyotida suv yig'uvchi maydonda eroziyaga qarshi quyidagi turdagi inshootlar qo'llaniladi:

1) gruntli inshootlar, yuza oqimlarni to'liq yoki qisman to'liq ushlab qoluvchi gorizontal vallar - terrasalar yoki asosi keng bo'lgan vallar;

2) qiya vallar-terrasalar va suv ushlab qoluvchi vallar;

3) yuqori oqimlarni xavfsiz tashlashini ta'minlaydigan inshootlar – oqimni tarqatib yuboruvchi, suv olib ketuvchi (suvni yo'naltiruvchi) vallar va tog'li joylardagi vallar.

Gorizontal vallar-terrasalar ishlov beriladigan qiyaliklarda, bog'larda, nishabliklari 6° gacha bo'lgan o'tloq barpo qilinadigan uchastkalarda va uncha katta bo'lmagan qiyaliklardagi pastliklarda barpo etiladi.

Gorizontal joylardagi vallarni imkoniyati boricha burilishlar sonini minimal va bir-biriga parallel qilib quriladi. Ular maydonlar va ishlab chiqarish uchastkalari chegarasiga bog'lanadi.

Vallar-terrasalar balandligi uncha katta bo'lmaydi va qiyaliklari juda yotiq bo'ladi. Odatda vallar balandligi 30 dan 60 sm

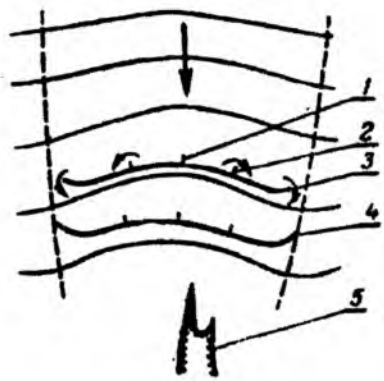
gacha o'zgaradi, asosining kengligi val balandligining kamida 10...12 karra qiymatiga teng bo'ladi.

Vallar-terrasalarni greyder yoki buldozer bilan terrasalarga bo'lib quriladi. Terrasalardagi qiyalik har xil nishabliklarga ega. Uni alohida uchastkalarga bo'linadi va har bir uchastka uchun o'rtacha nishablik topiladi.

Qiya vallar-terrasalar. Ortiqcha namlik va kam suv o'tkazadigan tuproq bo'lgan sharoitlarda qiya terrasalar qilinadi. Ularni gorizontga biroz burchak ostida uncha katta bo'lmagan bo'ylama nishablik bilan o'rnatiladi, bu holda suvning bir qismi tashlanadi, oqimning qolgan qismi esa tuproqqa o'tkaziladi.

Suvni eroziyaga nisbatan xavfsiz bo'lgan gidrografik tarmoqning o'tloq qilingan maydonlariga yoki maxsus suvni olib ketuvchi kanalga tashlanadi. Ushlab qolingan suv oqimida qiya terrasa yuvilishini oldini olish uchun nishablik o'zgaruvchan qabul qilinadi. Uni suv tashlash tomonga nishabligi 0,005 dan katta bo'lmagan qiymatlarda qabul qilinadi.

Suvni ushlab qoluvchi vallar jarliklarni kengayib ketishini to'xtatish uchun o'rnatiladi. Vallarni kengayib borishini jarlik tepasi yuqorisidagi jarlik uchastkasi bo'ylab gorizontallar bo'yicha joylashtiriladi (15.38-rasm). Oqimni ushlab qolish va suv yig'ish qiyaliklarini



15.38-rasm. **Jarlik tepasi oldida suvni ushlab qoluvchi vallarni joylashtirish:**
1 – ustidan suv o'tkazmaydigan peremichka; 2 – ochiq peremichka; 3 – ochiq shpora; 4 – ustidan suv o'tkazmaydigan shpora; 5 – jarlik.

jadal eroziya jarayonlaridan himoyalash maqsadida ularni suv yig'ish maydonida ham joylashtirish mumkin.

Vallar barcha holatlarda oqimni va eroziyani maksimal kamaytirish va suv yig'ish qiyaliklarini jadal eroziya jarayonlaridan himoya qilishi va boshqa eroziyaga qarshi tadbirlarga mos kelishi lozim.

Suvni ushlab qoluvchi vallar yarim qazilma - yarim ko'tarma ko'rinishidagi inshoot bo'lib, valdan va uchburchaksimon qazilma-ariqchadan tashkil topadi. Vallar mahalliy gruntdan balandligi $h = 0,8...2,0$ m (ba'zida 3 m gacha), tepasining kengligi $a = 2,5$ m gacha va qiyaliklari $m = 1,5...2,5$ bo'lgan trapetsiya shaklida quriladi.

Vallarning oxirgi qismlari qiyalik bo'yicha yuqoriga chiqarilib shpora hosil qilinadi, ular val bilan 100...1200 burchak ostida tutashadi. Shporalar ustidan suv o'tkazmaydigan (yopiq) yoki shpora oxirida vodosliv o'rnatilib ochiq bo'lishi kerak.

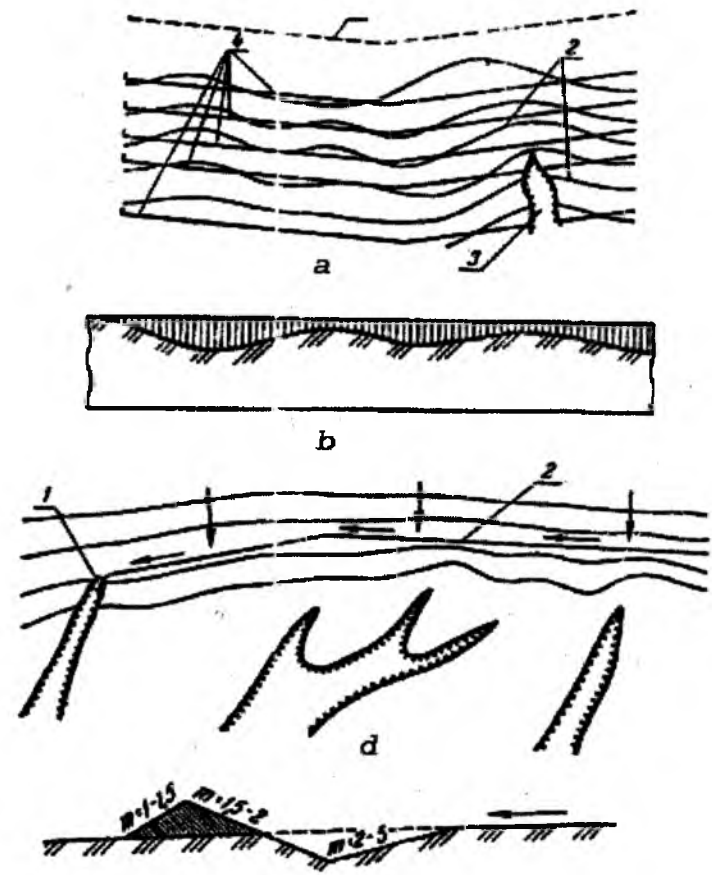
Oqib keluvchi suvni samaraliroq ushlab qolish uchun peremichkalar o'rnatiladi. Ularni har 50...100 m dan keyin val o'qiga to'g'ri burchak ostida joylashtiriladi. Havzacha o'rtasigacha peremichka tepasini val tepasi balandligi bilan bir xil qilinadi. Vallar uzunligi 400...500 m dan katta bo'lmasligi lozim.

Suvni olib ketuvchi va suvni yo'naltiruvchi vallar — ariqchalar. Eroziyaga qarshi amaliyotida suvni olib ketuvchi vallar—ariqchalar tepalari soni ko'p bo'lgan jarliklardan (15.39-rasm), yuqorida joylashgan terrasalar uchastkalari maydonlaridan, yo'llardan, havzalardan va boshqa inshootlardan yuza oqimlarni chiqarib yuborish uchun qo'llaniladi.

Suvni olib ketuvchi valning ko'ndalang kesimi trapetsiya yoki uchburchak shaklida bo'ladi. Ko'pincha vallar va ariqchalar valning quruq qiyaligi bilan 1...1.5, valning ho'l qiyaligi va ariqchaning pastki qiyaligi bilan 1.5...2.0, ariqchaning yuqori qiyaligi bilan 2—5 m qilib quriladi. Valning tepasi bo'yicha kengligi 2,5. Val tepasiga va qazilma tubiga zarur bo'lgan bo'ylama nishablik beriladi.

Suvni olib ketuvchi vallar—ariqchalarni 10% ta'minlanishdagi maksimal sarflarni o'tkazishga mo'ljallab quriladi. Ariqchaning nishabligi shunday qabul qilinadiki, bunda val bo'yicha suvning oqish tezligi tuproqning yuvilishga yo'l qo'yarlik tezligidan katta bo'lmasligi va o'z navbatida ariqchalarga cho'kindilar cho'kmasligi lozim. Shuning uchun ariqchalarning nishabligini 0,005...0,003 oralig'ida qabul qilinadi. Suv olib ketuvchi vallarni pastki uchlari suv qabul qiluv-

chi inshootga to'g'rilab qo'yiladi. Chuqur pastliklar bilan kesishganda val tanasiga drenaj qurilmalari o'rnatiladi, ular pastliklarda hosil bo'lgan hovuzchalardan suvni xavfsiz tashlanishini ta'minlaydi.



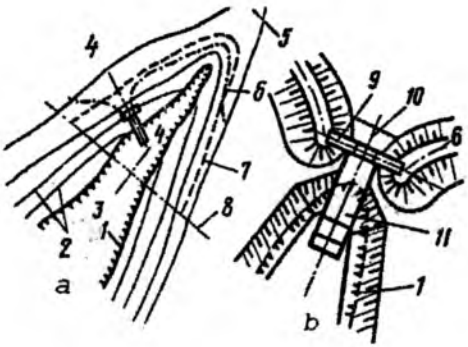
15.39-rasm. **Suvni ushlab qoluvchi vallar:**
a – to'g'ri chiziqli vallarni joylashish sxemasi (1 – suv ayirgich sxemasi; 2 – gorizontallar; 3 – jarlik; 4 – suvni ushlab qoluvchi vallar); b – to'g'ri chiziqli vallar bo'ylama kesimi. Suvni olib ketuvchi vallar; d – joylashish sxemasi (1 – suv tashlovchi inshoot; 2 – uchburchak kesimli suvni olib ketuvchi val); e – uchburchak kesimli suvni olib ketuvchi val ko'ndalang kesimi.

15.4.3. Jarlik tepasida o'zandagi va tubdagi eroziyaga qarshi gidrotexnika inshootlari

Jarliklar asosan katta nishabli joylarda hosil bo'ladi, bunda to'plangan suv oqimi katta tezliklarga va yuvish qobiliyatiga ega bo'ladi. Buning natijasida jarliklar yuvilib kengayib boradi. Uni oldini olish uchun gidrotexnika inshootlari quriladi.

Jarliklar kengayib bormasligi uchun, ularning tepalari gidrotexnika inshootlari bilan mustahkamlanadi (15.40-rasm). Jarlik tepasini mustahkamlashni ikkita sxema bo'yicha amalga oshirish mumkin: suv oqimini maxsus val bilan ushlab qolib va uni tutashtiruvchi inshoot (quvur, nov, sharshara, tezoqar) yordamida jarlikka tashlash yoki jarlik tepasi yaqinida suv tashlovchi inshootlari bo'lgan zaprudalarni qurish.

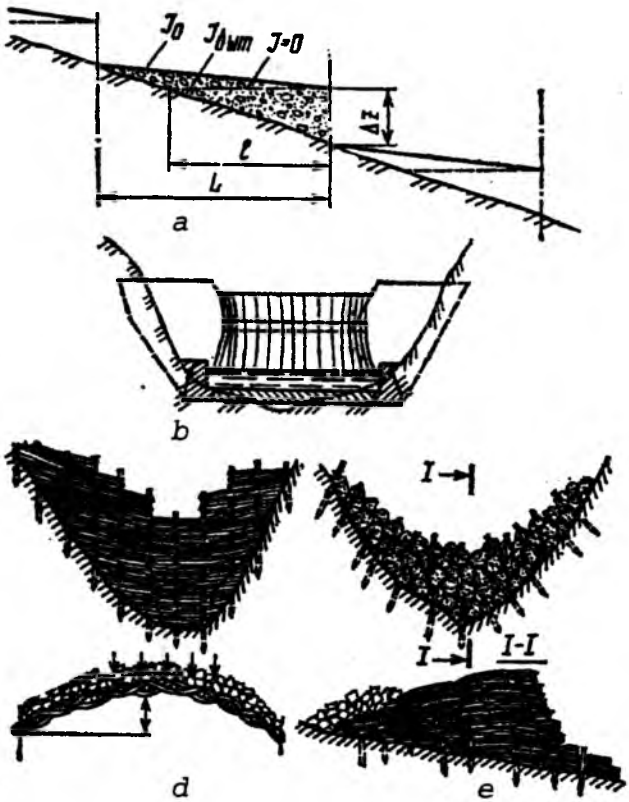
Jarlik tepasi mustahkamlangandan keyin uzunlik bo'yicha kengaymaydi. Ammo u bo'yicha oqayotgan suv tubni, qiyaliklarni yuvaveradi, ya'ni oqimning eroziya ta'sirlari davom etadi. Shuning uchun bir vaqtda jarlik tepasi va tubini mustahkamlash kerak.



15.40-rasm. **Jarlik tepalarini mustahkamlash variantlari:**
a – suv ushlab qoluvchi val yoki zaprudaiar yordamida; b – tezoqar bilan tutashtirish; 1 – jarlik qirrasi; 2 – gorizontallar; 3 – suv tashlovchi inshoot o'qi; 4 – konsolli suv tashlagich turidagi tutashtiruvchi inshoot; 5 – soylikning eng pastki qismi; 6 – suv ushlab qoluvchi valning o'qi; 7 – havzacha suv bilan to'lganda qirg'oqdagi chizig'i; 8 – zaprudaning o'qi (mustahkamlashning ikkinchi varianti); 9 – suv tashlovchi inshoot diafragmasi; 10 – ponur; 11 – tezoqar.

Mustahkamlashdan maqsad jarlik tubini yotiqroq qilish va oqim tezligini kamaytirishdan iboratdir. Bunga mustahkamlanmagan pog'onalarni o'rnatish yoki jar tubiga va qiyaliklariga o't ekib va changalzorlarni barpo etib katta gidravlik qarshiliklarni hosil qilish yo'li bilan erishiladi.

Konstruksiyasi va ishlatiladigan materialiga ko'ra dimlanish ΔZ ning qiymati qabul qilinadi (15.41-rasm, a). Bu dimlanishning ta'siri statik sathni tarqalish uzunligi $l = \Delta Z / I_b$ ko'rinishda aniqlanadi, bunda I_b – jarlik tubining tabiiy nishabligi. Jarlik tubi himoyalanganda



15.41-rasm. **Jarliklar tubini mustahkamlash:**
a – zapruda o'qlari bilan jarlik bo'yiama kesimi; b – doimiy zapruda (pastki befdan ko'rinish); d – chetan devorli zapruda; e – shox-shabbali yoki qamishli zapruda.

tik qiyaliklar yuvilishi va silliqlanishi davom etadi. Qiyaliklar buzilishi natijasida hosil bo'lgan material jarlik tubiga to'kiladi va shuning har bir zapruda oldida $I > \overline{O}$ nishablikdagi jarlik tubi shakllanadi. Tajriba tavsiyalariga ko'ra zaprudalar orasidagi masofani $L = 1{,}8\Delta Z / I_b$ qabul qilinadi.

Doimiy zaprudalar (15.41-rasm, b) betondan, temir-betondan, terilgan g'ishtdan bajariladi. Ularning asosiy elementi qoyaga o'yib kirgizilgan diafragma hisoblanadi. Yuqori bef tomoniga ponur o'rnatiladi. Oqim kengligini qayd etish uchun diafragmaga suv tashlash tirqishi o'rnatiladi. Tashlanadigan oqim energiyasini so'ndirishni ta'minlash uchun pastki befda zapruda oldidagi o'zan mustahkamlanadi. Dimlanish zonasida loyqa yig'ilgandan va ko'milgandan keyin jarlik tubi nishablikli bir qator pog'onalarga aylanadi. Pog'onalarga shunday nishablik beriladiki, bunda eroziya jarayonlari bo'lmaydi.

Jarliklar tubini va qiyaliklarini biologik mustahkamlash keng qo'llaniladi — unga o't ekib va changalzorlar barpo etiladi. Ammo jarlik qiyaliklari va tubi buzilganda changalzorlar va ekilgan o'tlar deyarli o'z faoliyatini to'xtatadi, shuning uchun tubni vaqtinchalik konstruksiyalar mustahkamlangandan keyin ularni har 1...1,5 yildan keyin qayta ekish kerak. Ular pog'ona tubida tushish balandligini ham hosil qiladi va eroziya jarayonlari to'xtashigacha tubning nishabligini kamaytiradi.

15.41-rasm, d da yakka chetan devorli zapruda keltirilgan. Ular diametri 50...80 mm qoziqlardan va so'ligan shox-shabbalardan (diametri 20...30 mm) qilinadi. Kenglikning 1/4...1/5 qismiga teng bo'lgan egilish egri chizig'i bilan egri chiziqli o'q bo'yicha belgilangan stvorda qoziqlar qoqiladi. Chetan devorli zaprudalar balandligiga va qoziqlarning mustahkamligiga ko'ra qoziqlar har 150...300 m dan keyin qoqiladi. So'ngra shox-shabbalar to'qiladi. U suv o'tkazadigan bo'lishi, uncha zich bo'lmasligi kerak, chunki suvda suzib yuruvchi jismlar bilan bekilib qolgan chetan devor gidrostatik bosim ta'siri 0,6...0,7 m bo'lganda qulaydi. Chetan devorlar balandligi 0,8...1 m dan katta bo'lsa, bir- biridan (0,6...0,8) ΔZ masofada ikki qatorli bajariladi.

Shuning uchun devorlarni to'qish yon devorlarni tayyorlash bilan bir vaqtning o'zida bajarilib, asosi bilan mahkamlanishi kerak. Quyilib tushayotgan oqimni planda qayd qilish uchun devor yu-

qorisi pasaytiriladi. Inshoot pastki qismi tagini suv o'yib yuvib ketmasligi uchun, inshoot old devori atrofida 0,3...0,4 m kenglikda oqimga qarshi qiyalik bilan 0,1...0,15 m qalinlikda poxol to'shaladi va zichlanadi: poxol ustidan esa 0,15...0,2 m qalinlikda mahalliy grunt to'kiladi. Mahalliy grunt qatlami qalinligi 0,15...0,2 m.

Vaqtinchalik zaprudalarni shox-shabbadan yoki qamishdan yengil fashinali qilib bajariladi. Fashinalarni yog'ochning to'g'on tomonidan bajarish afzal, u holda ulardan stlaneviyli to'g'on ko'rinishidagi zaprudani o'rnatish oson bo'ladi (15.41-rasm, e).

Jarlik tubiga va qiyaliklariga changal qalamchalari ekiladi. Nam jarliklarga tollar ekish ma'qul bo'ladi. Bir necha yildan keyin jarlik tubi pog'onali ko'rinishni oladi, vaqtinchalik zaprudalar chiriydi, pog'onalarni iloji boricha saqlab qolish uchun zapruda stvorlariga daraxt o'tkazish kerak, chunki daraxt tanalari qoziq vazifasini bajaradi.

15.5. Selga qarshi gidrotexnika inshootlari

15.5.1. Sel oqimlari to'g'risida tushuncha

Sel bu – tarkibida loyqalar va tog' jinslari bo'laklaridan (umumiy oqim massasining 75% gacha) tashkil topgan, vayron qiluvchi katta kuchga ega bo'lgan toshqin oqimidir. Sel oqimlari odatda tog' va tog'oldi hududlarda, tez yuviladigan gruntlardan tashkil topgan yonbag'irli tik havzalarda hosil bo'ladi. Ayniqsa yonbag'irli tik havzalardan chiqishda relyefning pasaygan joylari tor bo'g'iz ko'rinishida bo'lsa, kuchli sel oqimlari paydo bo'ladi. Bunday joylarda sel oqimlari to'xtaydi va yig'iladi, so'ngra esa uni buzib o'tib baland to'lqin ko'rinishida harakat qiladi. Sellar odatda qisqa muddatli, ular kamdan-kam 3...5 soatdan ortiq davom etadi, lekin ular katta tezliklar va solishtirma massasining kattaligi tufayli vayron qiluvchi kuchga ega bo'ladi. Sel oqimlari harakat qilganda kuchli shovqin kuzatiladi.

Yuqorida keltirilgan umumiy belgilarga qaramay, sel oqimlari paydo bo'lish tabiati va xarakteristikalari bo'yicha bir-biridan juda katta farq qiladi, buni selga qarshi inshootlarni loyihalarini ishlab chiqishda hisobga olish lozim. Kichik daryolarda sel oqimi har 10...15 yilda bir marta takrorlanadi. O'rtacha daryolarda tez-tez kuzatiladi, chunki ularga sel oqimi yoki bir, yoki boshqa irmoqdan keladi.

Hamma sel oqimlari uchun suv sarflarini juda tez ko'payishi, juda ko'p gruntni to'planishi va oqim tezliklarini sezilarli darajada

oshishi xarakterlidir. Katta daryolar suvi sezilarli darajada qo'shilganda sel oqimlari belgilari yo'qoladi.

Sel oqimlari keltiradigan zarar juda katta. Ularning o'zanlarda tor chuqurligi ancha katta, harakatlanadigan va juda tez siljiydigan, o'zining yo'lida hamma to'siqlarni buzadigan bo'ladi. Tog'dan chiqishda chuqurlik keskin kamayadi, suv oqib ketadi, oqimni qattiq tashkil etuvchisi harakatlanishini yo'qotadi va qattiq jinsga aylanadi.

Suv olib keladigan oqiziqlar har xil yiriklikdagi, il zarrali glinozemdan yirik bo'lakli qoyagacha bo'lgan cho'kindi qatlamlarini tartibsiz qorishmasini tashkil etadi. Unumdor tuproqli maydonlar gil beton bilan qoplangan bo'ladi, ularning hajmi yuz minglab va million kubometrlar bilan hisoblanadi. Ular daryodagi gidrotexnika inshootlarini, yo'llarni va hattoki aholi istiqomat qiladigan joylarni ko'mib yuboradi.

Sel oqimlari o'tishini zararli oqibatlarini oldini olish va kutilishi mumkin bo'lgan shakllanishni kamaytirish uchun tashkiliy, o'rmon–meliorativ va gidrotexnik tartiblar o'tkazish bilan erishiladi.

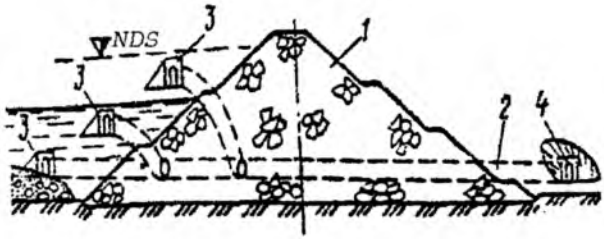
15.5.2. Sel oqimlari bilan kurashishda gidrotexnik tadbirlar va inshootlar

Selga qarshi chora-tadbirlar qiya joylardagi va o'zanlardagi turlarga bo'linadi. Qiya joylardagi tadbirlarning maqsadi sel massasi hosil bo'lishini oldini olish va yonbag'irlarda kanallarni va suvni olib ketuvchi kanallarni, qiyaliklarni terrasalash, ushlab qoluvchi dimlovchi devorlarni hamda qiyaliklarni ustuvorligini oshirish uchun ularda drenaj qurilishini o'z ichiga oladi.

O'zandagi tadbirlar qandaydir obyektni sel oqimi ta'siridan himoya qilish uchun mo'ljallanadi. Ular to'rt guruhga bo'linadi: selni ushlab qolish, selni olib ketish, selni o'tkazish, o'zanni mustahkamlash.

Selni ushlab qolish sel oqimlari aktivlik xavfini ancha kamaytiradi. U sel omborlarini barpo etish, ikki tomonni ochiq inshootlardan selni o'tkazish vaqtida sathni vaqtinchalik dimlash, yon tomonlarda tosh ushlab qoluvchi maydonchalarni tashkil qilish, cho'kindi ushlab qoluvchilarni o'rnatish bilan amalga oshiriladi.

15.42-rasmda ustidan suv o'tkazmaydigan sel ombori to'g'oni ko'rsatilgan. To'g'onni aylanib o'tgan, qoyali gruntni qazib o'rnatilgan tunnel suv tashlash uchun xizmat qiladi. Odatda suv sarflari

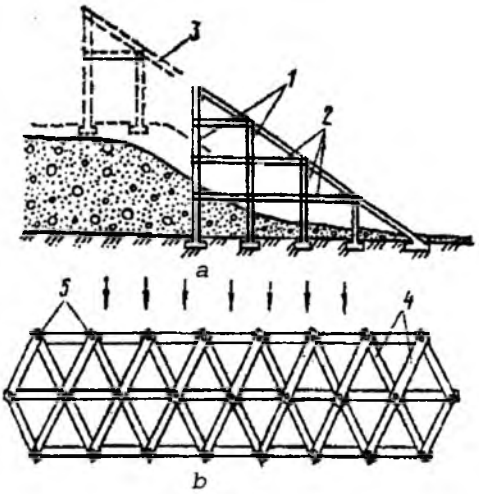


15.42-rasm. **Tosh-tashlama va tunnel suv tashlagichli sel ombori gidrouzeli:**
1 – gruntli to'g'on ; 2 – suv tashlovchi trakt; 3 – suv tashlagichga kirish; 4 – chiqish.

tunnel orqali o'tkaziladi. Katta sarfdagi sel oqimlarini o'tkazishda sathlar ko'tariladi va to'g'on oldida dimlanish zonasi shakllanadi, bunda yirik zarrali aralashma ushlab qolinadi. Sel ombori pastki qismiga cho'kindilar uyumi ko'payishi bilan uning cho'kindilarni ushlab qolish va o'zgartirish qobiliyati kamayadi. Sel ombori keyingi zonasini ishga qo'shish tunnel pastki kallagini yopish bilan amalga oshiriladi; yuqorida joylashgan kirish portali ishga tushadi. Sel ombori to'liq to'lganda to'g'onning balandligi oshiriladi yoki boshqa sel ombori quriladi.

Bunday inshootlar qimmat, shuning uchun sel oqimlarini ushlab qolish va qayta shakllanishi uchun ko'p ikki tomoni ochiq konstruksiyalar taklif etilgan. 15.43-rasm, a da M.S. Gagoshidze taklif etgan sel ushlagich keltirilgan. U temir-betonli ustundan qilingan bikr panjaradan va rigellardan tashkil topgan. Katak o'lchamlari: chuqurligi va kengligi bo'yicha – 2...4 m, uzunligi bo'yicha – 4...8 m. Oddiy holda oqim ustunlar orasidan oqadi, ular katta qarshilik ko'rsatmaydi. Sel oqimini o'tkazishda ikki tomoni ochiq to'siq elementlarining ko'p qismi oqim ichida qoladi va inshoot oldida dimlanish zonasi shakllanadi, bunda sel oqimining yirik aralashmasi ushlab qolinadi.

15.43-rasm, b da keltirilgan ikki tomoni ochiq konstruksiyani, oxirida tirqishlari bo'lgan, bir xil o'lchamli temir-betonli to'sinlardan yig'iladi. To'sin bu tirqishlari orqali quvurga ilinadi. Bitta o'sha quvurga har xil yo'nalishdagi to'sinlar ilinganligi sababli, unda hamma konstruksiyaning ikki tomoni ochiq bo'ladi. Konstruksiyani zarur bo'lgan ustuvorligi uchun, uni kengligi bo'yicha kengaytiriladi. Uning



15.43-rasm. **Panjarali (ikki tomoni ochiq) sel ushlab qoluvchi inshootlar:**
a – M.S. Gagoshidze qiya sel ushlagichi; b – ZakNIGMI sel ushlagichlari konstruksiyalari (plan); 1 – ustunlar; 2 – gorizontal rigellar; 3 – kelajakda mumkin bo'lgan qurilishni bitkazish; 4 – bir shaklga keltirilgan to'sin; 5 – po'lat quvurlar.

ishlashi yuqorida keltirilgani bilan bir xil. Ular ikkalasi ham sel oqimlaridan eng yirik aralashmalarni ushlab qoladi, ammo tez harakat qiluvchi o'zaro qo'shilgan sel oqimlari fronti bilan buzilishi mumkin. Shuning uchun M.S. Gagoshidze ikki tomoni ochiq inshootlarni o'zaro qo'shilgan sel oqimlaridan himoyalash uchun sel oqimini bo'luvchi va sel yo'lini to'sadigan trosli konstruksiyalarni taklif qilgan. Trosli konstruksiya (troslardan qilingan to'r) elastik va sel oqimi zarbasini ancha pasaytiradi. Ikkala to'r oralig'ida ushlab qolingan tosh hajmi inshootning qalqoni hisoblanadi. Sath ko'tarilganda inshootga kelishda dimlanish zonasida sel oqimi tezligini yo'qotadi. Sel ushlab qoluvchi inshootlarning boshqa konstruksiyalari ham mavjud.

Kelayotgan sel oqimidan yoki sel omborida to'plangan oqimidan himoyalash uchun *selni olib ketuvchi* tarmoqdan foydalaniladi.

Odatda bu tadbir tog'dan kichik daryo chiqish joyidan pastda, konussimon joyning chegarasida bajariladi. Ko'p o'zanlardan suv

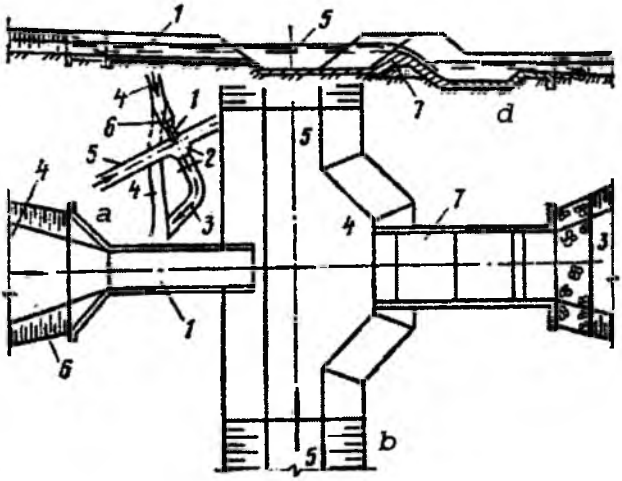
sarflarini bitta konussimon joylariga yo'naltiriladi hamda kanalga olinadi. Oqim yo'lida to'suvchi inshootlar mavjud bo'lib, katta hajmdagi sel oqimi ushbu inshootlarga kelganda ularning o'tkazish qobiliyati cheklanganligi suv sathini ko'tarilishi, barpo qilingan gruntli to'siqni urib ketishi va sel oqimini avvaldan uni to'planishi mo'ljallangan joyga yo'naltirilishiga olib keladi. Bu maxsus himoyalovchi dambalar, maxsus sel kanali yoki kanal va damba kombinatsiyasi yordamida amalga oshiriladi. Kanal sel oqiziqlarini unga cho'kishga yo'l qo'ymaslik shartlari bo'yicha hisoblanadi: damba qiyaligi sel oqimini tezligiga va chuqurligiga ko'ra mustahkamlangan va mustahkamlanmagan bo'lishi mumkin. Sel olib ketuvchining etak qismi oqimini ravon yoyilib oqishi va kanalda cho'kkan cho'kindilardan dimlanish hosil bo'lishi oldini olish sharti bo'yicha qabul qilinadi.

Sel o'tkazuvchi inshootlar 5.4-bobda ko'rib chiqilgan.

Sel o'tkazuvchi va kanaldagi oqim taxminan bir xil suv sath belgilarida bo'lsa murakkab holat hosil bo'ladi. Agar kanal katta va sel oqimi undagi suv sarfi qiymatiga yaqin bo'lsa, kanalga selni o'tkazib yuborish tejamliroq bo'lishi mumkin (15.44-rasm), lekin uni loyqa bosib qolish ehtimoli bor. Shu sababdan sel quyilishidan yuqorida cho'kindilarni ushlab qolish va suv sarflarini qayta rostlash uchun tadbirlar ko'riladi.

Sel oqimi suv sarflari quyilganda yonbag'irda qurilgan kanallarni to'ldirib yuborish mumkin, u holda sel quyilish yaqinida tepasi normal dimlangan sathda o'rnatilgan suv tashlagich albatta bo'lishi kerak. Sel quyilish va suv tashlagich orasidagi kanal uchastkasida avariyasiz ko'zda tutilgan suv sarfi o'tkazilish kerak. Sel o'tish vaqtida bu uchastkada cho'kkan cho'kindilarni mexanizmlar bilan olib tashlanadi.

To'satdan kelgan katta jala oqimi daryoning tog'li qismida oqimni katta miqdorda cho'kindilar bilan to'yintiradi. Tog'dan chiqishda u qishloq xo'jalik ekinlarini va aholi istiqomat qiluvchi joylarni bosib qoladi. Bunday oqimlarni erroziyalanish qobiliyatini o'zanni mustahkamlovchi inshootlar qurish bilan sezilarli darajada kamaytiriladi. Qirg'oqlarni yuvilishdan shporalar, dambalar, himoyalovchi qoplamalar va boshqalar bilan himoyalanadi (VII bo'lim). Tubdagi yemirilishini oldini olish uchun tubda joylashgan ostonalar—sharsharalar qo'llaniladi.



15.44-rasm. **Selni kanalga quyish:**
a – joylashtirishning taxminiy sxemasi; b – sel quyilish plani; d – o'q bo'yicha kesim; 1 – sel quyilish novi; 2 – kanalning kengaytirilgan uchastkasi; 3 – ketuvchi o'zan; 4 – sel o'tkazuvchi daryo o'zani; 5 – sug'orish kanali; 6 – tutashtiruvchi damba; 7 – suv tashlagich.

Nazorat savollari

1. Maxsus gidrotexnika inshootlariga qanday inshootlar kiradi?
2. Suv yo'llari deganda nimani tushunasiz?
3. Kema qatnaydigan daryo va kanallar nima maqsadda shlyuzlanadi?
4. Kema o'tkazadagina shlyuzning asosiy qismlari va o'lchamlari nimalardan iborat?
5. Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning qanday to'yintiruvchi tizimlari bor?
6. Shlyuzlarning o'tkazish qobiliyati va shlyuzlashga ketadigan suv sarfi nimalarga bog'liq?
7. Kema o'tkazuvchi inshootlar gidrouzellar va kanallarda qay tarzda joylashtiriladi?
8. Kema ko'targichlarning vazifasi nima?
9. Baliq xo'jaligi uchun xizmat qiladigan qanday gidrotexnika inshootlari bor va ularning ish tartibini tushuntiring?
10. Yog'och o'tkazuvchi inshootlarning qanday turlari mavjud?
11. Eroziyaga qarshi inshootlarga qanday inshootlar kiradi?
12. Sel oqimlari deganda nimani tushunasiz?
13. Sel oqimlari bilan kurashishda qanday gidrotexnik tadbirlar o'tkaziladi?

XVI BO'LIM. GIDROTEXNIKA INSHOOTLARIDA ILMIY TADQIQOT

16.1. Laboratoriya tadqiqotlari

16.1.1. Gidrotexnika inshootlari tadqiqotlari masalalari, turlari va ularni rivojlantirish

Zamonaviy elektron hisoblash mashinalaridan keng foydalanilayotgan va gidrotexnika inshootlarining nazariy hisoblari rivojlanib, amaliyotda qo'llanilayotgan bo'lsa-da, ushbu inshootlarni loyihalashdagi ko'pgina masalalarning amaliyot uchun yetarli darajada aniq va ishonchli echimini topish imkoni bo'lgani yo'q. Shu sababli gidrotexnika inshootlarining laboratoriya tadqiqotlarini modellarda o'tkazish keng rivojlandi. Laboratoriya tadqiqotlari tegishli tartibda olib borilganda barpo etiladigan inshootning tabiiy holatda o'zini qanday tutishi va uni loyihalashda ishonchlilik va iqtisodiy tomondan qo'yiladigan shartlarga javob beradigan eng maqbul yechimini topish imkonini beradi. Gidrotexnika inshootlarini loyihalaganda nazariy hisoblar va laboratoriya tadqiqotlarini birgalikda uyg'un tarzda olib borish zarur. Hech bir mas'uliyati katta bo'lgan gidrotexnika inshooti uni loyihalash davrida bir qator laboratoriya tadqiotlarini o'tkazmasdan turib barpo etilmaydi.

Laboratoriya tadqiqotlarida gidrouzellar va uning alohida elementlariga tegishli bo'lgan turli xil masalalar o'rganiladi. Masalan, suv olish inshootlariga cho'kindilar tushishini oldi olinishi, kema qatnovini ta'minlovchi inshootlarga yaqinlashish yo'llarida o'zanda qulay gidravlik rejim, pastki befni xavfli yuvilishlardan saqlovchi va sh.k.larni ta'minlovchi gidrouzellarni gidravlik ma'qul joylashtirish; pastki bef mustahkamligini ta'minlovchi qurilmalarning samarali konstruksiyalari; inshoot elementlari (shu jumladan zatvorlar) kavitatsiyasi va vibratsiyasi masalasi; o'zandagi jarayonlar va ularga rostlanadigan inshootlarning ta'siri; inshoot zamini va qirg'oqlarda fil-

tratsiya masalasi; turli betonli to'g'onlar va ular zaminining statik, dinamik (seysmik) harorat ta'sirlarda kuchlanganlik holati va yuk ko'tarish qobiliyati masalalari va ko'pgina shunga o'xshash masalalar laboratoriya tadqiqotlarida o'rganiladi.

Bundan tashqari, ma'lumki, laboratoriyalarda gidrotexnika inshootlari qurilishida ishlatiladigan materiallar (betonlar va b.) va bu inshootlar zaminidagi gruntlardan namunalar olinib tadqiqotlar o'tkaziladi.

Hozirgi vaqtda deyarli barcha rivojlangan davlatlarda suv xo'jaligi qurilishi masalalari bilan shug'ullanuvchi ko'pgina ilmiy tadqiqot institutlari, mazkur sohaning turli yo'nalishlari bo'yicha alohida laboratoriyalar mavjud. Jumladan, Respublikamizda bu sohada tadqiqotlar "Suvloyiha", "O'zmeliosuvloyiha" loyiha qidiruv institutlarida, SANIIRI ishlab chiqarish birlashmasida, O'zbekiston Fanlar Akademiyasining Suv muammolari ilmiy tadqiqot institutida, Toshkent irrigatsiya va melioratsiya, Qarshi muhandislik-iqtisodiyot institutlarida va yana bir qancha tashkilotlarda olib borilmoqda.

16.1.2. O'xshashlik nazariyasi asoslari

Laboratoriya tadqiqotlari natijalari asosida inshootning tabiiy sharoitda mos ishlash tavsiflarini (masalan, pastki befdagi oqim tezligi qiymati, to'g'on tanasidagi kuchlanish va b.) yetarli darajada aniqlik bilan bashoratlash uchun o'xshashlik qonunlarini bilish zarur, chunki ular asosida modellar loyihalanadi va modelda olingan tajriba natijalarini tabiiy sharoitga qayta hisoblanadi.

O'xshashlik nazariyasiga ko'ra, o'xshash deb, geometrik o'xshash tizimlarda fizik tabiati bir xil va bir xil kattaliklar (chiziqli o'lchamlar, oqim tezligi va b.) o'zaro nisbati doimiy bo'lgan jarayonlar kechadigan hodisalarga aytiladi.

Unga ko'ra, qaralayotgan ikki tizim uchun masshtab koeffitsiyentlari α doimiy bo'lishi, ya'ni mos bir xil kattaliklar nisbati doimiy bo'lishi kerak:

$$\alpha_L = L/L_1;\ \alpha_T = T/T_1;\ \alpha_\vartheta = \vartheta/\vartheta_1$$

$$\alpha_a = a/a_1;\ \alpha_P = P/P_1 = K/K_1; \qquad (16.1)$$

$$\alpha_\rho = \rho/\rho_1;\ \alpha_\gamma = \gamma/\gamma;\ \alpha_\nu = \nu/\nu_1 \text{ va sh.k.}$$

bunda: L va L_1 – tizimlar chiziqli kattaliklari; T va T_1 – vaqt; ϑ va ϑ_1 –tezliklar; α va α_1 – tezlanishlar; P va P_1, K va K_1 va sh.k. – kuchlar (masalan, og'irlik kuchlari, yopishqoqlik kuchlari va b.) ρ va ρ_1 – zichliklar; ν va ν_1 – kinematik yopishqoqlik koeffitsiyentlari; γ va γ_1 – hajmiy massalar.

Tizimlarning *mexanik* o'xshashligi, ya'ni qattiq jism va suyuqlik harakat holatini qarab chiqamiz. Bunda *geometrik*, *kinematik* va *dinamik* o'xshashliklar farqlanadi.

Geometrik o'xshashlik. Yuqoridagi ifodalarga ko'ra agar qaralayotgan ikki tizimning (bundan keyin ularni haqiqiy va model deb hisoblaymiz) barcha mos chiziqli o'lchamlari uchun $\alpha_L = L / L_1$ doimiy bo'lsa, u holda ular geometrik o'xshash bo'ladi, ya'ni (16.1-rasm, a)

$$S / S_1 = B / B_1 = r / r_1 = r_0 / r_{01} = h / h_1 = b / b_1 = H / H_1 =$$

$$h_c / h_{c_1} = ... = \alpha_L, \qquad (16.2)$$

16.1-rasm, b sxema uchun esa:

$$l / l_1 = c / c_1 = e / e_1 = f / f_1 = ... = \alpha_L. \qquad (16.3)$$

Geometrik o'xshashlikka rioya etilganda model va haqiqiy tizim shakllari o'xshash bo'lishi lozim, ya'ni, masalan, ψ_1 va ψ_2 burchaklar har ikkala tizim uchun bir xil bo'lishi kerak.

Modellashtirishda geometrik o'xshashlik talablarini rasmiyatchilik yuzasidan emas, balki qanday masala ko'rilayotganligini inobatga olgan holda qondirish kerak. Masalan, vodoslivni gidravlik tadqiq etganda (16.1-rasm, a), vodosliv tanasidagi A bo'shliqni modelda xuddi o'zidek aks ettirish shart emas (ya'ni, 16.2-formulada h / h_1 va b / b_1 nisbatlarni keltirishga hojat yo'q), konstruksiyalar mustahkamligini tadqiq etganda esa, agar bo'shliq juda kichik bo'lmasa, uni modelda aks ettirish kerak bo'ladi. Agar qaralayotgan vodosliv gidravlik tadqiq etilayotganda faqat uning suv o'tkazish qobiliyati aniqlanayotgan bo'lsa, u holda uning kallagi va unga tutash zonalarda geometrik o'xshashlik qonunlariga amal qilish lozim bo'ladi, lekin, agar $r / r_1 = \alpha_L \neq \alpha_L$ bo'lsa, shart emas; agar vodoslivning quyi qismi ham tadqiq etilayotgan bo'lsa, u holda geometrik o'xshashlik qonunlarini ushbu zona uchun ham qo'llash lozim bo'ladi.

Modelda geometrik o'xshashlikka rioya etilganda hamma vaqt ham oqimning barcha o'xshash chiziqli o'lchamlarini geometrik o'xshash-

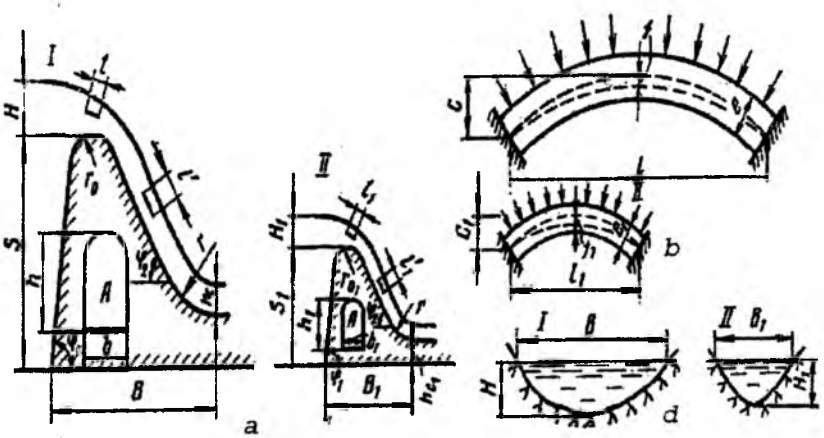
ligiga erishib bo'lmaydi. Masalan, $H / H_1 = \alpha_L$ bo'lganda, agar vodosliv yuzasidagi qarshilik (g'adir-budurlik) modellashtirilgan bo'lmasa, $h_c / h_{c1} = \alpha_L \neq \alpha_L$ (16.1-rasm, a) bo'lishi mumkin. Buni nazarda tutish kerak.

Inshootlar mustahkamlikka tadqiq etilganda qat'iy va noqat'iy (taqribiy) geometrik o'xshashlik shartlari farqlanadi. Qat'iy geometrik o'xshashlikda inshootning nafaqat asosiy o'lchamlari, balki deformatsiyalar uchun ham geometrik o'xshashlikka rioya etiladi, ya'ni 16.3-ifodaga f / f_1 egilish nisbati ham qo'shiladi. Boshqacha aytganda, quyidagi shart qo'yiladi:

$$\varepsilon = \varepsilon_1 \qquad (16.4)$$

bunda ε, ε_1 – nisbiy deformatsiyalar.

Inshootning kuchlanganlik-deformatsiya holati tadqiq etilganda, uning elastik ishlash davrida bu shart ko'pincha bajarilmaydi, ya'ni $\varepsilon \neq \varepsilon_1$, bu esa deformatsiyani o'lchashni osonlashtiradi. Bunga faqat quyidagi shartlar bajarilgandagina erishish mumkin: 1) deformatsiyalar modelda sezilmas darajada kichik bo'lishi va inshootning asosiy o'lchamlari va shakliga jiddiy ta'sir etmasligi kerak; 2) modelda ustuvorlik pasaymasligi kerak.



16.1-rasm. **Geometrik va kinematik o'xshashlikni o'rganishga doir sxema:**
I – haqiqiy obyekt (natura); II – model.

Agar geometrik o'xshashlikka rioya etilmasa va noto'g'ri masshtabli modellar tadqiq etilsa, ko'pincha o'zandagi jarayonlar o'rganilayotganda shunday qabul qilinadi, u holda bunday modellashtirish noqat'iy (taqribiy) bo'ladi. Bunday holatda chuqurlik va kenglik uchun turlicha o'xshashlik doimiyliklari bo'ladi: $\alpha_H = H / H_1$ va $\alpha_B = B / B_1$ (16.1-rasm, d).

Geometrik o'xshashlik shartlariga ko'ra yuza ω va hajm W uchun masshtabli koeffitsiyentlar

$$\alpha_\omega = \omega / \omega_1 = \alpha_L^2 \text{ va } \alpha_W = W / W_1 = \alpha_L^3 \qquad (16.5)$$

Modellarni loyihalashda tadqiqot natijalarini hisobga olgan holda model chegaralarining (gidravlik modellarning keltiruvchi va olib chiqib ketuvchi uchastkalari, statik modellarning zaminlari va sh.k.) maqbul bo'ladigan geometrik o'xshashligini ta'minlash muhim.

Kinematik o'xshashlik. Bu o'xshashlikda har ikkala tizimning mos zarrachalari, quyidagi doimiy nisbatda bo'lgan vaqt oralig'ida $T / T_1 = T' / T_1' = ... = \alpha_T$, bunda T, T_1, I' va I_1' – zarrachaning l, l_1, l', l_1' oraliqni bosib o'tish vaqti, bunda $l / l_1 = l' / l_1' = \alpha_L$ l/l (16.1-rasm, a), geometrik o'xshash siljishlarni sodir etadi. Kinematik o'xshashlik faqat geometrik va dinamik o'xshashlik shartlariga rioya etilgandagina bajariladi.

Dinamik o'xshashlik. 16.1-ifodaga ko'ra dinamik o'xshashlik qonunini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\alpha_p = P / P_1 = K / K_1 = Q / Q_1 = ... = \text{idem} \qquad (16.6)$$

ya'ni ikkala geometrik o'xshash tizimlarga ta'sir etuvchi mos kuchlar nisbati qaralayotgan sharoit uchun bir xil bo'lishi kerak. Bunda kuchlarning fizik tabiati turlicha bo'lishi nazarda tutiladi. Masalan, P va P_1 – og'irlik kuchlari, K va K_1 – yopishqoqlik kuchlari, Q va Q – inersiya kuchlari va h.k.

Kuchlar juft-juft qaralganda, ularni quyidagicha: $P/Q = P_1/Q_1$; $K/Q = K_1/Q_1$; va h.k. yoki qisqartirilgan ko'rinishda yozish mumkin.

$$P/Q = \text{idem} \quad K/Q = \text{idem} \quad \text{va h.k} \qquad (16.7)$$

Bu yerda *idem* (bir xil) so'zi qaralayotgan kuchlar nisbati model va haqiqiy obyekt (yoki qaralayotgan ikki tizim uchun) uchun bir xil ekanligini anglatadi.

Harakatlanayotgan jismlar qaralayotganda, inersiya kuchlari asosiy kuchlardan hisoblanadi va uni modellashda hisobga olish zarur.

Inersiya kuchini massa M ni tezlanishiga a ko'paytmasi ko'rinishida ifodalanishi mumkin, ya'ni $Q = Ma$ yoki $Q = \rho L^3 \left(L/T^2\right) = \rho L^2 \vartheta^2$. Ushbu ifodani (16.7) ga qo'yib, umumiy dinamik o'xshashlik qonunini ifodalovchi Nyutonning o'lchamsiz mezoni (soni) – Ne ga ega bo'lamiz:

$$S/(\rho L^2 \vartheta^2) = Ne = idem,$$

bunda S – qaralayotgan kuchlardan (P, K va h.k) birortasi, qolganlari oldingi belgilanishlar kabi, 16.8 ifoda yoyilganda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$S/(\rho L^2 \vartheta^2) = S_1/(\rho_1 L^2_1 \vartheta^2_1), \qquad (16.8)$$

Nyuton sonidan dinamik o'xshashlik xususiy qonunlariga yoki fizik tabiati turlicha bo'lgan kuchlarning ta'siri qaralayotganda, ya'ni ularning qaysi biri S kuch deb qabul qilinishiga bog'liq holda, o'xshashlik mezonlariga ega bo'linadi. Bunda odatda $S/\left(\rho L^2 \vartheta^2\right)$ nisbat o'rniga teskari kattalik, ya'ni

$$\rho L^2 \vartheta^2 / S = idem \qquad (16.9)$$

ifodadan foydalaniladi.

Gravitatsion o'xshashlik qonuni. Bunday holda $S = P$, bunda $\rho = \gamma L^3$ - og'irlik kuchi (γ – hajmiy og'irlik), va (16.9) ifodadan Fruda mezoniga ega bo'lamiz:

$$\frac{\textit{Inersiya kuchi}}{\textit{Og'irlik kuchi}} = \frac{\rho L^2 \vartheta^2}{\gamma L^3} = \frac{\vartheta^2}{gL} = Fr = idem \qquad (16.10)$$

Yopishqoqlikning o'xshashlik qonuni. Yopishqoqlik kuchi (ishqalanish) Q ni quyidagicha ifodalash mumkin: $Q = \mu\Omega\left(d\vartheta/dn\right)$ bunda μ – yopishqoqlik dinamik koeffitsiyenti; Ω – qaralayotgan qatlamlar orasidagi yuza, $d\vartheta/dn$ – normal bo'yicha tezlik gradiyenti, yoki. $[Q] = \mu L^2 (\vartheta / L) = \mu L \vartheta$

Unda (16.9) ifodaga ko'ra, $S = [Q]$ deb qabul qilib, Reynolds mezoniga ega bo'lamiz:

$$\frac{\textit{Inersiya kuchi}}{\textit{Yopishqoqlik kuchi}} = \frac{\rho L^2 \vartheta^2}{\mu L \vartheta} = \frac{\vartheta L}{\nu} = \mathrm{Re} = idem \qquad (16.11)$$

bunda $\nu = \mu / \rho$ – kinematik yopishqoqlik koeffitsiyenti.

Yuza tortishuvchi kuchlar (kapillar kuchlar) ta'sir etganda o'xshashlik qonuni. Yuza tortishuvchi kuchlar quyidagicha aniqlanadi: $R = a_{kap}$, bunda a_{kap} – kapillar doimiylik, L – yuza parda uzunligi. $S = R$ deb qabul qilib, 16.9 ifodadan Veber mezoniga ega bo'lamiz:

$$\frac{\textit{Inersiya kuchi}}{\textit{Yuza tortishish kuchi}} = \frac{\rho L^2 \vartheta^2}{a_{kap} L} = \frac{\vartheta^2 L}{a_{kkap}/\rho} = We = idem \quad (16.12)$$

Elastik kuchlar ta'sir etganda dinamik jarayonlarning o'xshashlik qonuni. Guk qonuni bo'yicha elastiklik kuchi $N_1 = E\varepsilon L^2$. Mos ravishda model uchun $N_1 = E_1\varepsilon_1 L_1^2$, bunda E va E_1 – elastiklik moduli, ε va ε_1 – nisbiy deformatsiyalar. O'xshashlikka qat'iy amal qilinganda, $\varepsilon = \varepsilon_1$

$$\frac{\textit{Inersiya kuchi}}{\textit{Elastiklik kuchi}} = \frac{\rho L^2 \vartheta^2}{E\varepsilon L^2} = \frac{\rho L^2 \vartheta^2_1}{E_1 \varepsilon L^2_1}$$

Bundan *Koshi* mezoniga ega bo'lamiz:

$$\frac{\vartheta}{E/\rho} = Ca = idem \quad (16.13)$$

Bosim kuchlari ta'sir etganda Eyler o'xshashlik mezoni. Eyler o'xshashlik mezoni quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{\textit{Bosim kuchi}}{\textit{Inersiya kuchi}} = \frac{\rho L^2}{\rho L^2 \vartheta^2} = \frac{P}{\rho \vartheta^2} = Eu = idem \quad (16.14)$$

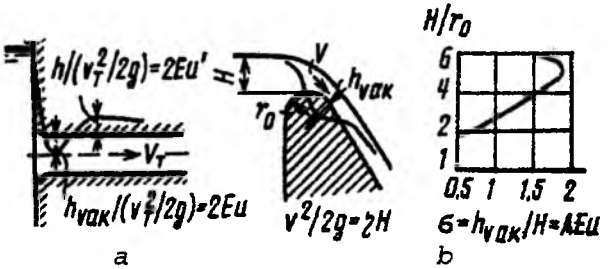
Amaliyotda odatda ρ uchun ortiqcha bosim (atmosfera bosimiga nisbatan) qabul qilinadi, umuman olganda esa ρ absolut bosim ham bo'lishi mumkin.

Eyler mezonini quyidagi ko'rinishda ham yozish mumkin:

$$Eu = \frac{\rho/\gamma}{\vartheta^2/g} = \frac{h}{\vartheta^2/g} \quad (16.15)$$

bundan $2Eu = \dfrac{h}{\vartheta^2/2g}$

Shunday qilib, o'lchamsiz (nisbiy) bosim (shu jumladan manfiy-vakuum) o'z tabiatiga ko'ra Eyler soni hisoblanadi va *Eu* dan ko'paytuvchisi bilan farq qiladi (16.2-rasm).



16.2-rasm. **Quvurga kirishda (a) va vakuumli vodosliv kallagiga kirishda (b) nisbiy bosim (Eyler soni).**

Qarshilik koeffitsiyenti ham Eyler soni hisoblanadi. Masalan, doiraviy quvurlar uchun bosim yo'qolishi $h_w = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{\vartheta^2}{2g}$, bundan qarshilik koeffitsiyenti $\lambda = (2d/l)Eu$.

Hodisaning qaysi dinamik o'xshashlik qonuniga bo'ysunishiga qarab, tezlik, vaqt, suv sarfi, tezlanish, kuchlarga bog'liq bo'lgan bir qator masshtabli koeffitsiyentlariga ega bo'lamiz (16.1-jadval).

Gravitatsion o'xshashlik qonuniga ko'ra tezlik masshtabi α_ϑ (16.10) ifodaga ko'ra Fruda koeffitsiyenti orqali bir zumda aniqlanadi: $\frac{\vartheta^2}{gL} = \frac{\vartheta^2}{gL_1}$. Erkin tushish tezlanishi kam o'zgarganligi sababli $g = g_1$ deb qabul qilish mumkin va masshtabli koeffitsiyent

$$\alpha_v = \frac{\vartheta}{\vartheta_1} = \sqrt{\frac{L}{L_1}} = \sqrt{\alpha_L}. \qquad (16.16)$$

U holda sarf uchun masshtabli koeffitsiyent

$$\alpha_Q = \frac{Q}{Q_1} = \frac{\omega\vartheta}{\omega_1\vartheta_1} = \alpha_\omega\alpha_\vartheta = \alpha^2{}_L\sqrt{\alpha_L} = \alpha_L^{5/2} \text{ va sh.k.} \quad (16.17)$$

Masshtabli koeffitsiyentlar

Hodisa bo'ysunadigan qonun	Masshtabli koeffitsiyentlar			
	Geometrik o'xshashlik qonuniga ko'ra			Dinamik o'xshashlik qonuniga ko'ra
	uzunlik	yuza	hajm	tezlik
Fruda Fr-idem	α_L	$\alpha_\omega = \alpha_L^2$	$\alpha_W = \alpha_L^3$	$\alpha_\vartheta = \sqrt{\alpha_L}$
Reynolds Re-idem	α_L	$\alpha_\omega = \alpha_L^2$	$\alpha_W = \alpha_L^3$	$\alpha\vartheta = \frac{\alpha_\nu}{\alpha_L}$
Veber We-idem	α_L	$\alpha_\omega = \alpha_L^2$	$\alpha_W = \alpha_L^3$	$\alpha\vartheta = \sqrt{\frac{d_{\alpha\,kan}}{\alpha_\rho \alpha_L}}$
Koshi Ca-idem	α_L	$\alpha_\omega = \alpha_L^2$	$\alpha_W = \alpha_L^3$	$\alpha\vartheta = \sqrt{\frac{dE}{d\rho}}$

Hodisa bo'ysunadigan qonun	Masshtabli koeffitsiyentlar			
	Geometrik o'xshashlik qonuniga ko'ra			Dinamik o'xshashlik qonuniga ko'ra
	vaqt	tezlanish	sarf	kuchlar
Fruda Fr-idem	$\alpha_T = \sqrt{\alpha_L}$	$\alpha_g = 1$	$\alpha_Q = \alpha_L^{2.5}$	$\alpha_P = \alpha_L^3$
Reynolds Re-idem	$\alpha_T = \frac{\alpha^2 L}{\alpha_\nu}$	$\alpha_g = \frac{\alpha_\nu^2}{\alpha_L^3}$	$\alpha_Q = \alpha_\nu \cdot \alpha_L$	$\alpha_P = \alpha_\nu^2 \alpha_\rho$
Veber We-idem	$\alpha_T = \sqrt{\frac{d_F}{\alpha_{\alpha kap}} \alpha_L^{1,5}}$	$\alpha_g = \alpha_{akap} / (\alpha_\rho \alpha_L^2)$	$\alpha_Q = \alpha_L^{1,5} \sqrt{\frac{\alpha_{akap}}{\alpha\rho}}$	$\alpha_P = \alpha_{akap} \alpha_L$
Koshi Ca-idem	$\alpha_T = \alpha_L \sqrt{\frac{\alpha\rho}{\alpha_E}}$	$\alpha_g = \alpha E / (\alpha_\rho \cdot \alpha_L)$	-	$\alpha_P = \alpha_E \alpha_L^2$

Bir vaqtda bir necha xususiy dinamik o'xshashlik qonunlarini qanoatlantirish. Masshtabli tuzatishlar. Agar kuzatilayotgan dinamik jarayonda fizik tabiati turlicha bo'lgan kuchlar ta'sir etsa va ulardan ba'zilarini inobatga olmaslik mumkin bo'lmasa, u holda bir vaqtning o'zida bir necha xususiy dinamik o'xshashlik qonunlarini qanoat-

lantirish talab etiladi, bu esa modellashtirishni murakkablashtiradi. Bunday hollarda ko'pincha hatto ikkita o'xshashlik mezonini ham qanoatlantirish imkoni bo'lmaydi.

Masalan, gravitatsion va yopishqoqlikning o'xshashlik mezonlarini bir vaqtning o'zida qanoatlantirmoqchi bo'lsak, u holda ikkala o'xshashlik qonuni bo'yicha o'xshashlikning bir xil o'zgarmas qiymati olinishi zarur. Ushbu qo'yilgan talabdan ko'rsatilgan qonunlarga bir vaqtda rioya etish shartlarini osongina topishimiz mumkin. Fruda qonuniga ko'ra $\alpha_g = \sqrt{\alpha_L}$, Reynolds qonuniga ko'ra esa $\alpha_g = \alpha_v / \alpha_L$ (16.1-jadval). Ushbu ifodalarning o'ng tomonlarini tenglashtirib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\alpha_v = \alpha_L^{3/2} \tag{16.18}$$

Bu shartni gidrotexnik inshootlarni gidravlik tadqiq etishda amalda bajarib bo'lmaydi. Haqiqatdan ham, agar $\alpha_L = 25$ (model masshtabi 1:25, ya'ni ancha yirik) bo'lsa, u holda $\alpha_v = 125$, kichikroq masshtabda (masalan, 1:100) $\alpha_L = 100$ va $\alpha_v = 1000$. Demak, modelda suv o'rniga kinematik yopishqoqligi 125 yoki 1000 marta kichik bo'lgan suyuqlik bo'lishi kerak, buni bajarishning iloji yo'q. Shuning uchun modellashtirishda qaralayotgan sharoit uchun qaysi o'xshashlik mezoni asosiy, hal etuvchi, qaysisi esa uncha muhim bo'lmagan, ikkinchi darajali ekanligini bilish zarur. Birinchi talabga ko'ra o'xshashlikning o'zgarmas kattaligi qabul qilib olinadi, boshqa mezonlarning ta'siri esa o'rganiladi va ularga bog'liq holda zarur holatlarda «masshtabli tuzatishlar» kiritiladi (16.1.3 ga qarang); bunda modellashtirish taqribiy hisoblanadi. Bundan laboratoriyada o'tkazilgan tajriba natijalarini haqiqiy obyektning o'zida olingan natijalari bilan solishtirish naqadar muhimligi ko'rinadi.

Bir vaqtning o'zida Fruda va Koshi mezonlarini qanoatlantiruvchi holatni qarab chiqamiz. Ushbu qonunlar bo'yicha α_g uchun olingan ifodalarning (16.1-jadval) o'ng tomonlarini tenglashtiramiz. Kvadratga ko'tarib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\alpha_E / \alpha_\rho = \alpha_L \tag{16.19}$$

Bu shart masalan, gidravlik modellashtirishda Fruda mezoni asosiy bo'lgan, yuqori turbulent oqimlarda konstruksiyaning titrash va kuchlanganlik holatlarini o'rganishda ishlatiladi. Qo'yilgan ushbu shartlarni amalda bajarish mumkin.

Aytaylik, pastki befda gidravlik sakrash zonasida joylashgan bo'lingan devorning dinamik ish jarayonini tadqiq etish zarur. Model masshtabi 1:25 ($\alpha_L = 25$) bo'lsin. $\rho = \rho_1$ deb qabul qilamiz, ya'ni model uchun ishlatiladigan material hajmiy massasi haqiqiy obyektnikidek bo'lishi zarur. (16.19) ga ko'ra $\alpha_E = \alpha_L = 25$. Agar tabiiy sharoitda tadqiq etilayotgan devor elastiklik moduli E = 29,4 GPa bo'lgan betondan tayyorlangan bo'lsa, u holda uning modelini past modulli og'ir $\gamma_1 \approx 2{,}4 \cdot 10^3 N/m^3$ – xuddi beton kabi elastiklik moduli $E_1 = E/\alpha_E = 300000/\alpha_E = 1{,}18$ GPa bo'lgan materialdan tayyorlash kerak. Bunday materiallar esa mavjud.

Qaralayotgan jarayonni ifodalovchi differensial tenglamalarning o'xshashligiga ko'ra o'xshashlik mezonlarini aniqlash. Bunday hodisalar o'xshash differensial tenglamalar bilan ifodalanishi kerak; tizimning geometrik xossalari (ya'ni, geometrik o'xshashlik bajarilishi shart), chegaraviy va boshlang'ich shartlar hamda muhim fizik o'zgarmas kattaliklar va bundan tashqari bir xillik shartlariga kiruvchi kattaliklardan tuzilgan bir xil o'xshashlik mezonlaridan tashkil topgan bir xillik o'xshashlik sharoitlariga ega bo'lishi kerak.

Gidravlik hodisalarni modellashtirishda, agar yopishqoq suyuqlikning nobarqaror harakat tenglamasi (Nave-Stoks tenglamasi) model va haqiqiy obyekt uchun bir xil o'xshashligi asos qilib olinganda quyidagi o'lchamsiz mezonlarga ega bo'lamiz: Fruda Fr, Reynolds Re va Eyler Eu hamda Struxal soni Sh (yoki Gomoxronlik mezoni Ho):

$$L/T\vartheta = \mathrm{Sh} = \mathrm{Ho} = \mathrm{idem} \qquad (16.20)$$

Bu suyuqlikning nobarqaror harakatida paydo bo'ladigan haqiqiy kinematik mezondir. Mazmunan u o'lchamsiz davr (masalan, to'lqin davri) yoki o'lchamsiz chastota (chastota n=1/T, bunda T – davr) ni ifodalaydi.

Mezoniy tenglamalar va avtomodellik. Berilgan hodisa mohiyatini aniqlab yoki berilgan jarayonni ifodalovchi differensial tenglamalarni tahlil qilish, bu jarayon qanday o'lchamsiz o'xshashlik mezonlarga bog'liqligi yoki bog'liq bo'lishi mumkin (mezonlarni aniqlovchi)ligi orqali bu mezonlar orasidagi mos bog'liqlikni aniqlash lozim va uni mezoniy bog'liqlik yoki mezoniy tenglamalar deb ataladi. Mos differensial tenlamalarning nazariy yechimini topish o'rniga, murakkab chegaraviy sharoitlarda bu juda qiyin va hozir-

cha yechib bo'lmaydigan masala, bunday holatlarda mezoniy bog'liqlikni eksperimental, modellashtirish yo'li bilan yechiladi.

Masalan, Nave-Stoks tenglamasi bilan ifodalanadigan yopishqoq suyuqlikning nobarqaror harakati uchun mezoniy tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\varphi(\mathrm{Sh}, \mathrm{Fr}, \mathrm{Re}, \mathrm{Eu}) = 0 \qquad (16.21)$$

Barqaror harakatda Struxal mezoni bo'lmaydi va mezoniy bog'lanish quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\varphi(\mathrm{Fr}, \mathrm{Re}, \mathrm{Eu}) = 0 \qquad (16.22$$

Funksiyada boshqa mezonlardan qaysi o'lchamsiz kattalikni qidirayotganligimizni ko'rsatgan holda, uni quyidagi ko'rinishda ham yozsa bo'ladi:

$$\mathrm{Eu} = \mathrm{f}(\mathrm{Fr}, \mathrm{Re}) \qquad (16.23)$$

Bunday holda u Eyler mezonidir (qarshilik koeffitsiyenti, nisbiy bosim va sh.k. ko'rinishida).

Agar ba'zi oblastlarda u yoki bu mezon o'rganilayotgan kattalikka (masalan, Re kattalik Eu ga) ta'sir etmay qo'yganda, avtomodellik oblasti (qaralayotgan holatda Re bo'yicha) paydo bo'lganidan dalolat beradi. U holda mezonlardan biri e'tiborga olinmaydi va modellashtirish soddalashadi. Gidravlik modellashtirishda bu Reynolds sonining katta kritik, yoki chegaraviy qiymatlarida, ya'ni $\mathrm{Re} > \mathrm{Re}_{\mathrm{cheg}}$ da sodir bo'ladi.

16.1.3. Gidravlik modellashtirish

Gidravlik hodisalarning o'xshashlik mezonlari va ularning turli holatlardagi roli. Gidravlik hodisalarni modellashtirishda umumiy hollarda o'lchamsiz parametrlar bo'lgan Fr, Re, Eu, Sh, ba'zida W_e larni inobatga olish kerak. Bundan tashqari ko'pgina gidravlik masalalar uchun nisbiy g'adir-budurlik K/R (bunda K absolut g'adir-budurlik, R – gidravlik radius), turbulent oqimlar (ayniqsa yuqori turbulentlikda) uchun Karman soni Ka – turbulentlik mezoni muhim rol o'ynaydi. Ushbu mezonni (o'xshashlik saqlanishi uchun u haqiqiy obyekt va model uchun bir xil bo'lishi zarur) quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$\mathrm{Ka} = \vartheta'/\vartheta = \mathrm{idem}, \qquad (16.24)$$

bunda: ϑ' — tezlikning pulsatsion tashkil etuvchisi (masalan, o'rtacha kvadratik og'ish); ϑ — ma'lum vaqt mobaynidagi o'rtacha tezlik.

Shunday qilib umumiy holda gidravlik jarayonlar uchun mezonlar tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin (bikr modellar uchun, ya'ni hozircha o'zanning yuvilishi va cho'kindilar oqishi qaralmaydi):

$$\varphi(\mathrm{Sh}, \mathrm{Fr}, \mathrm{Re}, \mathrm{Eu}, \mathrm{We}, \mathrm{Ka}, K/R) = 0 \qquad (16.25)$$

Qaralayotgan oqimning turiga ko'ra u yoki bu mezonlar qaralmaydi yoki ularni inobatga olmasa ham bo'ladi, chunki ular jarayonga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Struxal soni Sh ni barqaror bo'lmagan oqimlar (yoki oqimning pulsatsion tavsiflari) qaralayotganda qo'llash lozim. Veber soni $\mathrm{W_e}$ ni ko'pgina hollarda umuman hisobga olmasa ham bo'ladi va shunga qaramasdan modellashtirishda $\mathrm{W_e}$ = idem shartini qo'yish zarurati bo'lmaydi. Ushbu mezon kavitatsiya hodisasiga hamda oqim bo'linishi va aeratsiyaga birmuncha ta'sir ko'rsatadi va uni bir qator holatlarda tadqiqotlarda inobatga olinadi.

Karman soni Ka ni umuman turbulent oqimlardan modellashtirishda inobatga olish lozim, biroq amaliyotda ko'pincha Ka = idem talabiga qattiq rioya etishga harakat qilinmaydi, bu uning amalga oshirish qiyinligi bilan bog'liqligi hamda boshqa talablarga ($\mathrm{Re} > \mathrm{Re}_{cheg}$, yirik masshtabli modellar va b.) rioya etilganda ushbu shart ishlab chiqarish maqsadlari uchun qo'llash darajasida bajariladi. Mahalliy qarshiliklarni, inshoot qisqa uchastkalarini (masalan, vodosliv kallagi), kuchli turbulentli oqim bo'lgan (gidravlik sakrash) kichik uzunlikdagi uchastkalarni tadqiq etganda odatda modellashtirishda nisbiy g'adir-budurlikni hisobga olmasa ham va λ = idem yoki K/R = idem shartini qo'ymasa ham bo'ladi. Bosimli barqaror oqimlarda odatda Fruda mezoni ham (Fr bo'yicha avtomodellik) tushib qoladi, ya'ni mezoniy tenglamani quyidagi ko'rinishda qabul qilish mumkin:

$$\varphi(\mathrm{Re}, \mathrm{Eu}, K/R) = 0 \qquad (16.26)$$

$\mathrm{Re} > \mathrm{Re}_{cheg}$ bo'lgan avtomodellik oblasti uchun esa

$$\lambda = (2d/l)\mathrm{Eu} = f(K/R) \qquad (16.27)$$

buni Nikuradzening ma'lum bo'lgan grafigidan ham ko'rish mumkin (16.3-rasm).

Bunday holatda

$$\mathrm{Re}_{\text{cheg}} = \frac{84R}{K\sqrt{\lambda}} \qquad (16.28)$$

$\mathrm{Re} = \vartheta d / \nu$, bunda d – quvur diametri g'adir-budur quvurlarning o'tish zonalarida qarshilik koeffitsiyentining kichik o'zgarishini inobatga olib, ko'p hollarda

$$\mathrm{Re}_{\text{cheg}} \approx \frac{14R}{K\sqrt{\lambda}} \qquad (16.29)$$

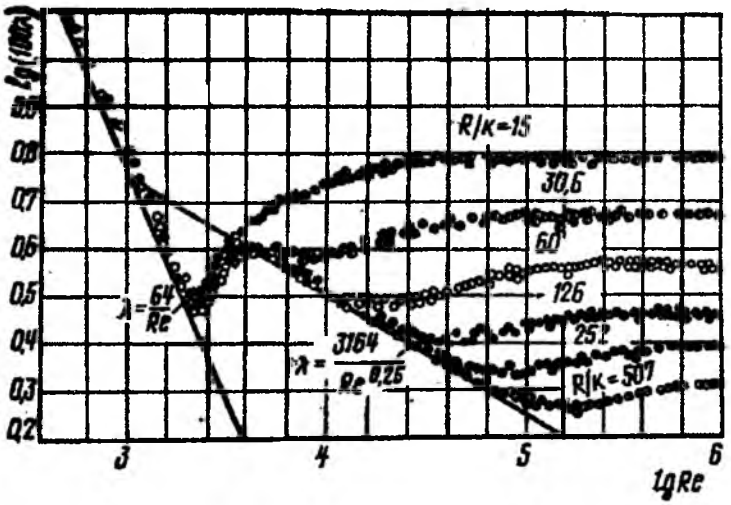
deb qabul qilinadi.

Erkin yuzali oqimga ega bo'lgan ochiq o'zanlar, gidrouzellar va ularning befiga taalluqli uchastkalari bilan alohida inshootlarini modellashtirishda, modellashtirishning asosiy sharti sifatida Fr = idem mezonini bajarilishi qo'yiladi.

Barqaror harakatda mezoniy tenglama

$$\varphi(\mathrm{Fr}, \mathrm{Eu}, \mathrm{Re}, K / R), \qquad (16.30)$$

bunda avtomodellik oblastida Reynolds mezoni tushib qoladi, unga endi tadqiqot natijalari bog'liq bo'lmay qoladi va Eu = idem sharti



16.3-rasm. **Doiraviy kesimli quvurlar uchun qarshilik koeffitsiyenti (I. Nikuradze bo'yicha).**

bu yerda λ = idem shartiga mos keladi va bu shart anchagina uzunlikka ega bo'lgan daryolar uchun bajarilishi lozim (ya'ni modelda g'adir-budurlikni tanlash talab etiladi).

Ko'pincha g'adir-budurlikni tekis harakat uchun olingan natijalar bo'yicha tanlab olinadi, masalan, A.P. Zegjda grafigi bo'yicha, ariqchalar hosil bo'lganda N.S. Znamenskiy grafigidan olinadi.

Masshtabli seriyalar usuli. Bir qator holatlarda turli masshtabli (masshtabli seriya) bir nechta geometrik o'xshash modellar tadqiq etiladi va tajribalarda olingan tavsiflar haqiqiy tizimga ekstrapolatsiya qilinadi. Aniqlangan bog'lanishlar Reynolds soni bo'yicha avtomodellik ta'minlanmagan uncha katta bo'lmagan modellarda olingan mos tavsiflarga masshtabli tuzatishlar kiritishga imkon beradi. Bunday usulni bosimli suv uzatkichlar, vodoslivlar va boshqa obyektlarni tadqiq etishda qo'llash mumkin.

Vodoslivdan oqib chiqish hodisasi gravitatsion o'xshashlik (Fruda) qonuniga bo'ysunadi va agar yopishqoqlik va yuza tortishishning modellashtirilmagan kuchlari sezilarli darajada ta'sir etmasa, u holda sarf koeffitsiyenti yoki vakuum koeffitsiyenti model masshtabiga bog'liq bo'lmaydi. Masshtabning ta'siri ko'rsatilgan ikkinchi darajali kuchlarning ta'siri bilan bog'liq.

Masshtabli tuzatishlar qaralayotgan hodisa uchun salmog'i og'irlik kuchidan so'ng turadigan kuchlarni tavsiflovchi o'lchamsiz mezonlarga ko'ra belgilanadi. Qaralayotgan holat uchun ular yopishqoqlik kuchlaridir va shuning uchun tuzatishlar Reynolds soniga bog'liq holda kiritiladi.

Kallagi doira shaklida bo'lgan vakuumli vodoslivning masshtabli tuzatishi uchun N.P. Rozanov tomonidan quyidagi bog'liqlik aniqlangan:

$$\eta_m = 1 + \frac{7{,}30}{\mathrm{Re}_1^{0{,}58}} \qquad (16.31)$$

bunda: $\mathrm{Re}_1 = q_1 / \nu_1$ – model uchun Reynolds soni, shu bilan birga q_1 – vodosliv modeli tepasidagi solishtirma sarf.

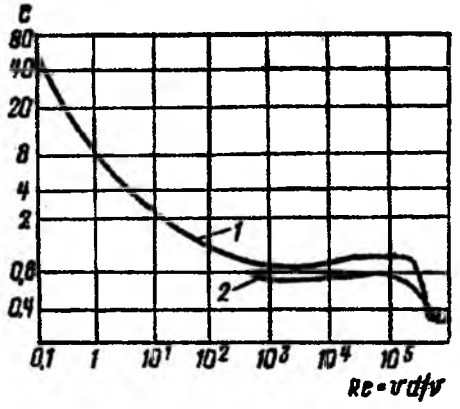
Haqiqiy obyekt uchun sarf koeffitsiyenti $m = \eta_m m_1$, bunda m_1 – model sarf koeffitsiyenti.

16.31-ifodadan ko'rinib turibdiki, $\mathrm{Re}_1 \approx 80000$ bo'lganda model sarf koeffitsiyenti m_1 haqiqiy obyekt sarf koeffitsiyentidan atigi $\approx 1\%$ kichik (ya'ni Re ning katta qiymatlarida).

Avtomodellik oblastlari haqida qo'shimcha mulohazalar. Silliq sirtli jismlarni (masalan, silindr) aylanib o'tganda, Re'_{cheg} qiymati Re_{cheg} dan katta bo'lganda, chegaraviy qatlamning tavsifi almashinishi aniq kuzatiladi. Bu esa aylanib o'tish tavsiflari—bosimlar taqsimlanishi va ular o'zgarishi, qarshilik koeffitsiyentlari, jismlarni aylanib o'tishda o'zan yuvilishi va sh.k. larning o'zgarishiga olib keladi (16.4-rasm).

$Re_{cheg} \approx 500$ bo'lganda silindr uchun $Re'_{cheg} \approx 200000$ (bu yerda $Re = \vartheta d / \nu$). Bu hodisani chuqurlik zatvorlari kamerasi oraliq devori, ustun qoziqlar va sh.k.larni aylanib o'tish o'rganilayotganda hisobga olish lozim bo'ladi. Agar haqiqiy obyekt uchun $Re > Re_{cheg}$ bo'lsa, avtomodel oblastida $Re > Re'_{cheg}$ bo'lishi laboratoriya tajribalarini o'tkazish uchun yetarli bo'lmasligi mumkin.

G'adir-budurlikni modellashtirish to'g'risida qo'shimcha mulohazalar, model masshtabini o'zgartirish. G'adir-budurlik taqriban modellashtirilganda 16.3-rasmda keltirilgan grafiklardan tashqari, S koeffitsiyentini aniqlashda ba'zida Shezi formulasi asosida aniqlanadigan hisoblardan ham foydalaniladi:



16.4-rasm. **Uzunligi** L **va diametri** d **bo'lgan dumaloq silindrning qarshilik koeffitsiyenti** $S\ (R = C\gamma\omega\vartheta^2/2g)$**, bunda** R **– silindrga beriluyotgan gidravlik yuklama;** $\omega = Ld$**):**

$1 - L/d = \infty;\ 2 - L/d = 5.$

$C \div \vartheta = C\sqrt{RJ}$ Shezi bo'yicha $\alpha_\vartheta = \frac{\vartheta}{\vartheta_1} = \frac{C\sqrt{RJ}}{C_1\sqrt{R_1 J_1}}$ bunda geometrik o'xshashlikka rioya etilganda $J = J_1$ ekanligi inobatga olinadi. Fruda qonuni $\alpha_\vartheta = \sqrt{\alpha_L}$ bo'yicha modellashtirilganda, $\frac{C}{C_1}\sqrt{\alpha_L} = \sqrt{\alpha_L}$, ya'ni $C = C_1$ ga ega bo'lamiz.

Maning bo'yicha $C = \frac{1}{n}R^{1/6}$ va $C_1 = \frac{1}{n_1}R_1^{1/6}$ ekanligini e'tiborga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\alpha_n = n/n_1 = \alpha_L^{1/6}, \qquad (16.32)$$

bunda: n va n_1 – model va haqiqiy obyekt uchun umumiy g'adir-budurlik koeffitsiyenti.

Shisha va organik shisha uchun $n = 0{,}008 \ldots 0{,}013$ va $K = 0{,}0015 \ldots 0{,}01$ mm, randalangan yog'och uchun $n = 0{,}010 \ldots 0{,}014$ va $K = 0{,}15 \ldots 0{,}30$ mm, silliqlangan beton yuzasi uchun $n = 0{,}011 \ldots 0{,}015$ va $K = 0{,}3 \ldots 0{,}8$ mm.

Modellarda daryolarning nisbatan uzun bo'lgan uchastkalarini maydonchaning yoki novning o'lchamlari chegaralanganligi natijasida model masshtabi maydalashadi, bu esa geometrik o'xshashlikka rioya etilganda oqim chuqurligi va tezligining juda kichik bo'lishiga olib keladi. Bunda $\mathrm{Re} > \mathrm{Re}_{\mathrm{cheg}}$ bo'lishi mumkin, ya'ni model avtomodellik oblastida ishlamaydi. Ko'pincha g'adir-budurlikni ham modellashtirish imkoni bo'lmaydi, ya'ni $\lambda = \text{idem}$ yoki $C = \text{idem}$ shartlarini bajarib bo'lmaydi. Bunday holatlarda model masshtablarini o'zgartirishga to'g'ri keladi. Bunda tik (vertikal) masshtab (chuqurlik masshtabi) $1 \div \alpha_h$, rejadagi $1 \div \alpha_L$ dan yirikroq (ya'ni, $\alpha_L > \alpha_h$) qabul qilinadi. Tadqiqotlar davomida α_L / α_h nisbat 5...10 ga, ba'zida (kamdan-kam hollarda) 20 ga yetadi. Geometrik o'xshashlik shartlarini tuzgan holda bunday modellashtirish taqribiy hisoblanadi va uning natijalarini qo'llashda ehtiyotkorlik bilan yondashish lozim. Bosimli gidrouzellarni, suv tashlash inshootlari o'tkazish qobiliyati, pastki befda suv energiyasini so'ndirishning o'ziga xos xusu-

siyatlarini va sh.k. larni tadqiq etishda o'zgartirilgan modellardan foydalanish mumkin emas.

Ko'rinib turibdiki, masshtab o'zgartirilganda nishablik $I_1 > I$ bo'ladi. Agar haqiqiy obyektda oqim tinch harakatlanadigan bo'lsa $(I_1 < I_{kr})$, bu modelda ham saqlanishi lozim, aks holda oqim tavsifi keskin o'zgaradi.

Masshtab o'zgartirilganda, ba'zi masshtabli koeffitsiyentlar ham 16.1-jadvalda keltirilgan qiymatlarga nisbatan o'zgaradi. Masalan, $\alpha_\omega = \alpha_L \alpha_h$, $\alpha_\vartheta = \sqrt{\alpha_h}$, $\alpha_Q = \alpha_L \alpha_h^{3/2}$.

O'zani deformatsiyalanadigan va qattiq sarfga ega bo'lgan suv oqimlarini modellashtirish. Yuvilmaydigan (bikr) modellarda tadqiqotlar o'tkazilganda o'zanning deformatsiyalanish ehtimoli haqida faqat chamalab berilgan gruntlar yoki mustahkamlangan zaminlar uchun, agar u loyihalanayotgan bo'lsa, o'lchangan (gravitatsion o'xshashlik qonuniga ko'ra haqiqiy obyektga qayta hisoblangan) tezliklarni gruntni yuvmaydigan tezliklar ϑ_0 bilan taqqoslash orqali fikr yuritish mumkin. O'zan deformatsiyalari qiymatining miqdori (yuvilish va cho'kindilar) modellarda o'tkazilgan tajribalar biror ma'lumot bermaydi yoki to'liq ma'lumot bermaydi, unda ham faqat yuvilishlar uchun ma'lumotlarni A.D. Xalturin usulida tajribalar o'tkazilgandagina olish mumkin. Bu usulda tadqiqot o'tkazilganda o'zan modelining (yuvilmaydigan, lekin oson tozalanadigan materialdan, masalan, kam sementli qorishmadan tayyorlangan) modellashtirilgan yuvib ketmaydigan tezlikdan $\vartheta_{0_1} = \vartheta_0 / \alpha_\vartheta$ katta tezlikka ega bo'lgan joylari asta-sekin taroshlanib, barcha joylarda $\vartheta_1 \le \vartheta_{0_2}$ shart bajarilishiga erishiladi. Shuning uchun o'zan deformatsiyalarini o'rganishni odatda o'zani yuviladigan modellarda o'tkaziladi.

Grunt yuvilishini (yoki yuvilmasligini) modellash shartini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\alpha_{\vartheta 0} = \alpha_\vartheta \tag{16.33}$$

bunda: $\alpha_{\vartheta 0}$ – gruntni yuvmaydigan tezliklar uchun masshtab koeffitsiyenti.

Shunday qilib, model uchun shunday gruntni qabul qilish kerakki, uning uchun grunt yuvilmaydigan tezlik

$$\vartheta_{0_1} = \vartheta_0 / \alpha_\upsilon = \vartheta_0 / \alpha_L \tag{16.34}$$

bo'lishi kerak.

Gruntni yuvib ketmaydigan tezlik $\upsilon_0 = 2$ m/s bo'lgan galechnikli o'zanni modellashtirishni qarab chiqamiz. Model masshtabi ancha yirik ($\alpha_L 25$). 16.34-ifodaga ko'ra modelda $\vartheta_{01} = 2/\sqrt{25} = 0,4 m/s = 40 sm/s$ bo'lgan grunt bo'lishi lozim. Bunday qiymat o'rtacha donadorlikka ega bo'lgan qumga mos keladi, demak o'zan modelini shu qumdan tayyorlash lozim bo'ladi. Shunday qilib, yirik donador yotqiziqlarga ega bo'lgan tog' daryolarini modellashtirish juda oddiy hisoblanadi. Bunda bog'lanmagan gruntlarning *d* diametrga ega bo'lgan yirik fraksiyalari chiziqli yoki taxminan chiziqli qonuniyat $d_1 \approx d/\alpha_L$ bo'yicha modellashtiriladi.

Tekislikda oqib o'tayotgan o'zani mayda zarrachalardan iborat daryo modellashtirilganda boshqacha holat kuzatiladi. Bunda model masshtabini juda kichik (laboratoriya jihozlari o'lchamining chegaralanganligi, yirik daryo modellashtirilganda va sh.k.) qabul qilishga to'g'ri keladi. $\alpha_L = 100$, $\vartheta_0 = 30$ sm/s (mayda qum) bo'lsin, u holda 16.34-ifoda bo'yicha $\vartheta_{01} = 30/\sqrt{100} = 3$ sm/s. Bunday yo'l qo'yarlik tezlik bilan model uchun grunt materialini tanlab bo'lmaydi. Bunday holatlarda taxminiy modellashtirish yo'liga o'tishga to'g'ri keladi, ya'ni masshtab «bo'rttiriladi» ($\alpha_h < \alpha_L$, buning ustiga $\alpha_{\upsilon_0} = \alpha_\upsilon = \sqrt{\alpha_h}$), bunda vertikal masshtab yirikroq qabul qilinadi yoki yuviladigan material sifatida turli yengil siljiydigan materiallar (υ_{0_1}, kichik bo'lgan) – kalsinirlangan namlangan taxta qirindisi, pemza, akrilat kukuni, yantar va b. Ko'pgina o'rniga ishlatiladigan materiallar qimmatligi va kamyobligi, vaqt o'tishi bilan harakatchanlikni yo'qotish kabi noqulay xususiyatlarga ega bo'lishi tufayli modellashtirish yanada murakkablashadi. Shuning uchun ko'p hollarda masshtablarni bo'rttirish afzal, keyin modelda tabiiy grunt (mayda qum) qo'llaniladi. Amaliyotda yuviladigan modellarda kam hollarda masshtablar bo'rttirilishi 6...12 dan katta bo'lishi mumkin.

Tadqiqot olib boriladigan deformatsiyalanadigan o'zanlar uchastkasi uzun bo'lganda $Re > Re_{cheg}$ shartga rioya etish lozim va qarshilik koeffitsiyentlari haqiqiysi bilan (daryoning qayir joylarida qarshilik ortishini hisobga olish va b.) yetarli darajada mos kelishi lozim.

Mahalliy yuvilishlarni modellashtirish holatlarida, masalan, suv tashlash inshootlari pastki befida, Fr = idem, Ka = idem (odatda Re uncha kichik bo'lmaganda taxminan qanoatlantiriladi) va $\alpha_{g0} = \alpha_g = \sqrt{\alpha_L}$ mezonlariga rioya etish kerak. Agar mayda zarrachalarning loyqalanishini (masalan, ular suv olish inshootiga

tushganida) ham hisobga olish kerak bo'lsa, u holda $\alpha_{\omega_0} = \alpha_v = \sqrt{\alpha_L}$, sharti ham qo'yiladi, bunda α_{ω_t} – gidravlik donadorlik masshtabli koeffitsiyenti. Bo'rttirilgan masshtablarda odatda mahalliy yuvilishlar o'rganilmaydi.

Qoyali gruntlar yuvilishi modellashtirish juda murakkab hisoblanadi. Qoyali bloklar alohida holda, ya'ni yoriqlar bilan ajratilgan bo'laklari ba'zida modellashtirishda unga zarrachalari massasi bo'yicha ekvivalent bo'lgan bog'lanmagan grunt (odatda shag'al) bilan shartli ravishda almashtiriladi. Ba'zida laboratoriyalarda qoya toshlar mos holdagi bir-biri bilan bog'lanmagan yoki orasida kuchsiz bog'lovchi to'ldiruvchi bilan biriktirilgan mos holdagi plitkalar bilan qayta shakllantiriladi. Qoya toshlarning yuvilishini modellashtirish usullari ustida kelgusida yanada ishlashga to'g'ri keladi.

To'lqinli jarayonlarni tadqiq etish. Laboratoriyada to'lqinlar maxsus to'lqin hosil qiluvchi moslamalar yordamida amalga oshiriladi va bunda uning shakli xuddi haqiqiy to'lqinga o'xshash bo'lishiga harakat qilinadi. Modellashtirishning asosiy mezoni bo'lib Fruda mezoni hisoblanadi, Struxal mezonidan ham keng foydalaniladi, odatda geometrik o'xshashlikka rioya etiladi, lekin ba'zida masshtab bo'rttirilishiga yo'l qo'yiladi. To'lqin balandligi past bo'lganda Veber soni ta'sir etishi (yuza tortishish kuchlari ta'sir ko'rsatadi) mumkin.

16.2. Gidrotexnika inshootlarining tabiiy tadqiqotlari

Tabiiy tadqiqotlarning asosiy vazifalari quyidagilar: 1) qurilish va undan boshlang'ich foydalanish davrida inshoot sifatini nazorat qilish; 2) foydalanish davrida inshoot va zamin holatini muntazam nazorat qilish; 3) hisobiy dastlabki shartlarning, natijalarning, hisoblarning va modeldagi tadqiqotlarning to'g'riligini tekshirish va buning natijasida hisoblash usullari va konstruksiyalarni takomillashtirish; 4) avariyali holatlardan ogohlantirish va avariya bo'lishi ehtimoli haqida oldindan xabar berish; 5) muhim to'liq o'rganilmagan hodisalarni aniqlashtirish; hisoblash yoki yangi texnologiyaga o'tish qiyinchilik tug'diradigan to'g'onlarning yangi konstruksiyalari va turlarini tadqiq etish.

Shartli ravishda 1...4 vazifalarni nazorat, 5 vazifa esa maxsus deb yuritiladi. I, II va III sinf inshootlari uchun asbob-uskunalar bilan

tabiiy tadqiqotlar o'tkaziladi, IV sinfli inshootlarda esa asoslab berilgan hollarda, kichik inshootlarda va past bosimli to'g'onlarda alohida defektlarni, cho'kishlarni, siljishlarni, yoriqlarni, pastki befga filtratsiya suvlarining chiqishini, qiyaliklarni, o'zanlarni yuvilishini va boshqalarni aniqlash uchun ularni ko'zdan kechirish, kuzatish olib boriladi. Gruntli to'g'onlarni nazorat qilish uchun o'tkaziladigan kuzatuvlarning o'ziga xosligi bu mustahkamlik holati, qiyaliklarning, to'g'on tepasining, to'g'on chetidagi ariqlarning mahalliy deformatsiyalari, qiyalik va qirg'oqlarning yuvilishi, zovur xandaqlarining loyqa va o't bilan to'lib qolishi holatlarini ko'zdan kechirish, kuzatishdan iborat.

A.I. Tsarev bo'yicha qo'llaniladigan asbob-uskunalarga bog'liq ravishda tabiiy tadqiqotlarni quyidagi turlarga ajratish mumkin:

1) ichiga o'rnatiladigan va ustiga yopishtirib qo'yiladigan nazorat o'lchash asboblari (NO'A), ular inshootni barpo etish va undan foydalanish jarayonida o'rnatilganda, olib boriladigan tabiiy tadqiqotlar;

2) faqat inshoot barpo etiladigan vaqtda NO'A ichiga o'rnatilgan paytda olib boriladigan tabiiy tadqiqotlar;

3) yechib olish imkoni bo'lgan yoki ko'chma asboblar o'rnatilgan vaqtda olib boriladigan tabiiy tadqiqotlar. Gidrouzel loyihasining tarkibiy qismi hisoblangan tabiiy tadqiqotlar loyihasiga: tabiiy tadqiqotlar va NO'A ni maqsadi, vazifasi, davomiyligini asoslab beruvchi bosh dastur; NO'A larini joylashtirish chizmalari va kabellar trassalari; kuzatishni avtomatlashtirish loyihasi; NO'A larini o'rnatish va kuzatishni olib borish bo'yicha yo'riqnoma; o'rganilayotgan kattaliklar nazorat parametrlari (xavfsizlik mezonlari), smeta kiradi.

NO'A lari soni va ularni joylashtirishga qo'yiladigan umumiy talablar. Avariyalarning oldini olish maqsadida mamalakatimizda va xorijiy davlatlarda tabiiy tadqiqotlarga katta e'tibor beriladi.

To'g'on gidrouzellarida juda ko'p NO'A lari o'rnatiladi (Andijon suv omborida 1430 ta, Sayano - Shushenskda—2270 ta). Tabiiy kuzatishlarning qiymati inshoot umumiy qiymatining 0,75...2% ini va undan ko'prog'ini tashkil etadi. To'g'on ichiga o'rnatiladigan asboblar taxminiy soni:

$$n = a \cdot W$$

bunda: W — to'g'on sig'imi, m^3; $a = 0{,}17 \cdot 10^{-3}$; $0{,}35 \cdot 10^{-3}$; $0{,}45 \cdot 10^{-3}$; $1{,}25 \cdot 10^{-3}$ — mos holda gruntli, gravitatsion, kontrfors va arkali to'g'onlar uchun.

NO'A lari sonini tadqiqotni rejalashtirish nazariyasini qo'llab kamaytirish mumkin. Tabiiy tadqiqotlarni o'tkazish va NO'A lari turi va sonini tanlashda mavjud 700 ta avariya va noxush hodisa to'g'risidagi ma'lumotlar tahlilini inobatga olish lozim.

Gravitatsion, arkali va konstrfors to'g'onlardagi avariyalar va noxush holatlarning asosiy sabablari quyidagilar: zaminning ustuvorligini (20...24%) yo'qotishi; to'g'on tanasi va zamindan suv filtratsiyasi (29...33%); harorat va kirishish choklari (12%; bu omillar foydalanishning dastlabki 2...4 yillarida jadal ko'rinadi); navbatma-navbat muzlash va erish (17...12%); suv agressivligi (12...14%); bu omillarning ta'siri inshoot ishonchliligiga 40...60 yildan so'ng seziladi; gruntli to'g'onlar uchun: zamin va bir-biriga biriktirilgan ustunlar orqali suv filtratsiyasi (17%); to'g'on tepasidan suv oqib tushishi (17%); to'g'on tanasidagi jamlangan filtratsiya (12%).

NO'A lar hisob natijalari va modelda olib borilgan tadqiqotlarga ko'ra hamda o'xshash inshootlar (analoglar) ishlashini inobatga olgan holda nuqtalarda o'rnatiladi. Qurilmalarni iloji boricha inshootning o'lchanadigan kesimlarida, odatda vertikal va gorizontal kesimlarida mujassamlashtirgan ma'qul. NO'A laridan datchiklar ajratib olinadi va ular yordamida ishonchlilik va xavfsizlik bo'yicha tezkor nazorat olib boriladi.

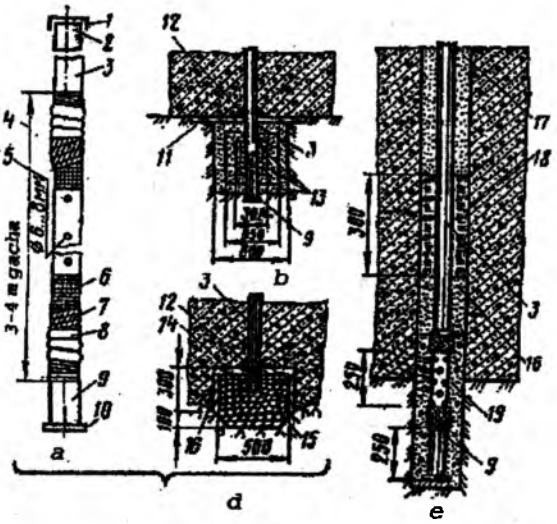
Qurilish davridagi tabiiy tadqiqotlar. Betonli to'g'onlar uchun ishlab chiqarish texnologiyasi bilan (namunalar olinadi va deformatsiyalanuvchanlik, mustahkamlik, betonning issiqlik fizikaviy xossalari, qolipning issiqni saqlash xossalari, bloklarning harorat rejimlari, qurilish va konstruktiv choklarning ochilib qolishi aniqlanadi; bloklarda yoriqlar paydo bo'lishi va sementlash sifati baholanadi) va inshootning ishlash jarayoni bilan bog'liq (cho'kishlar, bloklar va zaminlar deformatsiyasi, gorizontal siljishlar, qoyamas zaminli to'g'onlarda kontakt kuchlanishlar va ankerli ponurlardagi armatura kuchlanishlari tadqiq etila boshlanadi) kompleks tadqiqotlar o'tkaziladi.

Suv omborini to'ldirish mas'uliyatli bosqich hisoblanadi. Bunda inshootning ishlashiga dastlabki baho berish uchun katta hajmdagi tadqiqotlar bajariladi. Gruntli to'g'onlar uchun kondan keltirilgan va yotqizilgan gruntdan namunalar olinib, ularning zichligi, namligi, solishtirma og'irligi, gilli gruntlarning egiluvchanlik chegarasi, granulometrik (donadorlik) tarkibi, filtratsiya koeffitsiyen-

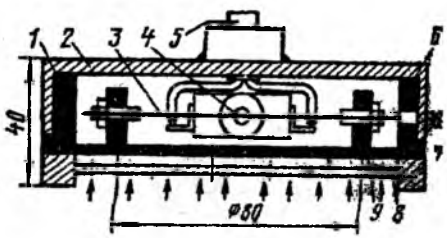
ti, deformatsiyalanuvchanlik xossalari, siljuvchanlik tavsiflari va h.k.larni aniqlash orqali yotqizilgan material sifati nazorat qilinadi. Zichlik va namlikni baholash uchun shtamp, radiozatop va boshqa usullarga asoslangan tezkor usullar qo'llaniladi; avtomatik hisoblash qurilmasiga ega bo'lgan vibrokatoklar (Shvetsiyada ishlab chiqilgan) gruntlarni zichlash bilan bir vaqtning o'zida erishilgan zichlik haqida darhol ma'lumot beradi.

Ekspluatatsiya davridagi tabiiy gidravlik tadqiqotlar. Ushbu tadqiqotlar suv o'tkazuvchi inshootlar, daryo o'zani, pastki bef qirg'oqlarining holatini tezkor nazorat qilish uchun o'tkaziladi. Turli rejimlarda suv sarflari o'tkazilganda quyidagilar o'rganiladi: suv sathlari; gidravlik rejim, oqimning planda tezlikning chuqurlik bo'yicha tarqalib oqishi, titrashlar; kavitatsiya; konstruksiyalar eroziyasi; oqim aeratsiyasi; gidrodinamik bosim; dinamik kuchlanish va deformatsiyalar; inshootning suv o'tkazish qobiliyati. Inshootni doimiy yoki vaqtinchalik ekspluatatsiyaga topshirish vaqtida odatdagi nazorat va maxsus tadqiqotlardan tashqari ishlash rejimni to'g'rilash (korrektirovka) uchun ishga tushirish sinovlari ham o'tkaziladi. Suv sarfi o'tkazilgandan so'ng inshoot chamalab ko'zdan kechiriladi va chuqurliklar o'lchanadi.

Filtratsiya bo'yicha tabiiy tadqiqotlar tarkibiga quyidagilar kiradi: gruntli to'g'onlardagi depressiya egri chizig'ining holatini o'rnatish; filtratsiya sarfi va filtratsiya bosimini aniqlash; betonli to'g'onlarda uning tovonidagi filtratsiya bosimini aniqlashga alohida e'tibor beriladi; inshootda va zaminda filtratsiya tezligini aniqlash va mexanik yoki kimyoviy suffoziyaning xavflilik darajasini baholash. Depressiya egri chizig'i holati va filtratsiya bosimi pezometrlar (16.5-rasm) yoki pezodinamometrlar (16.6-rasm) bilan aniqlanadi. Pezometrlar ikki xil bo'ladi: 1) o'rnatish usuli bo'yicha inshoot quriladigan vaqtda quyilma qism ichiga o'rnatiladigan va d=17...17 sm bo'lgan burg'ulash skvajinalarida tushirib o'rnatiladigan; 2) pezometrik chiziqqa nisbatan suv kirish qismini joylashish holati bo'yicha — bosimli (odatda baland to'g'onlarda) va bosimsiz pezometrlar bo'ladi. Bosimli pezometrlar suv kirish qismida manometrlar yoki masofadan boshqariladigan manometrik asboblar joylashtiriladi. Bosimsiz pezometrlarda sathlar lotxlopushka, lotxushtak yoki elektrokontaktli asboblar bilan o'lchanadi. Inersionlikka ega bo'lgan nuqtaviy pezometrlar o'rniga gilli gruntlarda, betonlarda pezodinamometr-



16.5-rasm. **Piyezometr konstruksiyasi:**
a-e – mos ravishda gruntli inshootlar uchun to'liq, gilli-gruntlar uchun nuqtaviy, qoya zaminlar uchun nuqtaviy, tushiriladigan nuqtaviy pezometrlar suv qabul qilgichlari (a–d–ichiga o'rnatiladigan; e –tushirib qo'yiladigan); 1 – qopqoq; 2 – suv kirish qismi; 3 – ruxlangan temirdan tayyorlangan pezometr quvuri; 4 – suv qabul qilgich; 5 – teshik joy; 6 – latun to'r; 7 – shishali-xolst; 8 – temir sim o'ramasi; 9 – tindirgich; 10 – quyi qopqoq; 11 – yog'och shit yoki betonli plita; 12 – yoriqlar berkitilgan joy; 13 – filtr qatlamlari; 14 – yog'och yoki metall quti; 15 – shag'aldan tayyorlangan filtr; 16 – qum; 17 – sement qorishmasi; 18 – gildan tayyorlangan tampon; 19 – filtr.



16.6-rasm. **Torli piyezodinamometr konstruksiyasi:**
1 – korpus; 2 – qopqoq; 3 – tor; 4 – elektromagnit; 5 – kabel; 6 – yelimlangan chok; 7 – teshikli qopqoq; 8 – vazelin; 9 – membrana.

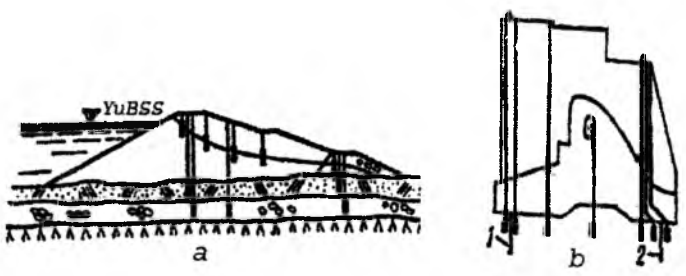
lar o'rnatiladi. Piyezodinamometrlar ixcham, ularni o'rnatish narxi arzon, lekin xizmat qilish muddati kichik, ularni almashtirib bo'lmaydi. Ularga filtratsiya bosimi yopishqoq suyuqlik orqali membranaga uzatiladi; uning ignasi egilganda va unga mahkamlangan torning cho'zilishi o'zgaradi; elektromagnitni ishga tushirish bilan torning o'zini tebranish chastotasi o'lchanadi, u esa uning qanchalik tarang tortilishiga, demak filtratsiya bosimiga bog'liq bo'ladi.

Gruntli to'g'onlarda filtratsiya oqimi pastki qiyalik tovonining chetidagi ariqqa o'rnatilgan o'lchov vodoslivlari bilan o'lchanadi. Betonli to'g'onlarda o'lchov vodoslivlari galereya chetidagi ariqqa o'rnatiladi; hajmiy usul ham qo'llaniladi. Filtratsiya o'chog'idagi (sizib o'tish, tirqish) sarflar hajmiy usul bilan aniqlanadi. Filtratsiya tezligi tuz usuli, bo'yoqlar usuli yoki radioizotoplar bilan aniqlanadi (NaCl tuzi, fluorestsin yoki radioizotop yuqori befga tushiriladi va ularning paydo bo'lishi vaqti qayd etiladi).

Suvning kimyoviy tahlil etish betonning ishqorlanishi yoki gruntli to'g'onlar va zaminlarning kimyoviy suffoziyasi haqida xulosa qilish imkonini beradi. Suvning loyqalanishi gruntli to'g'onlar va zaminlarda mexanik suffoziya bo'layotganidan darak beradi. Piyezometrlarning joylashtirish chizmasi 16.7-rasmda keltirilgan. Filtratsiyani tadqiq etish tarkibiga filtrlanadigan suvning haroratini o'lchash ham kiradi.

Siljishlarni tabiiy tadqiq etish. Siljishlarning vertikal (cho'kish), gorizontal va nishab turlari mavjud.

Vertikal siljishlarni aniqlashning asosiy usullari. Cho'kishlar geometrik, trigonometrik va gidrostatik nivelirlash orqali o'lchanadi.



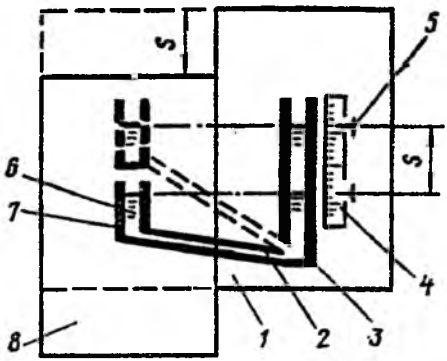
16.7-rasm. **Piyezometrlarni joylashtirish sxemasi:**
a – gruntli to'g'on; b – qoyamas zaminli betonli to'g'on; 1,2 – yuqori va pastki shpuntlar.

Geometrik nivelirlashda tayanch balandlik tarmog'idan, cho'kish sodir bo'lishi mumkin bo'lgan joy chegarasidan chetda bo'lgan mustahkam gruntlarda o'rnatilgan fundamental reperlardan va pastki befdagi inshoot galereyasi va qulay joylarda betonda biriktirilgan ishchi reperlardan foydalaniladi. To'g'onda o'lchov balandlik markalari maksimal va notekis cho'kish bo'lishi mumkin bo'lgan joylarda joylashtiriladi. Betonli to'g'onlarning cho'kishini o'lchash aniqligi ±1...2 sm.

Trigonometrik nivelirlashda bir nuqtaning ikkinchi nuqtadan balandligi vizir nuri nishablik burchagining va asbobdan vizirlash nuqtasigacha bo'lgan masofaning o'zgarishiga ko'ra aniqlanadi. Bu usul chuqur, tor daralar, tik nishabliklarda va shunga o'xshash joylar uchun qulay hisoblanadi; uning aniqligi nisbatan past.

Gidrostatik nivelirlashda bir nuqtaning ikkinchi nuqtadan balandligi tutash idishlardagi suyuqlikning gorizontal yuzasiga nisbatan aniqlanadi (16.8-rasm). O'lchash aniqligi ±0,2 mm; o'lchashni avtomatlashtirish mumkin; gidrostatik nivelirlash tizimi boshlang'ich reperlarga bog'lanadi.

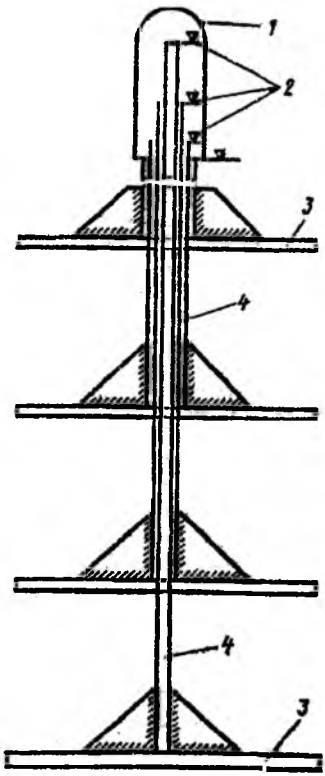
Gruntli to'g'onlar ichkarisidagi, ular zaminidagi va qatlamlar cho'kishi: plitalarga payvandlangan teleskopik quvur tizimidan tashkil topgan ko'p yarusli chuqurlik markalari bilan (16.9-rasm), pli-



16.8-rasm. **Gidravlik nivelirlash prinsipial sxemasi:**
1,8 – №1 va 2 seksiyalar; 2 – tutashtiruvchi quvur; 3,7 – ichki idishlar; 4 – shkala; 5 – o'lchash asbobi; 6 – suyuqlik; S – seksiyalarning biribiriga nisbatan cho'kishi.

talar cho'kkanda quvurlar pastga tushadi (quvurlarda joylashtirilgan markalar ko'chishi bo'yicha geometrik nivelirlash bilan cho'kish aniqlanadi); po'lat plastina erkin kiygizilgan seksiyali plastmassali quvurlardan tashkil topgan (seksiyalar patrubkalar bilan birlashtiriladi) chuqurlik elektromagnit markalar bilan o'lchanadi.

Cho'kish choklari to'g'risida plitalar siljishi bo'yicha baho beriladi. Uning holati 3...4 mm aniqlikda elektromagnit zond bilan o'lchanadi. Bunda plastina yonidan o'tganda doimiy magnit o'ramida tok induksiyalanadi; plitalarning vertikal holatida gorizontal siljishlar o'lchanadi. Chuqurlik elektromagnit marka 16.10-rasmda ko'rsatilgan.



Gorizontal absolut siljishlarni aniqlashning asosiy usullari. Bu usullar quyidagi turlarga bo'linadi: stvorli, triangulatsiya, kombinatsiyalashgan.

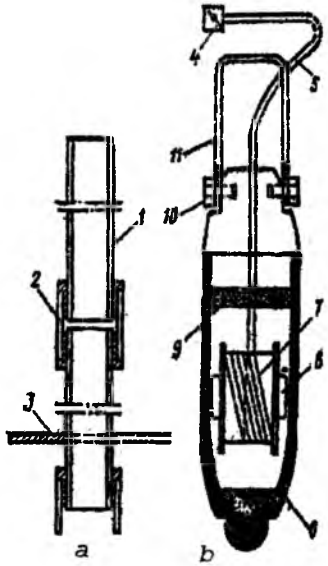
Stvorli usul (16.11-rasm, a) oddiy va aniq; u to'g'ri chiziqli o'qli inshootlar uchun qo'llaniladi. Yer osti yo'lida, qirg'oq massivlarida ikkita tayanch punkti joylashtiriladi, ularda teodolit va vizirli mo'ljal o'rnatiladi.

Vizirli stvorda (galereyada yoki to'g'on tepasida) nazorat punktlari joylashtiriladi. Vizirli stvor: optik; torlioptik bo'lishi mumkin. Optik vizirli stvordagi og'ishlar siljuvchan markaning hisob qurilmasi bo'yicha (nazorat punktida joylashtirilgan) aniqlanadi, uni mikrometrik vint yordamida stvorga kiritiladi; stvordan og'ishni kichik burchaklar usulida ham aniqlasa bo'ladi. Bu usulda nazorat punktlarida ketma-ket qo'yiladigan qo'zg'almas markadan tayanch punktgacha o'lchab aniqlanadi. Torli-optik stvor po'lat

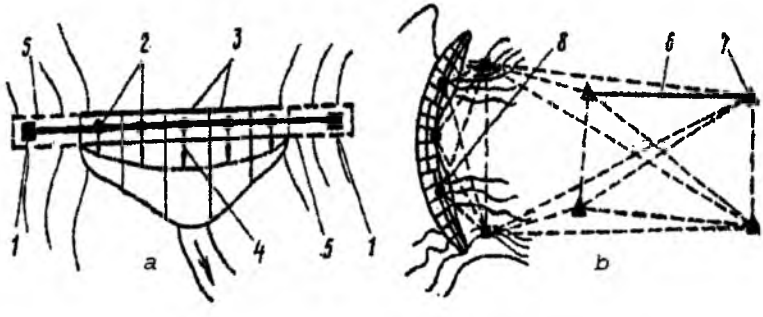
16.9-rasm. **Ko'p yarusli chuqurlik markalari:**
1 – himoya qopqog'i; 2 – markalar; 3 – plita; 4 – teleskopik quvur tizimi.

tordan yasalgan bo'lib, uning bir uchi mahkamlangan va ikkinchi uchi esa yuk bilan (100...200 kg) tortilib turadi. Torlar vannadagi po'kaklarda yotadi (har 1...2 seksiyadan keyin). Stvordan bir tomonga siljish nazorat punktlarida (torga nisbatan) 0,1 mm aniqlikda optik markazlashtirgich yoki mexanik hisoblash vositalari bilan aniqlanadi.

Triangulatsiya usuli (16.11-rasm, b) murakkab bo'lib, geodezistlardan yuqori malakani talab etadi; o'lchashlar uzoq vaqt davom etadi, shuning uchun bu usul tezkor nazorat uchun yaramaydi. Bu usulni tog'li sharoitlarda, xususan arkali to'g'onlarda qo'llaniladi. Teodolitlar bilan triangulatsion tarmoq



16.10-rasm. **Chuqurlik elektromagnit marka:**
a – umumiy ko'rinishi; b – zond qurilmasi; 1 – plastmassa quvur seksiyasi; 2 – tutashtiruvchi nay; 3 – metall plastina; 4 – galvanometr; 5 – kabel; 6 – zond korpusi; 7 – o'ram; 8 – magnit; 9 – qopqoq; 10 – bolt; 11 – tros uchun moslama.



16.11-rasm. **Gorizontal siljishlarni o'lchash:**
a – stvor usuli; b – triangulatsiya usuli; 1,7 – stvor oxiridagi va qirg'oqdagi tayanch punktlari; 2,8 – nazorat punktiari va nuqtalari; 3 – to'g'on seksiyalari; 4 – seksiyalarning gorizontal siljishlari; 5 – yer osti yo'li; 6 – bazis.

tayanch punktlaridan davriy ravishda qolgan barcha punktlarga va inshootdagi nazorat markazlarigacha bo'lgan yo'nalish o'lchanadi.

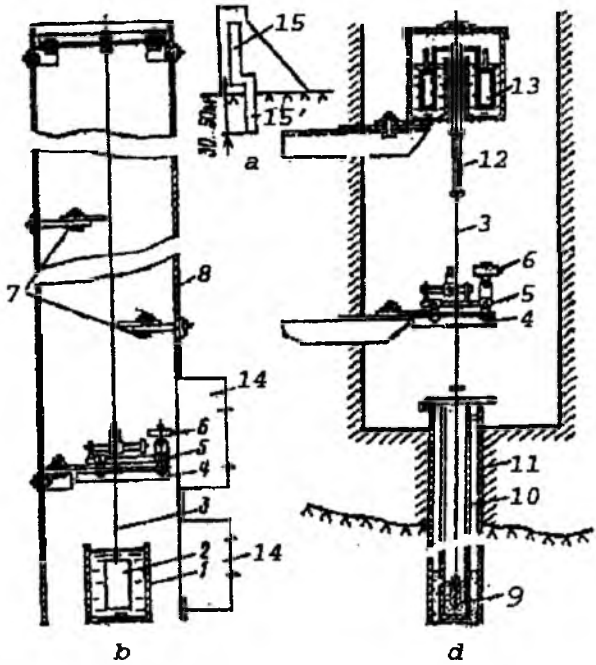
Kombinatsiyalashgan usul stvor oxirini qirg'oqqa yoki to'g'on zaminiga (qoyamas zaminli to'g'onlarda) mahkamlash imkoni bo'lmaganda yoki to'g'on o'qi bir nechta to'g'ri chiziqli uchastkalardan tuzilgan hollarda qo'llaniladi. Siljishlar optik yoki torli stvorga nisbatan aniqlanadi, stvor tayanch punktlari holati geodezik uchburchaklar tarmog'i yoki markaziy tizim orqali nazorat qilinadi.

Uncha katta bo'lmagan inshootlar uchun stereofotogrammetriyani qo'llash mumkin. Geodezik usullarda uzunlikni o'lchash uchun lazerlar, radio va nurli uzoq masofani o'lchash asboblari qo'llaniladi; mekometrlar bilan 20...3000 m gacha bo'lgan masofa $\pm 1 \cdot 10^{-6}$ xatolik bilan o'lchanadi.

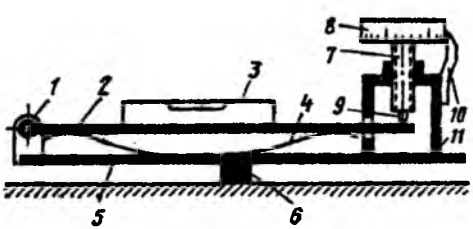
Betonli inshootlar nisbiy gorizontal siljishlarini o'lchash usullari. Odatda to'g'ri va teskari shoqullar ishlatiladi. To'g'ri shoqul—bu invar simga bog'langan va odatda to'g'on tepasiga biriktirilgan yuk; nisbiy siljishlar optik yoki mexanik koordinatometrlar bilan ipning pastki uchi oxirida (16.12-rasm, a,b) yoki oraliq holatlarda o'lchanadi.

Teskari shoqulda invar sim zamindagi skvajinada o'rnatilgan yakor pastiga mahkamlanadi; u juda chuqur bo'lganda zaminda siljishlar kam yoki bo'lmaydi (absolut siljishlar olinadi). Shoqul ipi yuqorida joylashgan halqali po'kak hisobiga vertikal turadi, koordinatometr ham yuqori joylashgan (16.12-rasm, d). to'g'ri va teskari shoqullardan birgalikda foydalanish maqsadga muvofiq (16.12-rasm, a). Alohida seksiyalarning nisbiy gorizontal siljishini taranglashtirilgan ip usulida ham aniqlanadi. Bunda eng chetdagi seksiyalarga 600 m uzunlikka ega bo'lgan po'lat ip mahkamlanadi hamda unga nisbatan nisbiy siljishlar aniqlanadi.

Inshootlar og'ishi. Ularni: bosimli va pastki qirralardagi belgilarni gidrostatik va geometrik nivelirlash qiymatlari orqali; inshootning ustiga o'rnatiladigan yoki masofadan boshqariladigan klinometr bilan aniqlash mumkin. 16.13-rasmda silindrik sathli inshoot ustiga o'rnatiladigan klinometrning oddiy sxemasi keltirilgan. Sath prujina bilan mikrometrli vintga qisilgan plastinaga mahkamlangan. Plastina o'q bo'yicha aylanishi mumkin. Plastinaning gorizontal holati buzilganda sath pufakchalari og'adi; uni mikrometrli vintni burash yordamida nol holatiga keltiriladi va uning shkalasi orqali og'ish burchagi aniqlanadi. Klinometrlar mayatnikli va boshqa turdagi ham bo'ladi.



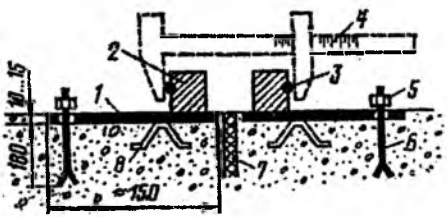
16.12-rasm. **To'g'ri va teskari shoqullar:**
a – to'g'onda shoqullarni joylashtirish; b – to'g'ri shoqul; d – teskari shoqul; 1 – moyli bak (tebranishlarni yo'qotadi); 2 – yuk (GH≈50 kg); 3 – shoqul ipi; 4 – koordinatometr stolchasi; 5 – koordinatometr; 6 – optik qurilma; 7 – ko'chirib o'rnatiladigan koordinatometr uchun stolchalar; 8, 10 – himoya quvuri; 9 – yakor; 11 – ichiga quvur tushiriladigan (obsadnoy) quvur; 12 – po'kak shtoki; 13 – halqali po'kak; 14 – galereyalar; 15 va 15¹ – to'g'ri va teskari shoqullar shaxtasi.



16.13-rasm. **Klinometr sxemasi:**
1 – o'q; 2 – plastina; 3 – silindrik sath; 4 – prujina; 5 – stanina; 6 – taglik; 7 – mikrometrli vint; 8 – darajalarga bo'lingan baraban; 9 – igna; 10 – shkala ko'rsatkich; 11 – mikrometrli o'lchagich korpusi.

Betonli to'g'on qismlarining o'zaro siljishlarini o'lchash. Bunda seksiyalarning, ustunlarning o'zaro siljishlari, seksiyalararo va ustunlararo choklarning, chok-qirqimlarning, bosimli qirralardagi va pastki qirralardagi gorizontal qurilish choklarining ochilishi o'lchanadi. Ayniqsa bosim qirrasi ostidagi kontakt choklarining ochilishini baholash muhim hisoblanadi. Vertikal choklarning ochilishi yuza yoki inshoot ustiga o'rnatiladigan bir, ikki, uch o'qli yoriq o'lchagichlar bilan o'lchanadi. Inshoot ustiga o'rnatiladigan yoriq o'lchagichlar odatda notekis cho'kish bo'lishi mumkin bo'lgan qoyamas zaminli to'g'onlarda qo'llaniladi. Inshoot ustiga o'rnatiladigan yoriq o'lchagichning oddiy konstruksiyasi 16.14-rasmda keltirilgan. Shariklar orasidagi masofa davriy ravishda 0,05...0,1 mm aniqlikda shtangensirkul bilan o'lchab turiladi. Ustunlararo choklarning ochilishini o'lchash uchun torli tipdagi masofaviy yoriq o'lchagichdan foydalaniladi.

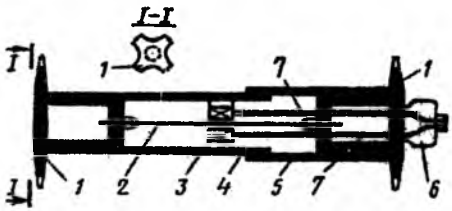
Inshoot tanasida, zaminida va armaturadagi deformatsiya va kuchlanishlarning tabiiy tadqiqotlari. Bu tadqiqotlarni o'tkazish davomida kuchlanish va deformatsiyalar, xususan tovondagi kuchlanish, zamindagi qoya va bortli tutashish joylaridagi deformatsiyalar, armaturadagi kuchlanish, beton va zamin harorati, beton quymasiga va grunfga g'ovaklik bosimlari, asosiy yuklamalar va ta'sirlar (beflardagi sathlar, inshoot o'zining og'irligi, havo va suv omboridagi suv harorati va b.) aniqlanadi. Kuchlanishni o'lchashning ikki xil usuli qo'llaniladi: 1) tenzometrik, bunda tenzometrlar bilan nisbiy deformatsiyalar o'lchanadi va unga ko'ra elastik—oquvchan jismlar uchun mavjud bog'lanishlarga asoslanib, inshoot ichkarisidagi va



16.14-rasm. **Inshoot ustiga o'rnatiladigan yoriq o'lchagichning konstruksiyasi:**
1 – plita; 2 – sterjenlar; 3 – sharik; 4 – shtangensirkul; 5 – gayka; 6 – ankerli bolt; 7 – chok; 8 – ankerli vilka (o'lchamlar mm da berilgan).

yuzasidagi kuchlanishlar aniqlanadi; 2) kuchlanish datchiklari bilan joyning o'zida kuchlanishni o'lchash.

Betondagi nisbiy deformatsiyalar masofaviy datchiklar – teletenzometrlar (odatda torli yoki omik qarshilikli) bilan o'lchanadi. Qo'shimcha PLDS turidagi torli inshoot ustiga o'rnatiladigan va inshoot ichiga o'rnatiladigan tenzometrlar ishlatiladi (16.15-rasm). Ularda deformatsiya natijasida tor tortilishi va uning tebranish chastotasi o'zgaradi. Metall va betonlar uchun asbob o'lchash bazasi 170...250 mm, qoya toshlar uchun 1000...5000 mm gacha; o'rtacha sezgirlik $(0,17–0,3)10^{-5}$. O'lchanadigan nuqtaga bitta tenzometr yoki rozetka o'rnatiladi; yuza kuchlanish holati (yuza deformatsiyasi) uchun 3...4 ta, fazoviy holat uchun 6...9 ta tenzometr o'rnatiladi. Kichrayish va erkin hajmiy harorat deformatsiyalar ta'siri bo'lmasligi uchun massivda kuchlanish bo'lmagan namuna (element) maxsus ajratib olinadi, unda erkin deformatsiyalarni o'lchaydigan tenzometr joylashtirilgan bo'ladi.



16.15-rasm. **Beton uchun tenzometr konstruksiyasi:**
1 – anker; 2 – tor; 3 – elektromagnit kallak; 4,5 – quvurli teleskop ko'rinishidagi korpus; 6 – kabel chiqarish uchun germetik shtutser; 7 – o'tkazgich simlar.

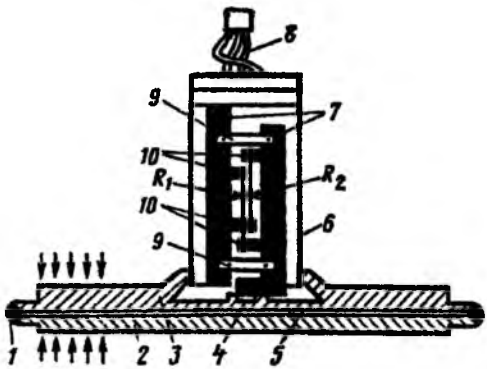
Betondagi kuchlanishni joyning o'zida o'lchash Karlson teledinamometri (16.16 - rasm) bilan amalga oshiriladi. Gruntli to'g'onlarda va qoyamas zaminlarda grunt bosimi grunt dinamometrlari bilan (piyezodinamometrlarga o'xshash, faqat qopqog'i yo'q), nisbiy deformatsiyalar esa ekstenzometrlar (16.17-rasm) bilan o'lchanadi.

Inshoot va zaminlardagi haroratni o'lchash odatda PTS-60 turidagi torli termometrlar (o'lchanadigan harorat 30° dan 60° gacha, aniqlik 0,2°C, po'lat torning va dyuraluminli korpuslarning chiziqli kengayish koeffitsiyentlari turliligiga asoslangan prinsipda ishlaydi)

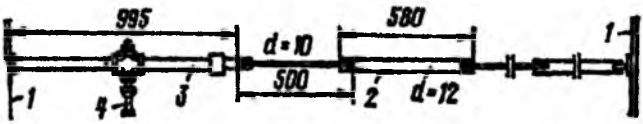
va PTT-60 turidagi termorezistorli termometrlar bilan bajariladi. Armaturadagi kuchlanish odatda torli turdagi armatura dinamometrlari (16.18-rasm) bilan o'lchanadi.

Gidrouzel hududida avtomatik ishga tushadigan seysmometrik apparatura tarmog'i tashkil etiladi. Betonli to'g'onlarda turli NO'A larini joylashtirish namunaviy sxemasi 16.19-rasmda keltirilgan.

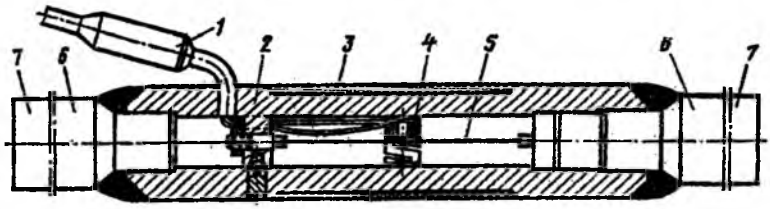
Hisoblarni asoslashda tabiiy tadqiqotlarning o'ziga xos xususiyati. Yirik inshootlarni loyihalashning dastlabki bosqichida yirik masshtabli kompleks tadqiqotlar amalga oshiriladi; xususan, qoyali va qoyamas zaminli siljish tavsiflarini asoslash uchun zaminga betonlab mahkamlangan yirik shtamplarni, qoyadagi 200 m^2 gacha



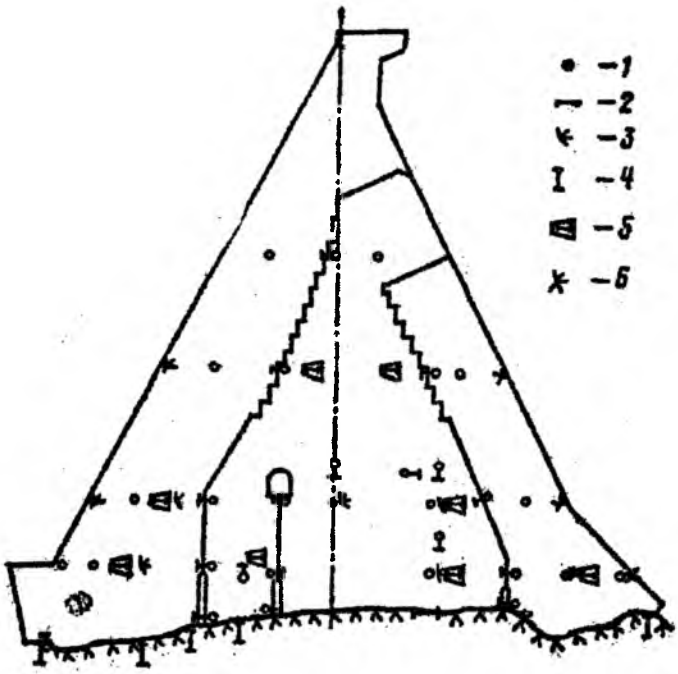
16.16-rasm. **Karlson teledinamometri:**
1 – payvandlangan joy; 2,3 – doiraviy po'lat disklar; 4 – membrana; 5 – simob qatlami; 6 – korpus; 7 – bikr sterjenlar; 8 – kabel; 9 – tutashtiruvchi plankalar; 10 – himoyalangan ignalar; R_1 va R_2 – qarshiliklar.



16.17-rasm. **Nisbiy deformatsiyalarni o'lchash uchun ekstenzometr:**
1 – plastinalar; 2 – siljuvchan quvur tizimi; 3 – chiziqli potensiometr; 4 – kabel (o'lchamlar m-da, diametrlar mm da berilgan).



16.18-rasm. **Armatura dinamometri:**
1 – tok keltiruvchi shtutser; 2 – korpus; 3 – rezinali g'ilof; 4 – elektromagnit kallak; 5 – tor; 6 – uzaytirgich; 7 – armatura.

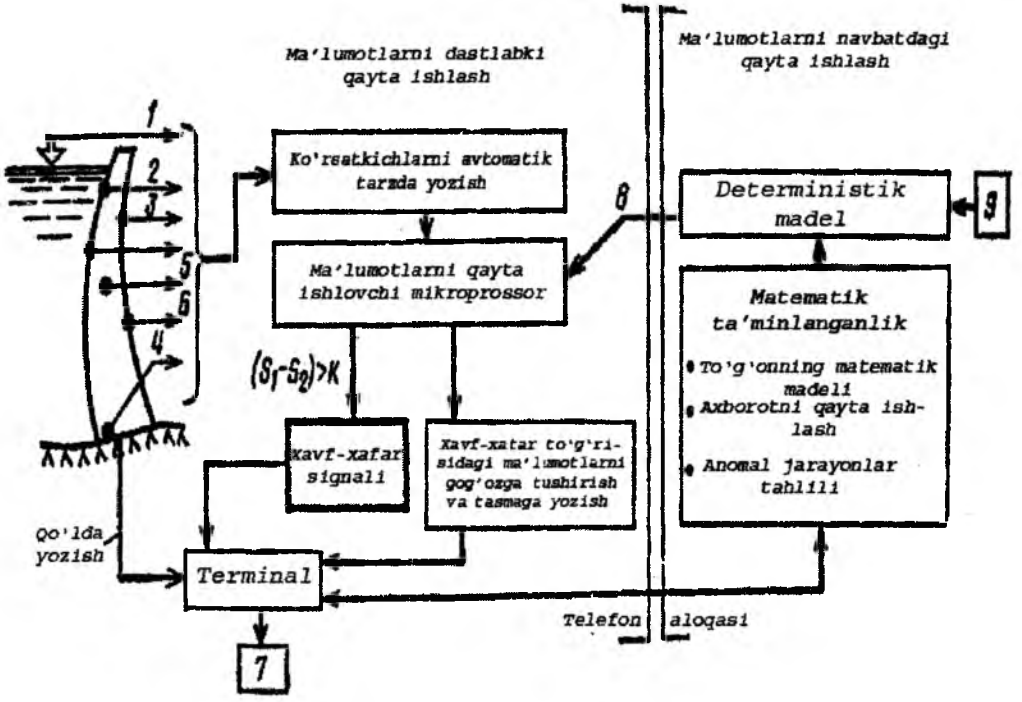


16.19-rasm. **Massiv-kontrforsli to'g'on seksiyalarida NO'A larini joylashtirish:**
1 – tenzometr; 2 – yoriq o'lchagich; 3 – olti va to'rt–besh tenzometrlardan kelgan rozetkalar; 4 – qoyadagi uzun bazali deformometr; 5 – konusdagi tenzometr.

bo'lgan yirik bo'laklar siljitiladi; tajriba yer osti yo'llarida qoyaning statik deformatsiya moduli aniqlanadi; turli geofizik usullar bilan zaminning dinamik elastiklik moduli, bo'ylama va ko'ndalang to'lqinlar tezligi aniqlanadi. Maxsus tajribaviy ko'tarmalarda gruntli to'g'onlar texnologiyasining yangi usullari sinab ko'riladi va h.k. Tabiiy tadqiqotlarning anchagina hajmi o'zandagi jarayonlarni, suv omborlarini loyqa bilan to'lishini va ular qirg'oqlarining shakllari o'zgarishini bashorat qilish bilan bog'langan.

To'g'onlar xavfsizligini ta'minlash maqsadida tabiiy tadqiqotlarni tashkil etishning asosiy yo'nalishlari. Tabiiy tadqiqotlarni rivojlantirishni asosiy yo'nalishi ularni to'liq avtomatlashtirish hisoblanadi. Buning uchun: 1) masofadan o'lchanadigan datchiklardan (hozircha bir qator muhim parametrlar – gorizontal va vertikal siljishlar, filtratsiya sarflari, qisman bosim, og'ishlar – qo'lda o'lchanadi) foydalanishga erishish; bunda datchiklarni joylashtirishni optimallashtirish, ya'ni ularning kerakli minimum sonida maksimal informatsiya olish; 2) datchiklarga avtomatik ulanish va ko'rsatishlarini EHM ga kiritish uchun qulay shaklga keltiradigan ikkilamchi qabul qilish apparaturalari ishlab chiqilgan va joriy etilgan. Bunda toifali shtatga ega bo'lgan hisoblash kompleksi yirik gidrotizimlar pultida joylashishi va ular o'lchangan ko'rsatkichlar to'g'risida axborotni doimiy va beto'xtov uzatish uchun kabel va radio aloqasi yer sun'iy yo'ldoshlari, lazerlar va b. larga ham ega bo'lishi kerak; informatsiyani yig'ish, uni to'ldirish, qayta ishlash, qayd etish va saqlash dasturlari ishlab chiqilmoqda; 3) inshoot holatini tezkor nazorat qilish uchun xavfsizlik mezonlari (siljish, kuchlanish, filtratsiya sarflari, harorat rejimi va sh.k.) va ularning nazorat qiymatlari ishlab chiqilmoqda. Ular o'lchash uchun qulay va tezkor tarzda kuzatuv qiymatlari bilan solishtirishga imkon beradigan va tezda (avtomatik tarzda) inshoot holati to'g'risida xulosa berish kerak, agar xavf tug'ilib qolgan taqdirda xodimlarni maxsus signallar (tovushli, yorug'lik va sh.o'.) yordamida xabardor qilishi lozim.

Hozirgi vaqtda ko'pgina yirik inshootlarda (masalan, Novo-Voronej AES da) to'g'onni avtomatik nazorat qilish tizimlari qo'llanilmoqda (16.20-rasm). Uncha katta bo'lmagan inshootlardagi NO'A lar soni 200–300 gacha bo'lganda iqtisodiy jihatdan inshootni avtomatlashtirilmagan tarzda nazorat qilish afzal hisoblanadi.



16.20-rasm. **Mikroprotsessorli nazorat tizimi:**
1,2,3,4 – suv sathi, harorat, deformatsiya, filtratsiya datchiklari; 5,6 – boshqa o'lchanadigan kattaliklar; 7 – nazorat natijalari yozuvi; 8 – uzatish funksiyalari; 9 – to'g'ondan keladigan berilgan qiymatlar kirishi.

Nazorat savollari

1. Gidrotexnika inshootlarini loyihalashda laboratoriya tadqiqotlarining qanday o'rni bor?
2. Laboratoriya tadqiqotlarida qanday masalalar o'rganiladi?
3. Asosiy o'xshashlik qonunlariga qanday qonunlar kiradi?
4. Qanday hodisalarga o'xshash deyiladi?
5. Geometrik o'xshashlik deganda nimani tushunasiz?
6. Ikki tizim kinematik o'xshash bo'lishi uchun qanday shartlar bajarilishi kerak?
7. Dinamik o'xshashlikni qanday ifodalash mumkin?
8. Dinamik o'xshashlikning qanday xususiy qonunlarini bilasiz?
9. Gidravlik tadqiqotlarda qanday hollarda masshtabli tuzatishlar kiritiladi?
10. Mezoniy tenglamalar deganda nimani tushunasiz?
11. Avtomodellik nima?
12. Gidravlik hodisalarning o'xshashlik mezonlarini ayting.
13. Qanday hollarda masshtab o'zgartiriladi?
14. Grunt yuvilishining modellashtirish sharti qanday ifodalanadi?
15. Mahalliy yuvilishlar modellashtirilganda qanday shartlar bajarilishi zarur?
16. Tabiiy tadqiqotlarning asosiy vazifasi nimalardan iborat?
17. Qo'llaniladigan asbob-uskunalarga bog'liq ravishda tabiiy tadqiqotlar qanday turlarga bo'linadi?
18. To'g'onlarga joylashtiriladigan asboblarning taxminiy soni qanday aniqlanadi va ularni joylashtirishga qanday talablar qo'yiladi?
19. Nazorat o'lchash asboblari inshootning qanday joylariga o'rnatiladi?
20. Qurilish davrida tabiiy tadqiqotlar nima maqsadda o'tkaziladi?
21. Inshootlardan foydalanish davrida tabiiy tadqiqotlar o'tkazilganda nimalar o'rganiladi?
22. Filtratsiya bo'yicha tabiiy tadqiqotlar tarkibiga nimalar kiradi?
23. Tabiiy tadqiqotlar o'tkazilganda pezometr va pezodinamometrlar bilan nima aniqlanadi?
24. Asosiy vertikal va gorizontal siljishlarning qanday usullarini bilasiz?
25. Inshootning vertikal va gorizontal siljishlarini o'lchash uchun qanday asboblardan foydalaniladi?
26. Inshoot og'ish burchagi qanday aniqlanadi?
27. Inshoot tanasida, zaminida va armaturadagi deformatsiya va kuchlanishlarning tabiiy tadqiqotlarini o'tkazganda nimalar aniqlanadi?
28. Teledinamometr va ekstenzometr bilan nima o'lchanadi?
29. Hisoblarni asoslashda tabiiy tadqiqotlarning qanday o'ziga xos xususiyatlari e'tiborga olinadi?
30. To'g'onlar xavfsizligini ta'minlashda tabiiy tadqiqotlarni tashkil etishning qanday asosiy yo'nalishlari bor?

XVII BO'LIM. GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI ISHONCHLILIGI VA XAVFSIZLIGI

17.1. Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi

17.1.1. Umumiy holatlar. Ba'zi bir avariya, shikastlanish va buziliganlik to'g'risida misollar

Ma'lumki, gidromeliorativ tizimlar murakkab sug'orish va zax qochirish tarmoqlari, ulardagi turli xil gidrotexnika inshootlari va yordamchi qurilmalardan tashkil topgan. Bunday tizimning tuzilishi, uning ishlash xarakteriga, foydalanish jarayonida texnik xizmat ko'rsatishni tashkil etishga, uning elementlarida ro'y berish mumkin bo'lgan ishdan chiqishlar tavsifiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun gidrotexnika inshootlarini ham boshqa yirik tizimlar singari ishonchlilik nuqtayi nazardan baholash zarurati tug'iladi.

Ishonchli va mustahkam inshootlarni bunyod etish muammosi bilan inson qadimdan duch keladi. Hozirgi davrda ham suv xo'jaligi va meliorativ qurilish sohasidagi katta yutuqlarga erishilganiga qaramay, obyektlarning ishdan chiqishi, avariyalar ro'y berishi tez-tez sodir bo'lib turadi va buning sababi sifatida ishonchlilik qoidalariga rioya qilmaslikni aytib o'tish mumkin.

Gidrotexnika inshootlari qurilishi tarixida ham ko'plab avariya, buzilish va halokatlar sodir bo'lgan va ishonchlilik qoidalariga rioya qilish naqadar muhim ekanligini eslatib o'tish maqsadida, ularning ayrimlari haqida to'xtalib o'tamiz.

1889-yilning 31-mayida AQSH ning Saut Fork daryosidagi to'g'on toshqin suvlar tufayli buzilib, halokatga uchradi va 2500 kishi halok bo'ldi. To'g'on Pensilvaniya shtatidagi Djonstaun shahri yaqinida joylashgan bo'lib, gruntli to'g'on sifatida bunyod etilgan. Loyiha bo'yicha to'g'on ikkita umumiy uzunligi 45,75 m bo'lgan qoyali gruntda joylashgan suv tushirgichga ega bo'lishi kerak edi, haqiqatda esa suv tushirgich uzunligi 21,5 m gacha kamaytirilgan va

bu esa suv tushirgichdan oshib tushadigan suvning hisobiy chuqurligi 2,5 m ga yetganda suv tushirgichning o'tkazish qobiliyati kamayishiga olib kelgan.

Halokat sodir bo'lishidan salgina oldin to'g'on hududida kuchli yomg'ir yog'ib, uning miqdori uch kun ichida 200–250 mm ga yetgan va suv omboriga keluvchi oqim 285 m3/sek ni tashkil etgan. Bunday miqdordagi suvni suv o'tkazgich o'tkazib yuborishi uchun uning ostonasidagi bosim 4 m atrofida bo'lishi kerak edi. Suv o'tkazgichda bosim yetarli bo'lmaganligi sababli zudlik bilan qo'shimcha suv tashlash kanal qurishga kirishildi. Grunt qattiqligi tufayli suv tashlash kanalini kengligi 0,6 m va chuqurligi 0,35 m o'lchamda qazib ulgurishdi, xolos. Ushbu kanal suv oqimi bilan kengligi 7,83 m va chuqurligi 0,5 m gacha yetkazildi. Suv omborida esa suv sathi tezlik bilan soatiga taxminan 0,25 m atrofida ko'tarilib bordi. Ko'rilgan chora-tadbirlarga qaramay, suv to'g'on ustining 92 m kenglikdagi uchastkasidan oshib o'ta boshladi va qo'shimcha suv tashlash kanalini qurish to'xtatildi. Suv tezda pastki qiyalikni yuvib ketdi, suv omborining bor hajmi oqib ketishi uchun 45 minut kifoya qildi.

To'g'ondan pastroq 22,5 km uzunlikda va katta nishablikda Djonstaun shahrigacha tor daryo vodiysi joylashgan edi. Toshqin suv ana shu vodiydan katta tezlikda yo'lida duch kelgan narsani oqizib o'tdi va bunda to'lqin balandligi 10–12 m tashkil etdi.

Halokat sabablarini o'rgangan komissiya, uni suv tushirgich (vodosliv) yetarlicha ko'ndalang kesimga ega bo'lmaganligi uchun suvning to'g'on ustidan oshib tushishi natijasida sodir bo'lgan degan xulosaga keldi. Halokatning sababi sifatida esa to'g'on loyihasi asossiz ravishda o'zgartirilib, suv vodoslivning suv o'tkazish qobiliyati kamaytirilganligi ko'rsatilgan.

1895-yilning 27-aprelida Fransiyada Epinal yaqinidagi Buzey suv omborining toshdan qurilgan to'g'oni buzilishi sodir bo'lgan va bu 156 kishining hayotdan ko'z yumishi, kengligi 2 km va uzunligi 25 km bo'lgan serhosil vodiyning kimsasiz va yaroqsiz joyga aylanib qolishiga olib kelgan. Bunda 4 ta qishloq suv ostida qolgan va temir yo'lga katta shikast yetkazilgan.

To'g'on 1879-1881-yillarda qurilgan bo'lib, uning plandagi o'qi to'g'ri chiziqli, uzunligi 520 m, balandligi 22 m, to'g'on ustining kengligi 4 m, asosining kengligi 14,8 m ni tashkil etgan.

Halokatning asosiy sababi qilib, to'g'on ko'ndalang kesimining yetarli bo'lmaganligi ko'rsatiladi. Shuningdek, qo'shimcha sabablar sifatida to'g'on yuzasida yuqori va pastki tomonlardagi haroratning keskin farq qilishi (yuqori tomonda +40, pastki tomonda -250), bu esa o'z navbatida to'g'onni pastki tomonida yoriqlar kengayishiga olib kelgan, bundan tashqari suv to'lqinlarining dinamik ta'sirini ham aytib o'tish mumkin.

Hindistondagi Setlej daryosida qurilgan Islom to'g'oni 1914-yilda halokatga uchragan. U qalinligi 0,31 m bo'lgan va bosimli tomondan tishli bo'lgan poydevor plitalardan tashkil topgan temirbeton konstruksiyasidan barpo etilgan va qalinligi 0,46 m dan bo'lgan 67 ta kontrforslardan iborat edi. Vodosliv ostonasi to'g'on ustidagi yopiq seksiyalardan 0,97 m pastda joylashgan. To'g'onning daryo tubidan balandligi 12,2 m va tishning eng pastki nuqtasidan esa 26 m ni tashkil yetgan bo'lib, to'g'on tepasi bo'yicha uzunligi 338 m, suv ombori hajmi esa 6,3 mln. m^3 ga teng bo'lgan.

To'g'on buzilishidan bir kun oldin nazoratchi to'g'on balandligi 9,14 m bo'lgan va tish 1,5...2,1 m ni tashkil etgan joyda poydevor plitasidagi drenaj teshigi orqali suv chiqishi sezilarli ravishda ko'payganini ko'radi. Halokat kuni esa kontrforslardan biriga yaqin joyda poydevor plitasi ostidan katta miqdordagi suv oqimi oqib chiqa boshlagan, suv omboridagi suv sathi esa 0.6 m ga pasaygan, zatvorni ochish iloji bo'lmagan. Soat 9 dan 20 minut o'tganda falokat sodir bo'lgan: poydevor plitasi o'pqonga tushib ketgan, yuvib ketilgan kontrfors yiqilgan va undan keyin to'g'onning beshta seksiyasi pastki befga surib yuborilgan va yana uchta seksiyasi shikastlangan.

Keyingi tekshirishlar natijasida to'g'on buzilishi to'g'on tishi va poydevor plitasi ostidagi grunt yuvilishi natijasida ro'y bergani, bu holat esa tish yetarli chuqurlikda barpo etilmagani va zaminning grunti suv o'tkazuvchi gruntlarni kesib o'tmaganidan kelib chiqqanligi aniqlangan. To'g'on stvorida dastlabki o'tkazilgan geologik qidiruv ishlari batafsil o'tkazilmagan va shunga ko'ra, filtratsiyaga qarshi loyihalangan tadbirlar o'z samarasini bermagan.

Italiyaning shimolida joylashgan Gino to'g'oni qurilishi 1920-yilda boshlanib, 1923-yilda tugallagan edi. To'g'onning tepasi bo'yicha uzunligi 270 m, balandligi 52 m, markaziy qismi bo'yicha to'g'on kengligi 75 m bo'lib, yuqori befdagi suv loyihaviy belgiga birinchi marta 1923-yil 22-oktabrda yetgan. Falokat 9 kun o'tgach sodir bo'lgan.

Tasdiqlangan loyiha bo'yicha to'g'on gravitatsion turda qurilishi kerak edi. Biroq, uni qurayotgan xususiy kompaniya ko'p arkali turdagi to'g'on qurishga ruxsat so'ragan. Avariya paytida 9 ta arka buzilgan, 8 ta arka to'g'onning egri chiziqli qismidan va bitta arka to'g'ri chiziqli qismi (chap qirg'oqdan) ishdan chiqqan, qolgan arkalar shikastlangan.

To'g'on buzilishiga uzoq vaqt yomg'ir yog'ib, suv omborining to'lib ketganligi va natijada to'g'onga suv bosimining ta'siri oshganligi sabab bo'lgan. To'g'on o'rta qismidagi kontrforslaridan birida yoriqlar paydo bo'lgan va ular juda tez kattalashib, to'g'on buzilishiga olib kelgan.

Falokat sabablarini tahlil qilib shuni aytish mumkinki, to'g'onning pastki markaziy qismidagi toshli massiv, sementli qorishma o'rniga ohakli aralashma bilan terilgan, bundan tashqari bu massiv yon tomondagi va inshoot ostidagi qoyalar bilan kerakli tarzda birlashtirilmagan, ular o'rtasidagi yoriqlar 6 mm gacha bo'lgan.

To'g'on zaminidagi qoya yuzasi tayyorlanmagan, qoyatosh sementlanmagan, tishlar o'rnatilmagan, kontrfors arkalari betoni sifatsiz bo'lgan.

Inshoot buzilishining asosiy sababi bo'lib, qurilish sifati nazorat qilinmaganligi va qurilish ishlari qo'yilgan talablarni qo'pol ravishda buzib olib borilganligi hisoblanadi.

Sella Zerbina to'g'oni (Italiya) 1924- ilda qurilgan bo'lib, 11 yil xizmat qilgan va 1935-yilning 13-avgustida halokatga uchragan. To'g'on betondan bunyod etilgan bo'lib, planda to'g'ri chiziqli ko'rinishda, balandligi 16,5 m, to'g'on tepasi uzunligi 80 m ni tashkil etgan.

To'g'on ustidan oshib o'tgan suv pastki bef tomonidan to'g'on zaminini yuvib ketgan va birinchi bo'lib o'z turg'unligini yo'qotgan eng chekkadagi chap tomon bloki yiqilgan. Otilib chiqqan suv oqimi shunchalik kuchli bo'lganki, 10 km masofada joylashgan gidroelektrostansiya binosi bir necha daqiqada oqizib ketilgan, temir yo'l ko'prigi va 14 km uzoqlikdagi beton orqali ko'prik batamom buzib tashlangan. Qurbon bo'lganlar soni 100 kishidan ko'p bo'lgan.

Mazkur to'g'onning halokati sabablari qilib toshqin suvlari miqdorini to'g'ri hisobga olmaslik va suv tashlash qurilmalarining suv o'tkazish qobiliyatini kamaytirish deb aytsa bo'ladi.

1935–1936-yilning qishida Terek daryosida qurilgan Kichikkabardin suv omborida pastki befdagi ikkita tish yuvib ketilganligi aniqlangan.

To‘g‘on tepasi bo‘yicha uzunligi 287,5 m, ko‘ndalang kesimi bo‘yicha ponur risberma va suv urilmani qo‘shib hisoblagandagi kengligi 32,5 m, balandligi 2,59 m ga teng. To‘g‘on zamini suv o‘tkazuvchi qum-toshli gruntdan iborat bo‘lib, to‘g‘on avariya sharoitida ancha vaqt ishlab turgan. Tekshirish natijalari to‘g‘on mustahkamligi loyihalash va qurish davrida ancha ortiqcha zaxira bilan olinganligini va bu o‘z navbatida falokatning oldini olganligini ko‘rsatdi.

Qoradaryoning o‘ng qirg‘oq irmog‘i Kurgart daryosidagi suv olish tuguni 1930-yilda qurilgan va 30 yil davomida qiyinchilik bilan foydalanib kelingan. 1960-yilning 29-mayida daryodagi toshqin suv to‘lqinlarini o‘tkazib yuborgach oraliq devorlardan biri, bir haftadan keyin esa uning yonidagisi yiqiladi. Toshqin davri oxirida to‘g‘onning darvoza qismi to‘liq buzilishi ro‘y beradi.

Avariyaning kelib chiqishiga suv oqimining katta tezlikda o‘tishi va unda loyqa miqdori ko‘pligi tufayli beton qoplamlarini tez buzilishi sabab bo‘lgan.

Bunday gidrotexnika inshootlarining buzilganligi to‘g‘risidagi misollarni juda ko‘plab keltirish mumkin. Ular haqidagi batafsil ma’lumotlar tegishli adabiyotlarda keltirilgan.

Yuqorida va ko‘pgina boshqa adabiyotlarda keltirilgan gidrotexnika inshootlari ishdan chiqishi, buzilishi, avariyaga uchrashi va shikastlanishi misollarini tahlili natijasida, ularni keltirib chiqaruvchi asosiy sabablar qilib pastkidagilarni ko‘rsatish mumkin:

1) loyihalash davrida yo‘l qo‘yilgan xatolar (hisoblardagi qo‘pol xatolar), haqiqiy ishga hisobiy modelning butunlay mos kelmasligi, geologik, muhandislik-geologik, gidrologik, iqlim, ishlab chiqarish va boshqa omillarni to‘liq inobatga olmaslik, loyihadan chetga chiqishi, qurilish-montaj ishlarini past darajadagi sifati, ishlab chiqarish ishlarining texnologik sxemasiga rioya qilmaslik, talab qilinadigandan past sifatli material, jihoz va qurilmalarni qo‘llash;

2) qurilishni arzonlashtirish maqsadida asossiz ravishda loyihalarga o‘zgartirish va tuzatishlar kiritish;

3) foydalanish davrining noto‘g‘ri rejimi, bitmagan holda, defektlar va ishlab chiqarish kamchiliklar bilan foydalanishga topshirish, texnik xizmat ko‘rsatishning kamchiliklari va past sifati;

4) ta’mirlash va texnik xizmat ko‘rsatishning o‘z vaqtida o‘tkazilmasligi;

5) eskirish va tabiiy holda yeyilish, yemirilish.

Inshootlar ishdan chiqishi kutilmagan tabiiy ofat, falokatlar – suv bosishi, zilzila, bo'ron, dovul, jala, o'pirilish, ko'chki va shu kabilar tufayli sodir bo'lishi yoki tezlashishi mumkin.

Tizimli ravishda ma'lumotlarning yo'qligi yuqorida sanab o'tilgan sabablarning qay biriniki ulushi ko'proqligi haqida fikr yuritish imkonini bermaydi.

Radioelektronikadagi ishdan chiqishlar va defektlar haqidagi ma'lumotlar juda qiziqarlidir. Olib borilgan kuzatishlar orqali ishdan chiqish, buzilishlarning umumiy soniga nisbatan 40...45% loyihalash, 20%–ishlab chiqarishda yo'l qo'yilgan holatlar, 30%–foydalanish sharoiti va noto'g'ri xizmat ko'rsatish va 5–7% tabiiy eskirish va yeyilishga to'g'ri kelishi aniqlangan.

Gidrotexnika inshootlari ishonchliligining hozirgi holatini tahlili ushbu obyektlarni barpo etish va tadqiqot etishda mazkur inshootlar ishlashini izohlovchi olimlarning tasodifiy statistik tavsifini o'zgaruvchanligini hamma vaqt ham to'liq hisobga olinmasligini ko'rsatadi.

Aytib o'tilgan fikrlar, gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurilish va ekspluatatsiya (foydalanish) davrlarida ishonchlilik nazariyasi talablariga to'la amal qilingan taqdirda yuqorida keltirilgani singari avariyalar ro'y bermasligidan dalolat beradi.

17.1.2. Ishonchlilik nazariyasining asosiy tushunchalari

Biror-bir **obyektning ishonchliligi** deganda, uning o'lchab bo'lmaydigan tavsifini tushunmoq kerak. Biroq, uni shu yoki shunga o'xshash obyektning foydalanish tajribasi asosida, matematik statistika va ehtimollik nazariyasi uslublarini qo'llagan holda baholash mumkin. Ishonchlilik nazariyasi–fanning yangi yo'nalishi bo'lib, eng yuqori samaraga erishishi uchun obyektlar yoki uni elementlarini loyihalash, qurish, montaj qilish, sinovdan o'tkazish va foydalanish davrida amal qilinishi lozim bo'lgan umumiy qonuniyatlarni o'rganadi.

Ixtiyoriy obyektni, tizimni loyihalash ishonchlilik mezonlari va miqdoriy ko'rsatkichlarini, mezonlar bo'yicha tahlil qilish uslublarini bilishni taqozo qiladi.

Ishonchli tizim, inshoot va qurilmalarni yaratish ishonchlilik nazariyasining asosiy vazifasi hisoblanadi. Bu nazariya barcha texni-

kaviy jihozlar uchun umumiy deb aytish mumkin. Ammo, gidrotexnika inshootlarining ishonchliligini bashorat qilish va oshirish bo'yicha tadbirlar ishlab chiqishda ularning o'ziga xos xususiyatlari inobatga olinishi lozim.

Texnikaning turli xil sohalari bo'yicha mavjud adabiyotlar asosida ishonchlilikning umumiy nazariyasi turli xil tizimlar, inshootlar, qurilmalar, mashinalar ishonchliligini baholash imkonini beradi. Lekin, to'liq va asosli yechimlar o'rniga u ishonchlilikni aniqlovchi umumiy, nazariy jihatdan asoslangan yechimlarini beradi.

Ishonchlilik nazariyasi tizim va inshootlar ishonchliligini iqtisodiy masalalar bilan birgalikda yechish, ularning ishonchliligini oshirish uchun tashkiliy chora-tadbirlar ishlab chiqish imkoniyatini beradi. Turli xil tizimlar ishonchliligi o'rtasida juda ko'p o'xshashliklar mavjud. Masalan, ishonchsiz elementlardan tuzilgan tizimning ishonchliligini oshirishning asosiy vositalaridan biri bu rezerv kiritish (funksional zaxira) – avtomashinalarda (zaxira g'ildirak), zavodlarda (rezerv detallar), metro (ikkita emas, uchta eskalator o'rnatilishi), binolarda (odamlar evakuatsiyasi uchun zaxira chiqish joylari) hisoblanadi.

Nosozliklar sodir bo'lishi dastlabki davrlarga, ya'ni ishga tushish va detallarning yashirin defektlari yuzaga chiqish davriga to'g'r keladi so'ngra uzoq muddat bir me'yorda ishlaydi. Undan keyin esa buzilishlar soni eskirish, yeyilish natijasida ko'paya boshlaydi. Bunga yosh bolaning organizmini misol qilib ko'rsatsa bo'ladi, u qariganda xuddi shunday jarayon ro'y beradi.

Turli obyektlar ishonchliligini o'rganishda ishdan chiqmaslik (to'xtovsiz ishlash) vaqti taqsimlanishining pastkidagi qonunlaridan foydalaniladi: eksponensial, normal, releya, gamma, Veybulla, logarifmik - normal.

Hozirgi paytda ishonchlilik deganda inshoot (tizim, qurilma, element, biror-bir mahsulot) ning normal foydalanishi shartsharoitida ma'lum bir vaqt oralig'ida (xizmat qilish muddati) da barcha ko'zda tutilgan operatsiyalarni bajarish va butun inshoot bo'yicha yoki uning elementlarida yo'l qo'yilmaydigan birorta holat (ishdan chiqishlar) ga yo'l qo'ymaslikni tushunish zarur. Ishonchlilikni qisqaroq qilib, tizimni ish davrida buzilmaslik qobiliyati deb ta'riflash mumkin. Ishonchlilikni amalda qo'llaniladigan yashovchanlik tushunchasi, ya'ni tizimni shikastlanishlar mavjud

bo'lganda ham faoliyat ko'rsata olish qobiliyati bilan almashtirmaslik kerak.

Ishonchlilik tushunchasini faqat sifat ko'rsatkichi deb qabul qilish kerak. Ammo, ishonchlilik muammosini tadqiqot qilishda, uni miqdoriy jihatdan baholash zarurati ham tug'iladi.

Ishonchlilikning son ko'rsatkichi—berilgan shart-sharoitda ma'lum bir ishni bajarish ehtimolligidir. Gidromeliorativ obyektlarni ishonchliligi tushunchasiga yana ham aniqlik kiritish kelgusida amalga oshiriladigan muhim ishlardan biridir.

Gidromelioratsiyaning turli xil obyektlari juda ko'plab elementlardan tashkil topgan. Binobarin, element ishonchliligi va elementlar tizimi o'rtasidagi bog'liqlik, murakkab tizimni o'rganish uchun bir xil yondashuv mavjud bo'lishi kerak. Biroq, gidromelioratsiya obyektlarini ishonchliligini aniqlovchi muayyan jarayonlar boshqa soha, masalan, radioelektronika elementlari ishonchliligi baholovchi jarayonlardan farq qiladi va har bir holat qo'shimcha omil, shart-sharoitlarni hisobga olishni talab etadi.

Ishonchlilik koeffitsiyenti – bu tiklanadigan obyekt muddati uzunligi berilgan vaqt intervali ichida, vaqtning ixtiyoriy momentidan boshlab ishlab turish ehtimolligidir.

Ishonchliligiga ega bo'lmagan deb nafaqat o'z funksiyalarini bajarishni to'xtatgan elementlar, balki parametrlari yo'l qo'yiladigan miqdordan o'zgargan elementlar ham hisoblanadi (kanal va suv quvurida yo'l qo'yiladigan suv o'tkazish qobiliyati, filtratsiyaga barqarorlik tavsifi va sh.k.).

Turli xil inshootlarni ishonchliligini baholamasdan turib loyihalash va foydalanish davri sharoitlariga aniqlik kiritish, avvaldan xizmat qilish muddatini baholash, ishonchlilik kafolati darajasini aniqlab bo'lmaydi.

Ishonchlilik tushunchasi insonga juda qadimdan ma'lum. O'sha davrlarda inshootlar tizimi shunchalik oddiy ediki, hozirgi payt tushunchasiga ko'ra ishonchlilik muammosini kun tartibiga qo'yish ma'noga ega emas. Ayni paytda, texnika taraqqiyoti, obyekt va tizimlarni murakkablashuvi ushbu muammoni qarab chiqishni talab etadi. Hozirgi zamonaviy sug'orish tizimini o'tgan zamondagi kanallar va oddiy suv qabul qilgichlar bilan taqqoslab bo'ladimi? Hozirgi zamon sug'orish tizimlari murakkab suv olish tuguni, kanallar, inshootlardan iborat bo'lib, ular suvni olish va taqsimlash uchun turli xil avtomatika bilan jihozlangan.

Tizimning eng muhim tavsiflari bo'lib uning — *soz*, *nosoz* va *ishchi* holatlari hisoblanadi.

Tizimni ishonchliligini hisoblashda element umumiy ishonchlilik ko'rsatkichiga ega alohida qism deb qaraladi. Element ishonchliligi hisoblarning bu bosqichida ma'lum deb qaraladi.

Bu yerda ham ishonchlilik nazariyasi bo'yicha ko'pgina adabiyotlardagi kabi element tushunchasi shartli ravishda qabul qilingan. Masalan, sug'orish majmuasi ishonchliligini tahlil qilishda element deb butun boshli suv olish inshootlari tuguni, tindirgich, bosh kanal va sh.k. larni, suv olish inshootlari tuguni ishonchliligini tahlil qilishda esa uni tashkil etuvchi bog'lamlarini, bog'lamni o'zini tahlilida—uning alohida elementlarini olish mumkin.

Soz holati — tizimning vaqt ichida barcha asosiy va ikkinchi darajali elementlari uchun barcha talablarni me'yorda bajarish holatidir.

Nosoz holati —tizimning vaqt ichida barcha asosiy va ikkinchi darajali elementlari uchun qo'yilayotgan ekspluatatsiya talablaridan birortasi bajarilmay qolgan holatini tushunish lozim. Nosozlik deganda tizimning texnikaviy hujjatlarda ko'rsatilgan parametrlar asosida ko'zda tutilgan funksiyalarni bajaraolmaslik xususiyati tushuniladi.

Ishlash qobiliyati — tizimning belgilangan funksiyalarni normal bajarilishini tavsiflovchi faqat asosiy parametrlarga nisbatan tizim uchun o'rnatilgan barcha talablarga aynan shu vaqt ichida javob beradigan holatidir. Soz holati ishlash qobiliyatini ham o'z ichiga oladi.

Ixtiyoriy obyektning ishonchlilikni baholashga kirishishdan avval, ishdan chiqish (buzilish) deb nimani hisoblash kerakligini belgilab olish lozim. Ba'zi hollarda elementni to'liq buzilishi (uni qismlarga bo'laklanishi) ishdan chiqish hisoblansa, ayrim paytlarda konstruksiyadan normal foydalanishni buzilishiga olib keladigan deformatsiyaning ma'lum bir qiymatlari ishdan chiqish holati deb qaraladi.

Ko'pgina hollarda ishdan chiqish — bu zichlikning, birikmaning va h.k. qisman buzilishi hisoblanadi. Misol sifatida quvurning payvandlangan choklari yorilishlari, quvurning sinishi, kanal qoplamalarini turli xil sabablar tufayli yaroqsiz bo'lib qolishi va shu kabilarni aytib o'tish mumkin.

Ixtiyoriy elementning ishdan chiqish (momenti) vaqti tasodifiy kattalik bo'lib, u elementlarning fizik-kimyoviy (tabiati) xusu-

siyatlari, mexanik, elektr, filtratsiya va boshqa yuklamalar, shuningdek, foydalanish shart-sharoitlariga bog'liq bo'ladi.

Alohida mustaqil foydalanish qurilmasiga ega elementlar to'plamini obyekt, inshoot yoki qurilma deb qabul qilamiz.

Murakkab texnikaviy funksiyalarni bajarish uchun mo'ljallangan qurilma, inshootlar to'plami odatda tizim deb ataladi. Ishdan chiqish deganda element (buyum) ning o'zini asosiy funksiyasini (vazifasini) to'liq yoki qisman bajara olmay qolishini tushunish kerak.

Defekt (ikkilamchi nosozlik) deb buyumning normal holatini shunday yomonlashuviga aytiladiki, bu holat o'zining asosiy funksiyasini bajarishga ta'sir o'tkazmaydi (xalaqit bermaydi, to'sqinlik qilaolmaydi).

Ishonchlilik nazariyasida ishdan chiqish deganda yo'l qo'yilmaydigan chegaraviy holatlardan biri sodir bo'lgan holat tushuniladi; bu hodisa ro'y berganda tizim qisman yoki to'liq o'z ishlash qobiliyatini yo'qotadi. Ishdan chiqishlar turlicha — ishga tushish davrida, to'satdan va eskirish tufayli bo'lishi mumkin.

Inshoot, obyektning ishdan chiqishlarsiz (beto'xtov) ishlashi orqali uning chidamliligi, uzoq ishlashi baholanadi. Ishonchlilikning asosiy tavsifi bo'lib—dastlabki ishdan chiqmaslik, chidamlilik va ta'mirlanishga yaroqlilik hisoblanadi.

Tizimning (uzoq ishlashi) chidamliligi deganda shunday vaqt oralig'ini tushunish kerakki, bunda tizim turli xil tabiiy omillar ta'siri ostida va foydalanish natijasida yeyilib, eskirishi tufayli undan foydalanishni davom ettirish mumkin bo'lmay qoladi, ta'mirlash va tiklash esa iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmaydi. Bir qator tadbirlar yordamida chidamlilikni oshirish (masalan, yeyilishga qarshilikni ko'paytirish, korroziyaga uchraydigan va tez yeyiladigan, eskiradigan detallar o'lchamini o'zgartirish mumkin). Chidamlilik ta'mirlanishga yaroqlilik bilan, ya'ni inshootlar elementlari va bog'lamalarini, foydalanish davrining nazarda tutiladigan sharoitlarini inobatga olgan holda, profilaktika ta'mirlashlarga moslanganligi bilan rostlanadi (boshqariladi). Bu talab tegishli konstruktiv yechimlar bilan ta'minlanadi.

Tizim chidamliligining asosiy ko'rsatkichlari bo'lib, texnik resurs va tizimni xizmat qilish muddati hisoblanadi.

Texnik resurs deb tizimning foydalanish davrida uni buzilishga yoki boshqa chegaraviy holatga qadar ishlagan vaqti yig'indisiga ay-

tiladi, texnik resurs bu tizimni butun xizmat ko'rsatish davridagi haqiqiy ishlagan vaqtidir.

Xizmat qilish muddati — foydalanish davrining buzilishga yoki boshqa chegaraviy holatga qadar bo'lgan taqvimiy davomiyligi hisoblanadi.

Tizimning xizmat qilish muddati uning vazifasidan va kelib chiqib me'yoriy hujjatlar va boshqa ma'lumotlar asosida belgilanadi.

Boshlang'ich ishdan chiqmaslik (buzilmaslik) deb tizimning ishlash davrini boshlanishida, bunyod etish yoki sinash paytida ruxsat etilmaydigan chegaraviy deformatsiyalarga duchor bo'lmasligiga aytiladi. Bu kattalik bilan qurilish va ekspluatatsiya davrini boshlanishida turli xil gidrotexnika inshootlarining elementlari va konstruksiyalarini mustahkamligi, turg'unligini to'satdan ishdan chiqish (buzilish) ehtimolligi tavsiflanadi. Zarur boshlang'ich ishdan chiqmaslik (buzilmaslik) tegishli ravishda ma'lum bir ortiqcha miqdor, zaxira koeffitsiyenti tanlash bilan ta'minlanadi.

Ishonchlilik nazariyasida qarab chiqilganlardan tashqari, yana bir qancha tushunchalar mavjud. Ishonchlilikni oshirishning eng samarali vositalaridan biri rezerv (zaxira) kiritish hisoblanadi.

Rezerv kiritish — qo'shimcha mablag', imkoniyatlar hisobiga obyekt ishonchliligini oshirish uslubi bo'lib, konstruksiyani ishlab chiqish yoki foydalanish jarayonida ko'zda tutilgan rezervni (parallel ravishda yoki asosiy tizim ishdan chiqqandan so'ng) ishga tushirish bilan amalga oshiriladi.

Rezerv kiritishning ikki: umumiy (tizimni butunlay rezervlash) va alohida (faqat elementlar orqali) uslublar mavjud. Rezerv element va tizimlarni foydalanishning barcha davrida yoki asosiylari ishdan chiqqanda kiritish mumkin. Rezerv kiritish qamrab olish kattaligiga ko'ra—tizim, guruh va elementlar bo'yicha, ishga tushirish bo'yicha esa doimiy va o'rni almashadigan turlarga bo'linadi.

17.1.3. Ishonchlilikning asosiy mezonlari va tavsiflari

Ishonchlilikning mezoni deb turli xil element, tizimlarning ishonchliligi baholanadigan o'lcham, ko'rsatkich, ishonchlilikning tavsifi deb esa tizim muayyan elementining ishonchliligi mezonining miqdoriy qiymati, kattaligiga aytiladi.

Ishonchlilikni oshirish miqdori katta qiymatlarga ega qo'shimcha sarf-xarajatlar bilan bog'liq. Har bir holat uchun esa dastavval bunga qanday erishiladi va bu sarflar davlat nuqtayi nazaridan iqtisodiy jihatdan o'zini oqlash yoki oqlamasligini aniqlab olish zarur.

Tizimning ishonchliligi birinchi navbatda elementlar ishonchliligiga bog'liq. Masalan, sug'orish tizimining ishonchliligi bosh suv olish inshooti majmuyi, bosh kanal, taqsimlovchi kanallar va muvaqqat sug'orish tarmoqlari va hokazolarning ishlash ishonchliligiga bog'liq bo'ladi. Yomg'irlatib sug'orish tizimining ishlash ishonchliligi suv olish va energetika bog'lamlari, nasos qurilmalari, quvur tarmoqlari, yomg'irlatish apparatlarini va hokazolarning ishonchliligiga bog'liqdir.

Tizimning ishonchliligini oshirish mazkur tizimdagi alohida qismlarini ishonchliligini oshirish, qismlarini ishonchliligini oshirish esa ularni tashkil etgan elementlarni ishonchliligini oshirish orqali erishiladi.

Ko'p omillarga va murakkablikka ega bo'lishiga qaramay, bu sohadagi ko'pgina masalalar yechimini topish mumkin: gidrotexnika va meliorativ inshootlar va tizimlarni loyihalash va hisoblashlarda duch kelinadigan holatlar ko'p hollarda asbobsozlik, radioelektronika singari sohalarda oddiy va murakkab tizimlar hisobida yuzaga keladiganlarga o'xshash bo'ladi. Shu sababdan meliorativ inshootlar va tizimlar ishonchliligini hisoblash usullari zamirida yuqorida aytilgan o'xshash sohalarda olib borilgan to'liq tadqiqotlar yotadi. Biroq, gidromelioratsiya obyektlari ishonchliligini hisoblash masalalari (ushbu inshootlarda sodir bo'ladigan jarayonlarning murakkabligi tufayli) radioelektronika va hisoblash texnikasi tizimlari ishonchliligi bilan bog'liq masalalarga nisbatan ancha murakkabroq hisoblanadi.

Ayni paytda gidromelioratsiya obyektlarini ishonchliligini aniqlashda avvallari qo'llanilgan: "yuqori" yoki "past" ishonchlilik, "yaxshi qurilgan", "yomon qurilgan" va shu kabi ifodalar bilan cheklanib bo'lmaydi. Ishonchlilikning baholash mezonlarini miqdoriy tavsifini qo'llash lozim bo'ladi.

Tizim (gidrotexnika inshootlarining turli xil obyektlari) ni ishonchliligini baholash bir yoki bir nechta miqdoriy tavsiflarni aniqlashni o'z ichiga oladiki, ularga ma'lum bir vaqt oralig'ida ishdan chiqmaslik ehtimolliligi, ishdan chiqmaslikning o'rtacha vaqti, ishdan chiqishlar kiradi. Ishonchlilik haqida fikr yuritish uchun loyi-

halanayotgan konstruksiyani foydalanish sharoitidagi holati, tavsifi to'g'risida tasavvurga ega bo'lishi kerak. Bu o'z navbatida inshoot ishlashi, yuklamalar va ko'p hollarda konstruksiyaning geometrik o'lchamlarini tasodifiy tavsifini inobatga olishga majbur qiladi.

Yuklamalar, hisobiy omillarning tasodifiy tavsifga ega ekanligini, ularni vaqt va fazo bo'yicha o'zgaruvchanligini hisobga olib ishonchlilikni faqatgina qandaydir ehtimollik bilan tavsiflash mumkin, eng yaxshi hollarda bu ehtimollik 1 soniga yaqinlashadi.

Ishlab chiqilayotgan gidrotexnika inshootlarini ishonchlilik mezonlari yordamida hisoblash va loyihalash uslublari, foydalanish sharoitlarini izohlovchi omillarning tasodifiyligini va shuningdek, tasodifiy jarayon hisoblangan deformatsiya, eyilish, yeskirish, shikastlanish, buzilish va shu kabilarning to'planishini inobatga olish kerak.

Ishonchlilik nazariyasi asosida nazariy – ehtimollilik fikr-mulohazalari yotadi. Foydalanishning tashqi shart-sharoitlari va tizimning ichki parametrlari tasodifiy tavsifga ega bo'lganligi bois, ishdan chiqish odatda tasodifiy voqea, ishonchlilik esa – tizimning ehtimollik tavsifi sifatida qabul qilinadi.

Shunday qilib, murakkab gidromeliorativ tizimining ishonchliligi, uzoq ishlashi ehtimollik nazariyasi, tasodifiy jarayonlar nazariyasi yordamida to'g'ri talqin qilinishi, ifodalanishi va hisoblanishi mumkin. Faqatgina ana shu nazariyalarga tayangan holda yuklamalarni to'planishi haqidagi, inshootni uzoq ishlashi taqsimlanishi qonuni va hokazolar to'g'risida masalalar yechimiga ega bo'lishi mumkin.

Ishonchlilikni asosiy mezonlari ikkita: tiklanmaydigan elementlarni ishonchliligini tavsiflaydigan va tiklanadigan elementlarni ishonchligini tavsiflaydigan guruhlarga bo'linadi.

Tiklanmaydigan deb o'z vazifasi (funksiyasi)ni bajarish jarayonida ta'mirlanishga yo'l qo'ymaydigan element (tizim) larga, **tiklanadigan** deb esa o'z vazifasi (funksiyasi) ni bajarishida tiklanishga yo'l qo'yadigan element (tizim) larga aytiladi.

Dastlabki tiklanmaydigan elementlar ishonchliligi mezonlarini ko'rib chiqamiz.

Ishdan chiqmaslik (soz) holati ehtimolliligi $P(t)$ – tizim o'zining normal ishchi holatini berilgan foydalanish sharoitida ma'lum bir t vaqt ichida saqlab qolishini, ya'ni tartib va sharoitida birorta ham ishdan chiqish holati ro'y bermasligini bildiradi:

$$P(t)=P(T>t), \qquad (17.1)$$

bunda T – ishdan chiqmasdan uzluksiz ishlash vaqti.

Ishdan chiqmaslik ehtimolligi – vaqtning kamayuvchi funksiyasi hisoblanadi, ya'ni berilgan vaqt oralig'i qancha katta bo'lsa, uning qiymati shuncha kichik bo'ladi.

Ishdan chiqmaslik to'xtovsiz ishlash ehtimolligi ishdan chiqish (buzilish) lar haqidagi statistik ma'lumotlar asosida quyidagi ifoda bilan baholanadi:

$$\bar{P}(t)=\frac{N_0-n(t)}{N_0}, \qquad (17.2)$$

bunda: N_0 – sinov boshlanishida elementlar soni; $n(t)$ – t vaqt ichida ishdan chiqqan elementlar soni; $\bar{P}(t)$ – ishdan chiqmaslik ehtimolligini ifodalovchi statistik baho.

Xuddi shunga o'xshash ishdan chiqish ehtimolliligi (nosoz holati ehtimolligi ishonchsizlik) ni ham aniqlash mumkin:

$$Q(t)=P(T\le t);$$

$$\bar{Q}(t)=\frac{n(t)}{N_0};\ Q(t)=1-P(t) \qquad (17.3)$$

Ixtiyoriy t vaqt moment uchun

$$P(t)+Q(t)=1$$

Yirik gidromeliorativ obyektlari ko'p hollarda faqat bitta ishdan chiqish (buzilish) ga ega bo'lishi mumkin. Birinchi ishdan chiqishdan so'ng ular yoki foydalanishdan olinadi, yoki ta'mirlanadi. Ammo gidrotexnika obyektlarida ishdan chiqish (buzilish) lar oqimini tavsiflash uchun ularning takrorlanish tezligi (yuzaga kelish chastotasi) ni bilish muhim hisoblanadi.

Ishdan chiqish (buzilish)lar takrorlanish tezligi (chastotasi) deb birlik vaqti ichida ishdan chiqqan elementlarni sinalayotgan elementlarning tiklanmaslik shartiga ko'ra, ularning dastlabki soniga nisbatiga aytiladi.

Shunday qilib,

$$\bar{a}(t)=\frac{n(\Delta t)}{N_0\Delta t}, \qquad (17.4)$$

bunda, $n(\Delta t) - t - \frac{\Delta t}{2}$ dan $t + \frac{\Delta t}{2}$ gacha bo'lgan vaqt oralig'ida ishdan chiqqan elementlar soni.

Ishdan chiqish (buzilish) lar takrorlanish tezligi (chastotasi) – birinchi ishdan chiqishgacha element ishlash vaqtining ehtimolligi zichligi (yoki taqsimlanishi qonuni) bo'lib hisoblanadi. Demak,

$$a(t) = 1 - P'(t) = Q'(t);\ Q(t) = \int_0^t a(t)dt, \qquad (17.5)$$

$$P(t) = 1 - \int_0^t a(t)dt. \qquad (17.6)$$

Ishdan chiqishlar takrorlanish tezligi ishdan chiqmaslik vaqti tasodifiy hodisa haqidagi barcha axborotni o'zida mujassamlashtiradi.

Ishdan chiqishlar jadalligi (intensivligi) deb vaqt birligi ichida ishdan chiqqan elementlar sonining ana shu vaqt oralig'ida soz holatda ishlayotgan elementlarning o'rtacha soniga nisbatiga aytiladi va va uning statistik ifodasi quyidagicha:

$$\bar{\lambda}(t) = \frac{n(\Delta t)}{N_{cp}\Delta t}, \qquad (17.7)$$

bunda: $N_{cp} = \frac{N_i + N_{i+1}}{2} - \Delta t$ interval ichida soz holda ishlayotgan elementlar o'rtacha soni; $N_i - \Delta t$ interval boshlanishida soz holda ishlayotgan elementlar soni; $N_{i+1} - \Delta t$ interval oxirda soz holda ishlayotgan elementlar soni.

Ehtimollik bo'yicha ifodasi quyidagicha ko'rinishda bo'ladi:

$$\lambda(t) = \frac{a(t)}{P(t)}. \qquad (17.8)$$

(17.8) dan foydalangan holda elementning ishdan chiqmaslik ehtimolligini navbatdagi ko'rinishiga ega bo'lamiz:

$$P(t) = \exp\left[-\int_0^t \lambda(t)dt\right] \qquad (17.9)$$

Bu tenglama ishonchlilikning eng asosiy tenglamasi deb ataladi. Xususiy holda, agar ishdan chiqishlar jadalligi doimiy (o'zgarmas) bo'lsa, ya'ni $\lambda(t) = \lambda = const$, u holda

$$P(t) = e^{-\lambda t} \qquad (17.10)$$

Normal foydalanish davridan so'ng t vaqt momentida eskirish, yeyilish, tufayli ishdan chiqish (buzilish) lar sodir bo'la boshlaydi. Shu paytdan boshlab ishdan chiqishlar jadalligi ortadi. Tizimning bir me'yorda ishlashini bashorat qilish va buzilishlarini oldini olish tadbirlari (profilaktika) hamda ta'mirlash ishlarini rejalashtirish uchun tizimning ishdan chiqmasdan (to'xtovsiz) ishlashini o'rtacha vaqtini bilish lozim.

Ishlaganlik miqdori deb tizimning ishlash davomiyligi yoki hajmiga aytiladi va u soat, kilometr, gektar, sikl, kubometr yoki boshqa birliklarda o'lchanishi mumkin.

Tizimning ishdan chiqmaslik o'rtacha vaqti, yoki birinchi ishdan chiqishgacha bo'lgan o'rtacha ishlaganlik miqdori – ishdan chiqmaslik vaqtining matematik taxmini deb ataladi.

$$T_{o'r} = \int_{-\infty}^{+\infty} ta(t)dt = \int_0^{\infty} P(t)dt \,. \qquad (17.11)$$

O'rtacha ishlaganlik miqdori uchun statistik ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$\bar{T}_{o'r} = \frac{\sum_{i=1}^{N_0} t_i}{N_0}, \qquad (17.12)$$

bunda, t_i – i-elementning ishdan chiqmasdan ishlash vaqti; N_0 – sinalayotgan elementlar soni.

Agar ishdan chiqqan n_i elementlar soni ma'lum bo'lsa, har bir i – chi vaqt oralig'ida birinchi ishdan chiqishga qadar o'rtacha ishlanganlik miqdorini pastkidagi bog'liqlik bilan ifodalash maqsadga muvofiq:

$$\bar{T}_{o'r} = \frac{\sum_{i=1}^{m} n_i t_{o'r}}{N_0}, \qquad (17.13)$$

bunda: $t_{o'r} = \frac{t_{i-1} + t_i}{2}$; $m = \frac{t_k}{\Delta t}$

t_{i-1} – i-chi vaqt oralig'i boshlanishi; t_i – i-chi vaqt oralig'i oxiri; t_k – barcha elementlar ishdan chiqqan vaqt; $\Delta t = t_i - t_{i-1}$ – vaqt oralig'i.

Bayon etilgan mezonlar tiklanadigan tizimlar uchun birinchi ishdan chiqishga qadar o'rinlidir.

Keltirilgan ifodalardan ko'rinib turibdiki, yuqori ishonchlilik – bu past darajadagi ishdan chiqishlar jadalligi ham orta boradi va to'satdan bo'ladigan ishdan chiqishlarga odatda normal taqsimlanish qonuniga bo'ysunadigan eskirish, yeyilish tufayli ishdan chiqishlar qo'shila boshlaydi.

Yuqori inshonchlilikka uzoq vaqt davomida erishish uchun bir me'yorda (normal) foydalanish davrida elementlar ishdan chiqqandan so'ng almashtirilishi kerak.

Agar ishdan chiqish paytini oldindan aytish mumkin bo'lsa, almashtirishni ishdan chiqqunga qadar amalga oshirish samaraliroq bo'ladi. Shuningdek, bir me'yordagi (normal) ekspluatatsiya davrining so'ngida elementlar ishdan chiqmagan bo'lsalar-da, ularni buzilishlari oldini olish (profilaktika) maqsadida o'z vaqtida almashtirib turish zarur.

Ishonchlilikka ishga tushish davridagi va eskirish, yeyilish davridagi ishdan chiqishlar katta ta'sir ko'rsatadi.

Ishdan chiqish jadalligi funksiyasi gistogramma to'g'ri burchaklari yuqori qirralari markazlarini birlashtiruvchi egri chiziq ko'rinishida hosil qilinishi mumkin.

0 dan 1 gacha bo'lgan vaqt orasi elementlar uchun ishga tushish davri hisoblanadi. Bu davrda ishdan chiqish jadalligi qiymati anchagina katta. Bu vaqt oralig'ida defektli elementlar ko'proq ishdan chiqadi (buziladi). Sekin-asta ishdan chiqish jadalligi kamayadi va ma'lum bir barqaror qiymatga intila boshlaydi, bu davr T_n dan T_e gacha, ya'ni 1 dan 3 gacha bo'lgan oraliqni o'z ichiga oladi va *bir me'yordagi (normal) foydalanish ekspluatatsiya davri* deb ataladi.

Bunda faqat to'satdan sodir bo'ladigan ishdan chiqishlar uchraydi, eskirish, yeyilish tufayli ishdan chiqishlar uchun hali vaqt yetib kelmagan bo'ladi. Bu vaqt oralig'i ishdan chiqishlar jadalligining doimiy qiymati bilan tavsiflanadi. Ishdan chiqishlar jadalligining uchta tavsifli uchastkasi mavjudligini: birinchi ishlash vaqti oralig'ida pasayishi; ikkinchisida barqarorlashuv va uchinchisida eskirish tufayli o'sishini e'tirof etish uchun ba'zi olimlar, masalan, G. Kramer "balhtub" (vanna tubi) tushunchasidan foydalanadi.

Inson umrining o'rtacha davomiyligi egri chizig'i ham o'xshash bog'liqlikka ega.

Inson hayotining o'rtacha uzunligi taxminan 70 yilga teng, yoshning ta'siri (organizm qarishining boshlanishi) taxminan 35 yoshlardan sezila boshlaydi. Shunday qilib, inson umrining uzoqligi taxminan 35–105 yilni tashkil etadi.

Amalda ko'proq ishlatiladigan tiklanadigan tizimlar ishonchliligining asosiy ko'rsatkichlarini ko'rib chiqamiz. Tiklanadigan tizim deganda ishdan chiqqandan keyin zarur tiklash ishlari o'tkazish natijasida ish faoliyati qayta tiklanishi mumkin bo'lgan tizimni tushunish kerak.

Tizimning 0 dan t_0 gacha bo'lgan vaqt oralig'idagi ishdan chiqmaslik (buzilmaslik) ehtimolligi statistik aniqlanishi quyidagicha:

$$\bar{P}(t_0) = \frac{N(t_0)}{N(O)} = 1 - \frac{n(t_0)}{N(O)}, \qquad (17.14)$$

bunda: $\bar{P}(t_0)$ – t_0 vaqtigacha ishdan chiqmasdan ishlagan elementlar sonining $t = 0$ vaqtning boshlanishidagi soz elementlar soniga nisbati; $N(t_0)$ – t_0 vaqtda soz elementlar soni, ya'ni talab qilinayotgan t_0 vaqt intervali ichida ishdan chiqmagan elementlar soni; $N(O)$ – vaqtning boshlang'ich davrida soz elementlar soni; $n(t_0)$ – vaqtdan ishdan chiqqan elementlar soni.

Ehtimollik nuqtayi nazardan aniqlanishi

$$P(t_0) = P(\Theta, t_0) = P\{\Theta \geq t_0\} = 1 - F(t_0), \qquad (17.15)$$

bunda: Θ – qurilmaning birinchi ishdan chiqishgacha bo'lgan tasodifiy ishlash vaqti; $F(t_0)$ – tasodifiy qiymatning taqsimlanish funksiyasi; $P(t_0)$ – elementning $t = 0$ vaqtda ish boshlab, talab qilinadigan t_0 vaqt oralig'ida ishdan chiqmasdan ishlash ehtimolligi.

Ishdan chiqishlar oqimi parametri deb vaqt birligi ichida ishdan chiqqan elementlar sonini sinovdan o'tkazilayotgan elementlar soniga nisbatiga aytiladi, bunda ishdan chiqqan elementlar soz holdagi (yangi yoki ta'mirlangan) bilan almashtirish sharti hisobga olinadi. Statistik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\varpi(t)=\frac{n(\Delta t)}{N\Delta t}, \qquad (17.16)$$

bunda: $n(\Delta t)$ – $t-\frac{\Delta t}{2}$ dan $t+\frac{\Delta t}{2}$ gacha vaqt oralig'i bilan ishdan chiqqan elementlar soni; N – sinovdan o'tayotgan elementlar; Δt – vaqt oralig'i.

Ishdan chiqishgacha ishlaganlik miqdori deb ikkita qo'shni ishdan chiqishlar orasidagi vaqtning o'rtacha qiymati aytiladi. Statistik ma'lumotlarga ko'ra bu tavsiflar quyidagi bog'liqlik bo'yicha aniqlanadi:

$$t_{o'r}=\frac{\sum_{i=1}^{n} t_i}{n}, \qquad (17.17)$$

bunda: t_i –elementning $(i-1)$-chi va i-chi ishdan chiqishlari orasida soz holda ishlash vaqti; $n-t$ vaqt ichidagi ishdan chiqishlar soni.

Ishdan chiqmaslikning o'rtacha vaqti, matematik taxmin tasodifiy kattalikning taqsimlanish qonuni haqida to'la tasavvur bermaganligi sababiga ko'ra, tizimning ishonchliligini to'liq tavsiflab bera olmaydi. Ishdan chiqishgacha ishlaganlik miqdori elementni kerakli vaqtda o'z vazifasi (funksiyasi) ni bajarishga tayyorligini bildirmaydi. Bu maqsadlarda tayyorlik koeffitsiyenti va majburiy to'xtab turish koeffitsiyentlaridan foydalaniladi.

Foydalanish davri belgilangan rejimida (statistik aniqlash) tayyorlik koeffitsiyenti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K_T=\frac{t_I}{t_I+t_{M.T.}}. \qquad (17.18)$$

Elementning soz holatidagi vaqt yig'indisi va majburiy to'xtash vaqti yig'indisi quyidagicha topiladi:

$$t_I=\sum_{i=1}^{n} t_{Ii}, \quad t_{M.T.}=\sum_{i=1}^{n} t_{M.Ti},$$

bunda: t_{Hi} – elementning $(i-1)$-chi va i-chi ishdan chiqishlari orasidagi ishlash vaqti; $t_{M.T.i}$ – i-chi ishdan chiqishdan keyin majburiy to'xtash vaqti; n–elemetning ishdan chiqishlari (ta'mirlanish) soni.

Tayyorlik koeffitsiyentini ehtimollilik nuqtayi nazaridan ifodalash uchun t_n va $t_{M.T.}$ tegishli ravishda matematik taxmin bilan almashtiriladi.

Ba'zan tayyorlik koeffitsiyenti o'rniga majburiy to'xtash koeffitsiyentidan foydalanish qulayroq:

$$K_{M.T.} = 1 - K_T = \frac{t_{M.T.}}{t_I + t_{M.T}} . \qquad (17.19)$$

Turg'un bo'lmagan holat uchun tayyorlik koeffitsiyenti tizim rejali-ogohlantiruvchi xizmat ko'rsatish orasida ixtiyoriy olingan vaqt ichida ishga yaroqli bo'lishi ehtimoli sifatida aniqlanadi.

Texnik foydalanish koeffitsiyenti ma'lum bir foydalanish davri uchun birlik vaqt ichida tizimning ishlaganlik miqdorini ana shu ishlaganlik miqdorining yig'indisi va ana shu foydalanish davri uchun texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash tufayli yuzaga kelgan barcha majburiy to'xtash vaqti yig'indisiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$K_{T.F.} = \frac{t_{yiq}}{t_{yiq} + t_{T.x.} + t_{Ta'mir}} . \qquad (17.20)$$

Ma'lum bir t vaqt ichida xavfsiz ishlash ehtimolligi – bu t vaqt ichida avariya sodir bo'lmasligidir, ya'ni

$$P_x(t) = P(t_1 > t) . \qquad (17.21)$$

Xavfsiz ishlash ehtimolligi qiymatini ishdan chiqmasdan ishlash ehtimolligiga o'xshash holda topish mumkin:

$$P_x(t) = \frac{n(t)}{N_0}, \qquad (17.22)$$

bunda: $n(t)$ – t vaqt ichida avariyasiz ishlangan elementlar soni; N_0 – sinalayotgan elementlar soni.

Tizimning tayyorligi uni t vaqt ichida soz holda bo'lishi ehtimolligini anglatadi. Tizim $t=0$ bo'lganda soz holatda $(P(0)=1)$ deb taxmin qilinadi. Tizimni soz holda bo'lishi ehtimolligi quyidagi bog'liqlikdan aniqlanadi:

$$P_T(t) = \frac{\mu}{\lambda+\mu} + \frac{\lambda}{\lambda+\mu} e^{-(\lambda+\mu)t} \qquad (17.23)$$

$$P_T(t) = K_T + (1-K_T) e^{-\frac{t}{K_T t_{T.sh}}}; \qquad (17.24)$$

bunda $\lambda = \frac{1}{T_{o'r}}$; $\mu = \frac{1}{t_{T.sh}}$; $K_T = \frac{T_{o'r}}{T_{o'r}+t_{T.sh}}$,

bunda: $t_{T.sh}$ – tiklanishning o'rtacha vaqti.

Ba'zi hollarda tizim elementining tayyorligi ishdan chiqmasdan ishlash ehtimolliligi bilan mos tushadi, agar barcha elementlar ishlash vaqti doimiy va T ga teng bo'lsa unda (O,T) oraliqqa ega bo'lamiz:

$$t \in (O,T) \text{ uchun } \Gamma(t) = P(t) \qquad (17.25)$$

Umumiy holda, tizimning tayyorligi ishdan chiqmasdan ishlash ehtimoli bilan quyidagi tenglama orqali bog'langan:

$$\Gamma(t) = P(t) + \int_0^t \omega_p(\tau) \int_0^{t-\tau} P(t-\tau-\Theta) R(\tau,\Theta) d\tau d\Theta . \qquad (17.26)$$

Agar ta'mirlash vaqti T doimiy bo'lsa, unda

$$\Gamma(t) = P(t) + \int_0^{\tau-T} \omega_p(\tau) P(t-\tau-T) d\tau . \qquad (17.27)$$

Ta'mirlash vaqti T tasodifiy bo'lsa, lekin ishdan chiqish vaqtiga bog'liq bo'lmasa:

$$R(t,\tau) = 1 - e^{-\mu t} \qquad (17.28)$$

unda

$$\Gamma(t) = P(t) + \int_0^t \omega_p(\tau) \int_0^{t-\tau} P(t-\tau-\Theta) \mu e^{-\mu\Theta} d\Theta d\tau \qquad (17.29)$$

Amalda ishdan chiqishlar jadalligi doimiy bo'lish holatlari tez-tez uchrab turadi va ishdan chiqishlar paydo bo'lish vaqti

odatda $\lambda = const$ bo'lganda eksponensal taqsimlanish qonunga bo'ysunadi:

$$P_T(t) = e^{-\lambda_T t} = e^{-\frac{t}{T_{o'rT}}};\ \lambda_E = \sum_{m=1}^{N} \lambda_i;$$

$$a_T(t) = \lambda_T e^{-\lambda_T t};\ T_{o'rT} = \frac{1}{\lambda_T}. \qquad (17.30)$$

Xizmat qilish muddati texnikaviy shartlarda avvaldan ko'rsatib o'tilgan chegaraviy holatlar paydo bo'lgunga qadar tizimning foydalanish davomiyligidan kelib chiqib belgilanadi. Xizmat qilish muddatining to birinchi kapital (o'rta) ta'mirlashgacha, kapital ta'mirlashlar oralig'igacha, hisobdan chiqarishgacha, o'rtacha va boshqa turlari farqlanadi.

Tizim chidamliligi ko'rsatkichi sifatida texnik foydalanish koeffitsiyenti ishlatilishi mumkin:

$$K_{ch} = \frac{t_i}{t_i + \sum_{i=1}^{n} \tau_{T.i}}, \qquad (17.31)$$

bunda: t_i – tizimning butun foydalanish davri davomida ishlash vaqti; $\sum \tau_{Ti}$ – tizimni butun foydalanish davri uchun ishdan chiqishlar (ta'mirlash, profilaktika, texnik xizmat ko'rsatish va hokazolar) tufayli to'xtashlari vaqti yig'indisi.

Tizim chidamliligini hisoblashda konstruksiyalar fizikaviy xizmat muddatining qiyin muammolari yuzaga keladi va u konstruksiyaning iqtisodiy jihatdan foydali ishlatish muddatini oshirish tendensiyasiga ega bo'ladi.

Texnikaviy qarilik, eskirish (ma'naviy eskirish) tizimning fizikaviy eskirishidan tezroq sodir bo'ladi. Tizim fizikaviy eskirishi, yeyilishiga qaraganda birlik kapital foydaliligi tezroq kamayishi kuzatilgan barcha holatlarda tizimning ma'naviy eskirishi ro'y beradi. Ma'naviy eskirish texnikaviy yuksalish natijasida sodir bo'ladi va u tufayli paydo bo'lgan yangi qurilmalar eskisiga qaraganda samaraliroq bo'ladi. Yangisining eskisi oldidagi afzalligi shu darajaga yetib borishi mumkinki, olish va o'rnatish juda qimmat bo'lishiga qaramay, uni qo'llash eski tizimdan foydalanishga nisbatan bir necha

marta katta foyda keltirishi mumkin. Jismoniy eskirishni ogohlantirish mumkin, biroq ma'naviy eskirishni hech nima bilan ogohlantirib bo'lmaydi. Bu qoidani turli xil konstruksiya va inshootlarni loyihalashda, albatta nazarda tutish lozim.

Hozirgi paytga qadar tizimning barcha asosiy ishonchlilik ko'rsatkichlarini, uning ish davrida ishdan chiqmasligi, chidamliligi va ta'mirlanishiga yaroqliligini baholaydigan ko'rsatkichlar mavjud emas. Masalan, tizim ishonchliligini tavsiflash uchun, suv taqsimlagich ishlash ishonchliligi uning ishdan chiqmasdan ishlashi ehtimolligi—0,98 va ularning texnikaviy resursi—3000 soatni tashkil etish bilan tavsiflanadi deb aytish mumkin.

Qo'yiladigan talablar va tizim ishonchliligini izohlaydigan omillarni hisobga olish to'liqligiga nisbatan amalda ishonchlilikning taxminiy, mo'ljal oluvchi va eng so'nggi hisoblari qo'llaniladi.

Ishonchlilikning taxminiy hisoblari tizimning talab qilinadigan ishonchliligini ta'minlash mumkinligi haqida fikr yuritish imkonini beradi. Bunda tizimning barcha elementlarini bir xil deb qabul qilishga ruxsat beriladi; barcha elementlar ishdan chiqishlari xavfsizligi vaqtga bog'liq emas ($\lambda = const$); ixtiyoriy elementning ishdan chiqishi butun tizimning ishdan chiqishiga olib keladi.

Mo'ljal oluvchi hisoblar tizim elementlarining eng maqbul tarkibini aniqlash va loyihalash eskizlari yaratilayotgan bosqichda tizim ishonchliligini oshirish yo'llarini belgilab olish imkonini beradi. Bu hisoblarda barcha elementlar normal (me'yordagi) rejimda ishlayapti, ularning barchasi bir xil ishochlilikka ega va bir vaqtning o'zida ishlaydi, barcha elementlar ishdan chiqishlari jadalligi vaqtga bog'liq emas, elementlar ishdan chiqishi tasodifiy va o'zaro bog'liq bo'lmagan, mustaqil hodisalar deb qaraladi.

Eng so'nggi hisoblar tizimni texnikaviy loyihalash bosqichida, elementlar ishlash rejimi ma'lum bo'lgandan keyin bajariladi. Tizim ishonchliligini hisoblashni quyidagi tartibda amalga oshirish tavsiya qilinadi:

1) ishonchlilik hisoblariga kirishishdan oldin ishdan chiqish tushunchasi shakllantirib olinadi va soz ishchi holati ehtimolliligini yoki boshqa miqdoriy tavsiflarni hisoblashda inobatga olinadigan elementlar soni tanlanadi;

2) hisob qilinayotgan har bir element ishlash vaqti ko'rsatilgan ishonchlilik hisobi sxemasi tuzib olinadi;

3) ishonchlilikni hisoblash uslubi tanlanadi. Tegishli jadvallar yoki o'tkazilgan tadqiqotlar ma'lumotlari asosida elementlar ishdan chiqishi jadalligi kattaligi aniqlanadi;

4) tizimning ishdan chiqish jadalligi hisobi jadvali tuziladi;

5) ishonchlilikning miqdoriy tavsiflari hisoblanadi.

Hisoblar natijalari oxirgi jadvalga kiritiladi. Hisoblar texnikaviy hisobot ko'rinishida bajarilib, unda ishonchlilikni tizimi sxemasi yozma-izohli matni bilan, tizimning ishdan chiqish tushunchasi, ishonchlilikni miqdoriy tavsiflarini aniqlash uchun hisobiy formulalar, hisoblar aniqligiga baho, xulosa va tavsiyalar keltiriladi.

17.1.4. Ishonchlilik hisoblarida Bul algebrasi uslubini qo'llash

Bir-biriga to'g'ri kelmaydigan ishdan chiqishlar yoki soz (ishchi) holatining bashorat qilish Bul algebrasi usullari yordamida, ikkita asosiy qo'shish (+) va ko'paytirish (x) arifmetik amallari bilan belgilangan operatsiya bajariladi. Operatsiyalarni bajarish qoidalari esa odatdagi arifmetik qoidalarga o'xshamaydi. Mantiqiy operatsiyalarda (+) o'rniga "yoki", (x) o'rniga esa "va" termini ishlatiladi. Quyidagi

$$C = A + B \qquad (17.32)$$

ifoda C tizimi A va B elementlaridan tashkil topgan, agar A yoki B soz, ishchi holatda bo'lsa tizim ham soz holatda bo'lishini bildiradi.

Ifoda

$$C = A \times B$$

esa C tizimi ikkala A va B elementlarining ishchi holatidagina soz holatda ishlashini bildiradi.

Ishonchlilik nazariyasida O element ishdan chiqqanini bildirsa, 1 esa elementlarning soz holatda ishlashini bildiradi. Bul algebrasi usulidan foydalanib va kattaliklar faqat ikkita O va 1 qiymatlariga egaligini hisobga olib, yozish mumkin:

$$\begin{aligned} &0+0=0; \quad && 0\times 0=0;\\ &0+1=1; \quad && 0\times 1=0;\\ &1+0=1; \quad && 1\times 1=1;\\ &1+1=1; \quad && 1\times 0=0; \end{aligned} \qquad (17.33)$$

Ushbu (17.33) ifodadan foydalanib

$$\begin{aligned} &A+0=A; && A\times 0=0;\\ &A+1=1; && A\times 1=0;\\ &A+A=A; && A\times A=0; \end{aligned} \qquad (17.34)$$

Odatdagi algebraning qoidalarini Bul algebrasi uchun ham qo'llab bo'ladi, masalan:

$$\begin{aligned} &A+B=B+A && AB=BA;\\ &(A+B)+C=A+(B+C) && (AB)C=A(BC)\\ &AB+AC=A(B+C) \end{aligned} \qquad (17.35)$$

O'zgaruvchi $\overline{A}$ ustiga chiziq A ni inkor qilishni bildiradi va "A emas" deb o'qiladi. Shunday qilib agar $A=1$ bo'lsa, unda $\overline{A}=0$ va aksincha, agar $A=0$ bo'lsa, $\overline{A}=1$ bo'ladi:

$$A+\overline{A}=1;\ A\overline{A}=0;\ \overline{\overline{A}}=A \qquad (17.36)$$

Bayon qilingan qoidalardan pastkidagi bog'liqliklarni keltirib chiqarish mumkin:

$$\overline{AB}=\overline{A}+\overline{B};$$

$$\overline{A+B}=\overline{A}\,\overline{B}. \qquad (17.37)$$

Xatoga yo'l qo'ymaslik uchun faqat normal o'zgaruvchilardan va (17.36) tenglik $\overline{A}=1-A$ dan normal o'zgaruvchiga o'zgartirishda foydalanish lozim. Shuni yodda tutish kerakki (−) belgi qo'llanilmaydi. Masalan, $A+B=A+C$ bo'lsa, $B=C$ ga ega bo'lish uchun A ni ikkala tomondan ham olib tashlab bo'lmaydi.

Bul algebrasining ko'rsatilgan usullari murakkab qurilmalarda tizim bloklarining mumkin bo'lgan kombinatsiyalarini tanlashda samaralidir. Bul algebrasining usullaridan foydalanishni namoyish qilish uchun keltirilgan murakkab tizimning ishonchlilik funksiyasini hisoblab chiqamiz.

$$P(x) = P[A+(B+C)D] = P(A)+P[(B+C)D]-$$
$$-P[A(B+C)D] = P(A)+P(B+C)P(D)-P(A)P(B+C)P(D) =$$
$$= P(A)+[P(B)+P(C)+P(BC)]P(D)-P(A)[P(B)+P(C)-$$
$$-P(BC)]P(D) = P(A)+[P(B)+P(C)-P(B)P(C)]P(D)-$$
$$-P(A)P(D)[P(B)+P(C)-P(B)P(C)].$$

17.2. Suv xo'jalik obyektlari ishonchliligi

17.2.1. Gidrotexnika inshootlari zaminlari ishonchliligini baholash

Gidrotexnika inshootlarining zaminlarini yetarli ishonchlilikka ega emasligi ko'p hollarda foydalanish davridagi buzilish, avariya va halokatlar sababchisi bo'ladi. Shunga ko'ra, yuvilib ketadigan zaminlar ishonchliligini belgilovchi oqim tezligini bashorat qilish uslubini ishlab chiqish dolzarb muammolardan biridir.

O'zaro bog'langan gruntlar uchun oqimning yo'l qo'yiladigan (yuvib ketmaydigan) tezligini o'rnatish bo'yicha tavsiyalar uzoq vaqt gruntlar turi bilan cheklanib qolgan edi.

Ushbu holatni keltirib chiqaradigan barcha omillarni to'liq hisobga olish bilan yuvilish jarayonini yana ham aniqroq baholash maqsadi aytib o'tilgan usulning yetarlicha asosga ega emasligini ko'rsatdi. O'tkazilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra bir xil gruntlarning o'zi ham yuvilishga qarshiligi bilan keskin farq qilib, suv oqimining yuvib ketish tezligi suvga to'yingan holatdagi gruntning tishlashishini integral ko'rsatkichiga hamda agregatlar o'lchamlariga bog'liq bo'lar ekan.

Yuqorida aytilganlarni hisobga olib va chegaraviy holat nazariyasi tamoyillari asosida S.E. Mirtsxulava tomonidan oqimning yuvib ketmaydigan tezligini aniqlash uslubi taklif etilgan edi.

Yo'l qo'yiladigan aniqlikda, shartli ravishda o'zaro bog'langan suvga to'yingan grunt bir-biri bilan tishlashish kuchi yordamida bog'langan bir jinsli agregatlardan tashkil topgan deb qabul qilinadi. Agregat d diametrli shar shakliga ega. O'zan tubiga joylashgan agregat (bo'rtib chiqqan alohida joy) oqimning qarama-qarshi ta'siri va ko'taruvchi kuchi ta'siriga duch keladi.

Qarama-qarshi $P_к$ kuch agregatni oqim bo'ylab siljitishga, ko'taruvchi P_T kuch esa uni tubdan uzib olib, (vertikal) tik yo'nalishda ko'tarishga intiladi.

O'zaro bog'langan gruntlarning agregatlariga ta'sir etuvchi kuchlar agregatlar o'rtasida tishlash kuchlari va shuningdek, agregat og'irligi bilan muvozanatlashadi. Ta'sir etuvchi kuchlar agregatni markazdan tashqari cho'zilishini keltirib chiqaradi.

Bog'langan gruntni yuvilishga turg'unligi shartlarini qarab chiqayotib pastkidagi hodisani kuzatamiz. Agregat o'zining turg'unligini, uni o'zanning tubidan ajratib oluvchi (turbulent oqimning tubdagi pulsatsiya tezligi bilan izohlanadigan) kuch agregatni uzib olishga qarshilik ko'rsatuvchi kuchdan katta bo'lmagan vaqtgacha (ishonchlilik nazariyasi tili bilan aytganda ishdan chiqish holati ro'y bermaydi) saqlab turadi.

Grunt agregati (bo'rtib chiqqan joyi)ni chegaraviy holatini yo'l qo'yiladigan aniqlikda P_T uning markaziga, $P_к$ esa bo'rtish joyi o'rtasidan yuqoriga qo'yilgan deb qabul qilingan, u holda

$$\frac{P_T}{m_{ch}F}+\frac{P_к\delta_1 d}{m_b W}\le C_y+\frac{G_c}{F},\ , \qquad (17.38)$$

bunda: m_{ch} va m_b – tegishli ravishda agregatning uzilish va bukilishiga ishlash sharoiti koeffitsiyentlari; bu hisoblar uchun $m_{ch}=m_b=m$ deb qabul qilish mumkin.

Agregatlarni turbulent oqimning dinamik ta'siri ostida statik yuklama paytida quyiladigan kuchga nisbatan ancha kichikroq zo'riqishlarda ular ajralib chiqadi. Shu sababdan me'yoriy qarshilik sifatida uzilishga chegaraviy mustahkamlikni dinamik C_y^n yuklamada qabul qilish kerak. Bu ko'rsatkichni bog'langan gruntlarning charchaganligini tajribaviy ma'lumotlari bo'yicha, agar ular bo'lmasa, sferik shtamp yordamida aniqlanadigan grunt tishlashishi C_{sh} ning statistik qiymati taqribiy bog'liqligi bilan aniqlash lozim,

$$C_y=0{,}035C_{sh}$$

Qarama-qarshi kuch

$$P_к=\gamma_0\lambda_x\frac{\vartheta_\Delta^2}{2g}\delta_2\cdot d^2. \qquad (17.39)$$

Agregatning suvdagi og'irligi

$$G_S = \frac{\pi}{6}(\gamma_a - \gamma_s)d^3. \qquad (17.40)$$

Agregatning tayanch qismi yuzasi

$$F = \frac{\pi}{4}(\delta_4 d)^2.$$

Tayanch qismining qarshilik momenti

$$W = 0{,}0982(\delta_4 d)^3.$$

Bu formulalarda γ_a va γ_s – tegishli ravishda agregat va suvning solishtirma og'irligi;

$\delta_4 d$ – agregatning tayanch qismi diametri; $\delta_1 d$ – qarama-qarshi kuch yelkasi; $\delta_2 d^2$, $\delta_3 d^2$ – qarama-qarshi va ko'taruvchi kuchlar uchun model yuzasi; $\lambda_y \lambda_x$ – ko'taruvchi va qarama-qarshi kuchlar koeffitsiyentlari; M.A. Dementev ma'lumotlariga ko'ra tubdagi notekis tezlikda

$$\lambda_x = 0{,}4...0{,}45 \text{ va } \frac{\lambda_y}{\lambda_x} = 0{,}25 \text{ ga teng.}$$

Tegishli qiymatlarni (17.38) ga qo'ysak,

$$C_y = \frac{\gamma_c \vartheta_\Delta^2}{2gm}\left[\frac{4\lambda_y \delta_3}{\pi\delta_4^2} + \frac{\lambda_x \delta_2 \delta_1}{0{,}0982\delta_4^3}\right] - \frac{2}{3}\frac{(\gamma_a - \gamma_s)}{\delta_4^2}d \qquad (17.41)$$

Qaralayotgan holat uchun koeffitsiyentlar uchun o'rtacha qiymatlar $\lambda_x = 0{,}42$, $\lambda_y = 0{,}10$, $\delta_1 = 0{,}4$, $\delta_2 = 0{,}5$, $\delta_3 = 0{,}785$, $\delta_4 = 0{,}9$ qabul qilib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$1{,}3\frac{\gamma_s}{q}\vartheta_\Delta^2 = 2m\left[0{,}8(\gamma_a - \gamma_s)d + C_y\right]. \qquad (17.42)$$

Oqimning gruntga ta'sir qiluvchi kuchlanishni $1{,}3\frac{\gamma_s}{q}\vartheta_\Delta^2 = \tau_{\vartheta_\Delta}$ bilan belgilaymiz va unda yuvilishga qarshilik

$$2m\left[0{,}8(\gamma_a - \gamma_s)d + C_y\right] = R_d. \qquad (17.43)$$

Yuqorida keltirilgan yechim agregatning (uzilib) ajralib chiqishini, pulsatsiya tezliklarini taqsimlanishini stoxastik xarakterini va agregatlarni uzilib chiqishga qarshiligini, yuvib ketilayotgan zaminni xizmat qilish davomiyligini to'la-to'kis hisobga olmaydi. Shu bilan bir qatorda ushbu omillarni inkor etish asoslanmagan bo'lib, buni yuvilish jarayonini bashorat qilish uslubining kamchiligi sifatida e'tirof etish lozim.

Yuvilish jarayonida kuch maydoni, shuningdek, uzilishga qarshilik o'zgaradi, shu sababdan o'rtacha ko'rsatkichlarni hisobga oluvchi (17.42) formula unchalik aniq emas. Yuvilish (17.42) tenglik bilan o'rnatilgandan kichikroq tezliklarda ham boshlanishi mumkin.

Pulsatsiya tavsiflarini o'zgarish darajasi oqimida muallaq holatgi loyqa zarralarini kalloid holatida mavjudligiga ham bog'liq bo'ladi.

So'nggi omilning shuningdek, zamin yuvilishida yuzaga keladigan boshqa ishlash sharoitlari (masalan, o't o'sishi, namlik) ni, taqriban ishlash sharoiti koeffitsiyenti bilan inobatga olish mumkin.

Ishonchlilik nazariyasi nuqtayi nazaridan, yuklama tavsifi va agregatlar uzilishiga qarshilikning vaqt bo'yicha o'zgarishini hisobga olishga urinib ko'ramiz.

Berilgan ishonchlilik va kafolatni hisobga olib yo'l qo'yiladigan (yuvib ketmaydigan) tezlikni bashorat qilishni adabiyotlarda keltirilgan uslub o'z ichiga oladi va bunda yo'l qo'yiladigan tezliklar chegaraviy holat nazariyasi asosida aniqlanadi. Bu uslub zamindan foydalanishni qiyinlashtiradigan yuvib ketmaydigan tezlikni belgilash imkonini beradi.

Ishonchlilik darajasini ishonchlilik tavsifi yoki kafolat berish orqali baholash mumkin. Yuvilib ketayotgan zamin ishonchliligi deganda, uning belgilangan foydalanish muddati ichida ta'mirlanishlar davridagi mumkin bo'lgan tanaffuslar bilan loyihada ko'zda tutilgan barcha (sifat) xossalarini saqlashi tushuniladi.

Suv oqimining agregatga yuvib ketuvchi ta'siri sodir bo'lganda agregatning uzilib chiqishi ishonchliligi unga tubdagi pulsatsiya tezliklari (demak, yuklamalarni ham) ta'sir etish jarayonidagi o'zgaruvchanlik, shuningdek, o'zaro tortishish o'zgaruvchanligi bilan izohlanadigan ko'p sonli turli xil omillar bilan tavsiflanadi.

O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, o'zan tubidagi pulsatsiya tezliklari o'zgarishini o'zgarmas gauss jarayoni kabi qarash mumkin.

Birikkan gruntlar o'zaro tortishishi o'zgarishini olib borilgan tadqiqotlar natijalariga ko'ra, normal taqsimlanish qonuniga bo'ysunadi deb qabul qilamiz.

Ayrim agregatlar turg'unligini ko'rib chiqamiz. Yuvilishning stoxastik modeli, agregatning uzilib chiqishini quyidagicha tasavvur qilish mumkin. Jarayonni tahlil qilish natijalari shuni ko'rsatadiki, yuvilayotgan zaminga cheklanmagan muddatda oqim tufayli ta'sir etayotgan yuklama zo'riqish yuvilishga ko'rsatilayotgan qarshilikdan katta bo'lmasligi kafolatlanmagan. Zamin yuvilishiga (turg'unlikni) mustahkamligi oqimning agregatni uzib oluvchi yuklamasini yuvilishga qarshilik ko'rsatish darajasidan oshmaslik ehtimolliligi bilan tavsiflash mumkin. Agar bu ehtimollikning qiymati 1 ga yaqinlashsa, demak, bu sharoitda qaralayotgan hodisa, albatta ro'y beradi. Hodisaning kelib chiqishi ishonarli va aksincha, agar ehtimollik nolga yaqinlashsa, hodisa sodir bo'lmaydi.

Agar agregat uzilib chiqishning yig'indi yuklamasi τ_{ϑ_Δ} T_0 yuklamani ta'sir etishini belgilangan muddat ichida qarshilik ko'rsatish yuklamasi R_d dan katta bo'lmaslik ehtimoli belgilangan P ehtimollikdan kichik bo'lmagan qiymatga ega bo'lsa, u holda agregat uzilib chiqishga, yuvilib ketishga turg'un hisoblanadi, ya'ni

$$P \geq P\left(\tau_{\vartheta_\Delta} \leq R_d\right) \qquad (17.44)$$

Uzilib chiqqan agregatlar o'rtacha soni (ishonchlilik nazariyasi tushunchasi bilan aytganda "ishdan chiqishlar") ni uzilib chiqishga qarshilik ko'rsatishdan bu yuklamalarni ortib ketishning o'rtacha sonini aniqlash yo'li bilan topish mumkin. Bunda berilgan a daraja uchun tasodifiy funksiyaning miqdoriy tashlamasi deb o'qdan a masofada joylashgan gorizontal (yotiq) to'g'ri chiziqni ushbu funksiya grafigi tomonidan pastdan tepaga qarab kesib o'tishiga aytiladi. Masalan, T davomiylikdagi $x(t)$ tasodifiy jarayonni amalga oshirish a darajadan uchta tashlamaga ega.

Juda ko'p amaliy masalalarni yechishda bu ko'rsatkichlarni bilish muhim hisoblanadi. Ular tasodifiy funksiyalar nazariyasi yordamida o'rganiladi. Nazariyadan shu narsa ma'lumki, T vaqt ichida otilib chiqishlarning o'rtacha soni $\overline{n}_a$ va otilib chiqishlar o'rtacha davomiyligi τ tegishlicha teng:

$$\overline{n}_a = T \int_0^\infty \vartheta f(a, \vartheta) d\vartheta; \qquad (17.45)$$

$$\tau = \frac{\int_0^\infty f(x)dx}{\int_0^\infty \vartheta f(a,\vartheta)d\vartheta}, \qquad (17.46)$$

bunda ϑ —tasodifiy x funksiyaning o'zgarish tezligi.

O'zgarmas (statsionar) jarayon uchun birlik vaqt ichida miqdoriy tashlamalar o'rtacha soni aniqlanadi:

$$\bar{v}_a = \frac{\bar{n}_a}{T}. \qquad (17.47)$$

O'zgarmas jarayon uchun

$$\bar{v}_a = \int_0^\infty \vartheta f(a,\vartheta)d\vartheta. \qquad (17.48)$$

Bu holat uchun ehtimollikni ikki o'lchamli taqsimlanish zichligi $f(x,\vartheta)$ x va ϑ uchun taqsimlanish normal zichligi ko'paytmasiga ajraladi:

$$f(x,\vartheta) = \frac{1}{\sigma_x\sqrt{2\pi}}\exp\left[\frac{-\left(x-\bar{x}\right)^2}{2\sigma_x^2}\right]\frac{1}{\sigma_v\sqrt{2\pi}}\exp\left[\frac{-\vartheta^2}{2\sigma_v^2}\right]. \qquad (17.49)$$

Bunda tasodifiy funksiyaning ordinatasini o'zgarish tezligi dispersiyasi tezlikning noldagi korrelatsiya funksiyasi qiymatiga teng, ya'ni

$$\sigma_v^2 = -\frac{d^2}{d\tau^2}K_x(\tau)\Big|_{\tau=0}. \qquad (17.50)$$

matematik taxmin ϑ_t esa nolga teng.

(17.49) ni (17.50) ga o'rniga qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\bar{v}_a = P_a = \frac{\sigma_v}{2\pi\sigma_x}\exp\left[-\frac{\left(a-\bar{x}\right)}{2\sigma_x^2}\right] \qquad (17.51)$$

Shuningdek, (17.49) ni (17.46) ga qo'yib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\tau_a = \pi\frac{\sigma_x}{\sigma_v}\exp\left[\frac{\left(a-\bar{x}\right)}{2\sigma_x^2}\right]\left[1-\Phi\left(\frac{a-\bar{x}}{\sigma_x}\right)\right], \qquad 17.52)$$

bunda Φ – Laplasning integral funksiyasi.

Agar otilib chiqishlarni nolinchi daraja uchun qarab chiqilsa, ya'ni $a = \bar{x}$ bo'lganda, oxirgi formula soddalashadi va quyidagiga teng bo'ladi:

$$\bar{\tau} = \pi\frac{\sigma_x}{\sigma_\vartheta} \qquad (17.53)$$

Amaliyot uchun ma'lum bo'lgan aniqlikda ruxsat etish mumkin:

$$\frac{\sigma_\vartheta}{\sigma_x} = 2\pi\bar{v}_0, \qquad (17.54)$$

bunda

$$\bar{v}_0 = \frac{N_0}{T_0}, \qquad (17.55)$$

N_0 - T_0 vaqt ichida tasodifiy jarayonning nollari o'rtacha soni,

$$\bar{v}_a = \bar{v}_\vartheta \exp\left[-\frac{\left(a-\bar{x}\right)^2}{2\sigma_x}\right] \qquad (17.56)$$

Ushbu (17.56) otilib chiqishlar o'rtacha sonini o'zgarish qonuni tenglamasi birinchi marta Rays tomonidan olingan bo'lib, statistik radiotexnikaning fundamental tenglamasi hisoblanadi.

Otilib chiqishlarni bashorat qilishda tubdagi pulsatsiya tezliklarining uzib oluvchi kuchlanishini R darajasi uchun (17.56) bog'liqlik bunday yozilishi mumkin:

$$v = \bar{v}_{\tau_{\vartheta_\Delta}} \exp\left[-\frac{\left(R_d - \tau_{\vartheta_\Delta}\right)^2}{2\sigma^2_{\tau_{\vartheta_\Delta}}}\right] \qquad (17.57)$$

$\bar{v}_{\tau_{\vartheta_\Delta}}$ -ning qiymati quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi

$$\bar{v}_{\tau_{\vartheta_\Delta}} = \frac{N_0}{T_0}$$

bunda: $N_0 - \varphi\left(\tau_{\vartheta_\Delta}\right)$ tasodifiy jarayonning T_0 vaqt ichidagi o'rtacha nollar soni va R_d o'rtacha darajasi jarayonini egri chiziqni kesib o'tish sonini hisoblash bilan aniqlanadi.

Birikkan gruntlarni yuvilib ketish jarayoni shuning bilan tavsiflanadiki, yuvilish, uzilib chiqishni keltirib chiqaradigan oqim tezligi bilan bir qatorda uzilib chiqishga qarshilik R_d ni ifodalaydigan agregatlar o'rtasidagi o'zaro tortishish ham o'zgaradi. O'tkazilgan tadqiqotlar asosida uzilib chiqish (o'zaro tortishish) ga qarshilikni o'zgarishi normal taqsimlanishi qonuniga bo'ysunadi.

Vaqt birligi ichida agregatlarni uzilib chiqish (ishdan chiqishi) o'rtacha chastotasi quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin:

$$\vartheta = \int_0^\infty \vartheta R_d \varphi(R_d) dR_d; \qquad (17.58)$$

$$\varphi(R_d) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_{R_d}} \exp\left[-\frac{\left(R_d - \bar{R}_d\right)}{2\sigma^2_{R_d}}\right] \qquad (17.59)$$

(17.58) ga tegishli o'zgartirishlar kiritib hosil qilamiz:

$$\nu = \int_0^{\infty} \bar{\nu}_{\tau_{\vartheta\Delta}} \exp\left[-\frac{(R_d - \tau_{\vartheta\Delta})^2}{2\vartheta^2_{\tau\,\vartheta\Delta}}\right] \times$$

$$\times \frac{1}{\sqrt{2\pi}^{\sigma} R_d} \exp\left[-\frac{\left(R_d - \bar{R}_d\right)^2}{2\sigma^2_{R_d}}\right] dR_d \qquad (17.60)$$

$$\nu = \frac{\bar{\nu}_{\tau_{\vartheta\Delta}}}{\sqrt{2\pi}^{\sigma} R_d} \int_0^{\infty} \exp\left[-\frac{\left(R_d - \bar{\tau}_{\vartheta\Delta}\right)^2}{2\sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta}} - \frac{\left(R_d - \bar{R}_d\right)^2}{2\sigma^2_{Rd}}\right] dR_d \qquad (17.61)$$

Keyingi bog'liqlikni yozish mumkin

$$\nu = \frac{\bar{\nu}_{\tau_{\vartheta\Delta}}}{\sqrt{2\pi}^{\sigma} R_d} \int_0^{\infty} \exp\left\{-\left[\frac{(R_d - \alpha)^2}{2\beta} + \frac{\left(\bar{R}_d - \tau_{\vartheta\Delta}\right)^2}{2\left(\sigma^2_{Rd} + \sigma^2_{\tau_{\vartheta\Delta}}\right)}\right]\right\} dR_d \qquad (17.62)$$

$$\alpha = \frac{\sigma^2_{R_d}\tau_{\vartheta_\Delta} + \sigma^2\tau_{\vartheta\Delta}R_d}{\sigma^2_{Rd} + \sigma^2_{\tau_{\vartheta\Delta}}}; \qquad (17.63)$$

$$\beta = \frac{\sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta}\sigma^2_{R_d}}{\sigma^2_{R_d} + \sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta}}; \qquad (17.64)$$

$$J_1 = \frac{1}{\sqrt{2\pi\beta}} \int_0^{\infty} \exp\left[\frac{(R_d - \alpha)^2}{2\beta}\right] dR_d \qquad (17.65)$$

(17.65) ifodadagi J_1 integrali 0 dan ∞ gacha olinadi. Normal taqsimlanish qonunida o'rtacha sigma qonuniga asosan J_1 integrali -0 dan $+\infty$ gacha ≈ 1 ga teng.

Shunday qilib vaqt birligi ichida o'rta otilib chiqishlar (vibros) chastotasi teng:

$$\nu = \frac{\bar{\nu}_{\tau_{\vartheta\Delta}} \sigma_{\tau_{\vartheta\Delta}}}{\sqrt{\sigma^2_{Rd} + \sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta}}} \exp\left[-\frac{\left(\bar{R}_d - \bar{\tau}_{\nu\Delta}\right)^2}{2\left(\sigma^2_{Rd} + \sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta}\right)} \right]. \qquad (17.66)$$

P ehtimolligini aniqlash uchun zarur bo'lgan otilib chiqishi (vibros) lar taqsimlanish qonuniyatlarini o'rnatish tasodifiy jarayonni ro'y berishini mufassal tahlil qilishni talab qiladigan murakkab masaladir. Bunday holatlar vujudga kelishi kam uchragani bois soddalashtirish uchun puasson taqsimlanish qonunini qabul qilamiz.

T vaqt ichida R_d darajasidan n orttirmaning paydo bo'lishi ehtimolligi quyidagicha bo'ladi:

$$P = \frac{(T\nu)^n}{n!} e^{-\nu T}. \qquad (17.67)$$

Ushbu ifodaga kiruvchi yagona parametr bo'lib otilib chiqishlar sonini matematik taxmini hisoblanadi. Chunki, agregatning uzilib chiqish $n = 0$ ga teng bo'lganda to'xtaydi.

$$P = e^{-\nu T}. \qquad (17.68)$$

Yuqoridagi (17.66) va (17.68) tenglamalarni τ_{ϑ_Δ} ga nisbatan birgalikda yechib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\bar{\tau}_{\vartheta_\Delta} = \frac{\bar{R}_d}{1 + \frac{\sqrt{\sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta} + \sigma^2_{Rd}}}{\bar{\tau}_{\vartheta\Delta}} \sqrt{-2\ln\left(\frac{-1nP}{\gamma T \bar{\nu}_{\tau_{\vartheta\Delta}}}\right)}}; \qquad (17.69)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_{\tau_{\vartheta\Delta}}}{\sqrt{\sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta} + \sigma^2_{Rd}}} \qquad (17.70)$$

Demak, quyidagi ifoda ishonchlilikning tavsifi bo'lib hisoblanadi:

$$\eta_i = 1 + \frac{\sqrt{\sigma^2_{\tau\,\vartheta\Delta} + \sigma^2_{Rd}}}{\bar{\tau}_{\vartheta\Delta}} \sqrt{-2\ln\left(\frac{-\ln P}{\bar{\nu}_{\vartheta\Delta} T}\right)} \qquad (17.71)$$

Agregatning chegaraviy holati tenglamasini ishonchlilik tavsifidan foydalanib quyidagicha yozish mumkin:

$$\frac{\eta_i}{m} \bar{\tau}_{\vartheta\Delta} = \bar{R}_d . \qquad (17.72)$$

Ma'lum o'zgartirishlardan so'ng, yo'l qo'yiladigan (yuvib ketmaydigan) o'zan tubidagi va o'rtacha tezliklar uchun bog'liqliklarga ega bo'lamiz:

$$\vartheta_{\Delta H.y.q} = 1{,}25\sqrt{\frac{2gm}{2{,}6\gamma_0\eta_i}\left[(\gamma_r - \gamma_0)d + 1{,}25\, C_y''\right]} \qquad (17.73)$$

$$\vartheta_{H.y.q} = \left(1g\frac{8{,}8H}{d}\right)\sqrt{\frac{2gm}{2{,}6\gamma_0\eta_i}\left[(\gamma_r - \gamma_0)d + 1{,}25C_y''\right]} \qquad (17.74)$$

Hosil qilingan formulalar bo'yicha hisoblar $\sigma_{\tau\,\vartheta_\Delta}$ va σ_{R_d} larni aniqlashni taqozo etadi. To'la suvga to'yinganlik holati uchun zarrachalarni tishlashishi (o'zaro birikkanligi) haqidagi ma'lumotlarga ega bo'lganda σ_{R_d} ni aniqlash qiyin emas, $\sigma_{\tau\,\vartheta_\Delta}$ ga kelganda, u o'zan tubidagi qatlamdagi pulsatsiya tezliklari kvadratiga bog'liq bo'lgan τ_{ϑ_Δ} ning o'rtacha kvadrat og'ishi hisoblanadi va o'xshash rejim bilan pulsatsiya tezliklarini o'lchash natijalariga ko'ra o'rnatiladi. Ushbu parametrni o'rnatish uchun dispersiyani tizimli tashkil etuvchilari va o'zgarmas tasodifiy jarayonlarning korrelatsiya funksiyalarini hisoblashga mo'ljallangan turli xil korrelatorlardan foydalanish mumkin.

Hosil qilingan formulalar yordamida ishonchlilikning funksiyasi bo'lib hisoblanadigan η_i ning tavsifidan foydalanib, P ehtimollik asosida berilgan ishonchlilik bilan yuviladigan zaminning to'xtovsiz (yuvib ketmaydigan) tezligini o'rnatish mumkin. Bog'liqliklar oqimning yuvib ketishini ta'sir etish muddati T, tashlamalar (vibros) soni, agregatlarni uzilib chiqish zo'riqishlari tegishli tarzda tishlashish o'zgaruvchanligi, tubdagi pulsatsiya tezliklari qiymatiga

bog'liq dispersiya va uzilib chiqishga qarshiligini aniqlash imkonini beradi. Ushbu formulalar holatni keltirib chiqaruvchi asosiy omillarni hisobga olish imkonini bera oladi va bir qarashda murakkab ko'rinishga egaligini esa ularning kamchiligi deb bo'lmaydi.

Zaminlarni yuvilib ketmasdan ishlash ehtimolligini yuqori ko'rsatkichlariga qiymat berib (masalan, $P = 0,9$; $P = 0,99$; $P = 0,999$), oqimning berilgan T (kafolatli ishlash muddati) vaqt ichidagi ta'siri natijasida zaminning yuvilishi ro'y bermaydigan oqim tezligini o'rnatish mumkin.

Olingan bog'liqliklar mavjud xavfni to'g'ri baholab, iqtisodiy jihatdan yuvilib ketmaslikni asoslagan holda yuviladigan zaminni hisoblash imkonini beradi.

17.1-jadvalda amalda uchraydigan pulsatsiya tezliklari, tishlashish va miqdoriy tashlamalarning o'zgaruvchanlik holatlari uchun ishonchlilik tavsiflari qiymatlari keltirilgan. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, to'xtovsiz ishlash ehtimolligi P ni oshirish yuvib ketmaydigan tezlik qiymatini pasayishiga olib keladi. Yuklama o'zgarishi va dispersiya qarshiligi ko'rsatkichlarini $\sigma^2_{R_d} = \sigma^2_{\tau_{\vartheta_\Delta}} = 0,15\tau^2_{\vartheta_\Delta}$ gacha o'sishi ishonchlilik tavsifini 4 gacha oshiradi, bunda tegishli ravishda yuvib ketmaydigan tezlik qiymati kamayadi.

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, taklif etilayotgan ishonchlilik nazariyasi usullaridan foydalanib oqimni yo'l qo'yiladigan (yuvib ketmaydigan) tezligini bashoratlash uslubi gruntlarni turiga nisbatan shuningdek, chegaraviy holat nazariyasini qo'llab, ushbu tezlikni belgilash uslubidan o'zining samaraligi bilan farq qiladi. Olingan natijalar tahlili shuni ko'rsatadiki, keltirib chiqarilgan bog'liqliklar bo'yicha jarayonni bashoratlash va ayniqsa, grunt chegaraviy holat tamoyillari asosida turlariga ko'ra hosil qilinadigan ushbu masalalarni yechishga nisbatan jarayonni to'laroq ifodalab beradi.

Qabul qilingan cheklanishlar asosida qarab chiqilgan uslubdan mustahkamlik ko'satkichlarini o'zgarishi normal taqsimlanish bilan tavsiflanadigan turli xil materiallar uchun yo'l qo'yiladigan (yuvib ketmaydigan) oqimni oqish tezligini bashoratlash uchun foydalanish mumkin. Ular qidirilayotgan kattalikni berilayotgan ishonchlilik bilan o'rnatish imkonini beradi, bu esa turli xil gidrotexnika inshootlarining iqtisodiyot ko'rsatkichlarini hisoblashda o'ta muhim hisoblanadi.

Oqim va o'zanning turli xil parametrlari uchun ishonchlilik tavsifining qiymatlari

ν	T_c	$\frac{\sigma^2_{\tau_{g_0}}\Delta}{\tau^2_{g_0}}$	$\sigma^2 R_d$			$\sigma^2 R_d$			$\sigma^2 R_d$		
			0,02 $\sigma^2_v\Delta$	0,05 $\sigma^2_v\Delta$	0,15 $\sigma^2_v\Delta$	0,02 $\sigma^2_v\Delta$	0,05 $\sigma^2_v\Delta$	0,15 $\sigma^2_v\Delta$	0,02 $\sigma^2_v\Delta$	0,05 $\sigma^2_v\Delta$	0,15 $\sigma^2_v\Delta$
			η_i	η_i	η_i	η_i	η_i	η_i	η_i	η_i	η_i
			$P = 0,1$			$P = 0,5$			$P = 0,9$		
3	10	0,02	1,42	1,52	1,63	1,52	1,66	1,83	1,65	1,83	2,16
	10	0,05	1,58	1,67	1,78	1,71	1,83	1,98	1,87	2,03	2,33
	10	0,15	1,77	1,84	1,94	1,94	2,03	2,17	2,33	2,45	2,62
3	10^2	0,02	1,60	1,77	2,13	1,67	1,86	2,32	1,72	1,93	2,40
	10^2	0,05	1,81	1,95	2,29	1,90	2,06	2,55	19,6	2,14	2,56
	10^2	0,15	2,25	2,35	2,67	2,40	2,50	2,81	2,72	2,83	3,13
3	10^5	0,02	1,83	2,22	2,97	1,85	2,31	2,97	1,87	2,34	3,09
	10^5	0,05	2,31	2,51	3,11	2,29	2,57	3,19	2,37	2,65	3,32
	10^5	0,15	3,09	3,13	3,62	2,81	3,18	3,72	3,01	3,32	3,93

Bayon qilingan uslubning afzalligi bo'lib, uning fan va texnikani turli xil sohalarida eng ishonchli maqbul yechimlarni qidirib topishdagi zamonaviy an'analar bilan to'la moslashib ketishi hisoblanadi.

Biroq, aytib o'tilganiga qaramasdan, keltirilgan yechimni ishonchlilik nazariyasi va statistik mexanika usullarini qo'llab, yuvilib ketadigan inshootlar hisobi uslubini yaratish yo'lidagi ilk qadam deb qaramoq kerak. Shubha yo'qki, ishonchlilik nazariyasi eroziya hisoblari, deformatsiyani bashoratlash hisoblarida katta o'rin tutadi.

Bu yerda aytib o'tilgan uslub amalda yetarlicha aniqlikka ega va qat'iy asoslangan bo'lishiga qaramasdan, hali takomillashishdan ancha uzoqda deb aytish o'rinli bo'ladi. Ammo, o'rganilayotgan jarayonni yoki unga o'xshash jarayonni kuzatish natijasida olingan statistik ma'lumotlardan to'laroq foydalanish maqsadi mazkur uslubni kelajagini belgilaydi.

Bu borada kelgusidagi o'tkazish rejalashtirilayotgan tadqiqotlardan maqsad – tasodifiy parametrlar dispersiyasi va miqdoriy tashlamalarni bashoratlashni soddalashtirish va aniqlik kiritish, ishonchlilik tavsifini qayta aniqlashtirishdan iboratdir.

Agar tadqiqotlar natijalariga ko'ra, yuvilib ketadigan zaminni to'xtovsiz ishlash vaqtini integral yoki differensial funksiyalari o'rnatilsa, bu tadqiqotlar to'liq hisoblanadi. Bu bog'liqliklarni bilgan holda, ishdan chiqishlar jadalligi, soz holatda ishlashning o'rtacha vaqti va ehtimolligi hamda boshqa ko'rsatkichlarni topish mumkin, chunki laboratoriya tadqiqotlari texnik ekspluatatsiya qoidalaridan chetga chiqish tufayli sodir bo'ladigan tasodifiy holatlarni hisobga olish imkonini bermaydi. Shu boisdan laboratoriya tadqiqotlari ma'lumotlariga aniqlik kiritish uchun amaliyotdagi kuzatuvlar natijalarini inobatga olish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek, jarayonni elektr modellashtirishdan ham foydalanish mumkin.

17.2.2. Mahalliy yuvilishda tutashtiruvchi inshootlar ishonchliligini baholash

Inshootlardagi eng ko'p avariyalar, shikastlanishlar zaminlarni yuvilib ketishi (mahalliy yuvilish) va haddan tashqari bo'ladigan filtratsiya tufayli ro'y beradi. Yo'l qo'yiladigan mahalliy yuvilish bo'yicha masalani ishochlilik nazariyasi nuqtayi nazaridan ko'rib o'taylik.

Tutashtiruvchi inshootlar (turli xil sharsharalar, konsolli suv tashlagichlar va shu kabilarning poydevorlarini joylashish chuqurligi mahalliy yuvilish chuqurligiga bog'liq bo'lib, bu kattalikni oldindan belgilashning zamonaviy uslublari amaliy hisoblar uchun oqimning gidravlik parametrlari va yuviladigan zamin gruntlarini xossalari yuvilish jarayonini to'liq aniqlab beradi deb izohlaydi.

Mahalliy yuvilish chuqurligi o'zaro (bog'langan) birikkan gruntlar uchun quyidagi bog'liqlik bilan aniqlanadi:

$$t = \left(\frac{8{,}3U_{kir}\, b_0}{\upsilon_{\Delta_{y.q.ch}}} - 7{,}5b_0 \right) \frac{\sin\beta}{1 - 0{,}175 ctg\beta} + 0{,}25H_{p.b} \qquad (17.75)$$

Yo'l qo'yiladigan yuvilib ketmaydigan tezlik $\vartheta_{\Delta y.q.ch}$ ning ishonchlilik tavsifini hisobga olib yuvilish chuquri (voronkasi) dagi kattaligi ushbu formula bilan topiladi [76];

$$\vartheta_{\Delta y.q.ch} = 1{,}25\sqrt{\frac{2mg}{0{,}3\gamma_0\eta_i}\left[(\gamma_{ch} - \gamma_0)d + 1{,}25\left(C_{ch}^m + P_D + P_i\right)\right]},$$

bunda: η_i – yuviladigan zamin gruntlarini tishlashishi nojinsligi va tezlikni pulsatsiya xarakterini hisobga oluvchi ishonchlilik tavsifi; q – erkin tushish tezlanishi; m – ishlash sharoit koeffitsiyenti; γ_0 – suv zichligi; γ_{ch} – agregatlar zichligi; d – agregatlarga o'rtacha diametrlar; C_{ch}^m – uzilishga me'yoriy charchoqlik mustahkamliligi; P_b – agregatlarni uzilishiga olib keladigan va ularni varonka tubida yotqizadigan oqim ko'rsatadigan bosim; P_{yu} – yuvilish varonkasida suv chuqurligi bilan tavsiflanadigan yuklama.

Gidrotexnika inshootlari (konsolli suv tashlagichlar poydevorlari va sh.k.) ning yuvilib ketadigan zaminlarini turg'unligini saqlash uchun mahalliy yuvilishning haqiqiy chuqurligi yo'l qo'yiladigan chegaraviy chuqurlikdan oshmasligiga erishish lozim. Bu shart pastkidagicha ifodalanadi:

$$H \geq t\,, \qquad (17.76)$$

bunda: H – yuvilishning yo'l qo'yiladigan chuqurligi; t – zamin gruntining yuvilishga qarshiligi va kirish kesimidagi oqim tezligi bilan izohlanadigan yuvilish chuqurligi.

Inshootning xizmat qilish t muddati davomida yo'l qo'yiladigan qiymatdan gruntning haqiqiy yuvilish qiymati katta bo'lmaslik P ehtimoli berilgan P dan kichik bo'lmasligi quyidagicha yoziladi:

$$P \le P(H \ge t) \qquad (17.77)$$

Haqiqiy yo'l qo'yilishdan oshmaslik ehtimoli P mahalliy yuvilishning chuqurligini vaqt bo'yicha o'zgarish tavsifiga bog'liq bo'lib va u o'z navbatida yuvadigan oqimning kirish kesimidagi tezligi U_{kir} va zaminning yuvilishga qarshiligi bilan aniqlanadi.

Tutashtiruvchi inshootlar orqali o'tkaziladigan oqim suv sarflarini kuzatishning vaqt bo'yicha ma'lumotlari aniq bo'lsa, ana shu suv sarflariga mos bo'lgan mahalliy yuvilish chuqurligi ma'lumotlar qatorini tuzib chiqish qiyin emas.

Vaqt qatorlarini tadqiq qilish va ularning tavsiflarini aniqlash juda batafsil ishlab chiqilgan. Ma'lumotlarga ishlov berish va ularni yozib chiqishda qarab chiqilayotgan qator uzunroq qatorning bir bo'lagi deb hisoblashga yo'l qo'yiladi. Ixtiyoriy bo'lakdagi hodisalarni boshqaradigan qonunlar, shunday xususiyatga egaki, bunda ushbu bo'lakda o'lchangan qator qiymatlari, boshqa bo'lakdagi qator qiymatlari bilan o'xshash bo'ladi. Berilgan bo'lak asosida boshqa bo'laklarning qiymatini analitik yoki statistik uslublar bilan baholash mumkin. Bunda mumkin qadar ko'proq kuzatishlar soniga ega bo'lishga intilish kerak, chunki avvaldan ma'lumki, bo'lakning uzunligi oshgan sari maksimal qiymat kattaligi ham ortib boradi (o'zgaruvchining berilgan qiymatini o'sib borishi ushbu o'zgaruvchining kuzatishlar soniga bog'liq bo'ladi).

Bizni qiziqtiruvchi mahalliy yuvilish chuqurligini hisobiy qiymatlarini qatori (yoki tasodifiy kattalikning batafsilroq tavsifi — taqsimlanish qonuni) ga ega bo'lish uchun ehtimollik nazariyasi va matematik statistikaning zamonaviy uslublari (Gumbelning ekstremal qiymatlarni taqsimlanish qonunlari) dan foydalanish mumkin.

Shuni aytib o'tish mumkinki, suv sarfini ko'payishiga yuvilish chuqurligini ortishi ham sabab bo'ladi, biroq yuvilish chuquri chuqurlashgan sari ko'pgina hollarda yuvilishga qarama-qarshilik o'sib boradi. Bu o'sish suv sarfi oshishiga proporsional emas.

Bu holatni tahlil qilish, shuningdek, hisobiy ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, umuman olganda mahalliy yuvilish chuqurligi qiymatlarini vaqt bo'yicha o'zgarishini taxminan me'yordagi (normal) jarayon deb qarash mumkin. Bunda miqdoriy tashlamalar nazariyasidan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tasodifiy funksiyani miqdoriy tashlamasi haqidagi masalani ordinataning maksimal qiymatini aniqlash imkonini beradigan

ma'lum bir daraja uchun, ma'lum bir vaqt oralig'ida jarayonni normal taqsimlanishga bo'ysungan holatida soddaroq yechish mumkin.

Agar kuzatuv ma'lumotlari normal jarayondan chetga chiqsa, ularni eng ko'proq qiymati va paydo bo'lish ehtimolligini topish uchun ekstremal qiymatlar uslubidan foydalanishi mumkin. Bu usul kuzatuv orqali olingan cheklangan qator maksimal qiymatlari bo'yicha inshootning xizmat qilishini uzoq muddatli davri uchun keyingi kuzatuvlardagi mumkin bo'lgan maksimal qiymatni baholash imkonini beradi. Qaralayotgan jarayon, ma'lumki, matematik taxmin t, dispersiya D_t va korrelatsiya funksiyasi $R_t(\tau)$ larni to'liq tavsiflaydi. Bu parametrlar vaqt o'tishi bilan o'zgarmaydi.

Jarayonni izohlovchi parametrlar o'zgaruvchanligini inobatga olib, shuni aytish mumkin, inshootlar xizmat qilishini so'nggi muddati bo'lib – yuvilish chuqurligi yo'l qo'yiladigan deformatsiya chegarasidan katta bo'lgan holat hisoblanishi mumkin.

Yuvilish chuqurligini xizmat qilishning ma'lum bir muddati ichida yo'l qo'yiladigan chegaradan oshmaslik ehtimolini bashorat qilish, o'zgaruvchan kattalik t bilan cheklanish H ning ayrim o'sishlari taqsimlanish qonunlarini bilishni talab etadi. Dastlabki taxminlarga ko'ra, uning paydo bo'lish qonuni Puasson qonuniga buysunadi deb qabul qilish mumkin:

$$P = \frac{n^m}{m!} e^{-nT}, \qquad (17.78)$$

bunda: n – jarayon egri chizig'i $t(T)$ ning cheklanish H dan uzilib chiqishlar o'rtacha soni; m – T vaqt ichida cheklanish H ning ko'payish soni.

Agar ko'payish kuzatilmasa, ya'ni $m = 0$ bo'lsa, ishdan chiqish (buzilish) lar ham yo'q, unda bog'liqlik quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$P = e^{-nT}. \qquad (17.79)$$

Agar jarayonni normal deb hisoblasak, cheklanish H dan miqdoriy tashlamalar o'rtacha sonini Rays formulasi bo'yicha aniqlash mumkin:

$$n = \bar{n} \exp\left[\frac{-(H-\bar{t})^2}{2D_t}\right] \qquad (17.80)$$

(2.22) formuladagi $n$ning qiymatini (17.80) ga qo'yib, quyidagilarga ega bo'lamiz:

$$H = \bar{t}\left[1 + \frac{\sqrt{2D_i\left[\ln\left(\bar{n}T\right) - \ln\left(-\ln P\right)\right]}}{\bar{t}}\right] \qquad (17.81)$$

$$H = \bar{t}\eta_i$$

$$\eta_i = 1 + \frac{\sqrt{2D_i\left[\ln\left(\bar{n}T\right) - \ln\left(-1nP\right)\right]}}{\bar{t}} \qquad (17.82)$$

bunda: η_i – mahalliy yuvilish chuqurligi dispersiyasiga bog'liq bo'lgan ishonchlilik tavsifi (u o'z navbatida kirish kesimida pastga tushuvchi oqimning tezligi o'zgarishiga shuningdek, zamin gruntlarining yuvilishga qarshilik ko'rsatkichlari o'zgaruvchanligiga bog'liq).

17.2.3. Gidrotexnika inshootlari zaminlarini filtratsiya deformatsiyalariga inshonchliligini baholash

Zaminda harakatlanadigan va gidrotexnika inshootlarini qirg'oq to'siqlarini aylanib o'tuvchi suv, ma'lumki zamin va qirg'oqdagi tog' jinslari zarralariga bosim kuchi bilan ta'sir qilib, suffoziya hodisasiga yoki ularni bo'rtib chiqishiga va zamin mustahkamligini buzilishiga olib kelishi mumkin. Bosim ta'siri ostida ayrim mayda zarralar yirikroq zarralar tashkil etgan g'ovakliklar ichida harakatlana boshlaydi va asta-sekin zamindan chiqarib yuboriladi. Suv bosimi gruntning kattagina massiv turg'unligini buzilishiga sabab bo'lishi va inshoot uchun xavf tug'dirish mumkin. Bu holat *gruntning filtratsiya tufayli bo'rtib chiqishi* deb yuritiladi.

Zamin mustahkamligi buzilishiga uning grunti tarkibidagi tuzlarning erishi va ishqorlanishi sabab bo'lishi mumkin. Agar tegishli chora ko'rilmasa, bu deformatsiyalar inshootlarni avariya holatiga

olib kelib keladi. Aynan gruntning bo'rtib chiqishi va suffoziya jarayonlari juda ko'plab inshootlar avariyasini keltirib chiqargan filtratsiya deformatsiyasining asosiy turlaridan hisoblanadi.

Hozirgi paytda zamin gruntlarini bo'rtib chiqish hisobi pastkidagicha bajariladi.

Gruntning birlik hajmiga ta'sir etuvchi gidrodinamik yoki filtratsiya bosimi odatda quyidagicha aniqlanadi:

$$W_f = \gamma_0 J \tag{17.83}$$

bunda: γ_0 – suvning solishtirma og'irligi, t/m^3; J – gruntning olingan hajmi chegarasida filtratsiya gradiyenti.

Filtratsiya bosimi har bir nuqtada oqim chizig'iga urinma bo'lib yo'naladi. Flutbet ostidagi oqim chizig'i asosan gorizontal holda, pastki bef zonasida esa ko'proq yuqoriga yo'nalgan bo'ladi.

Gruntning hajm birligiga qo'yilgan gidrodinamik bosimning kuchi W_f ga ushbu hajmning quyidagiga teng og'irligi qarshilik ko'rsatadi:

$$\gamma = \gamma_1 - \gamma_0(1-n)$$

bunda: γ_1 – gruntning havodagi hajmiy og'irligi; n – gruntning nisbiy g'ovakligi;

Bog'lanmagan gruntlarda ishqalanish kuchi va bog'langan gruntlarda tishlashish kuchini (bu kuch turg'unlik uchun zaxira hisoblanadi) inobatga olmasdan qaralayotgan hajmning muvozanat shartini yozib chiqish mumkin. Bu masalani, jarayonni statistik tavsifini e'tiborga olib, va chegaraviy holat nazariyasi usullaridan foydalanib yechish mumkin,

$$\gamma J = \gamma_1 - \gamma_0(1-n) \tag{17.84}$$

bunda kritik gradiyent teng:

$$J_{kr} = \frac{\gamma_1}{\gamma_0} - (1-n) \tag{17.85}$$

Ko'rinib turibdiki, filtratsiya gradiyenti kritik qiymatdan oshganda, gruntning filtratsiyali bo'rtib chiqishi (grunt massasining yuqoriga ko'tarilishi) ro'y beradi va bu inshootni avariya holatiga olib kelishi mumkin.

Ba'zi adabiyotlarda masalan, "holatning, ayniqsa, gruntlarning tabiiy joylashuvida yetarlicha o'rganilmaganligi sababli hisoblardagi

koeffitsiyentni $m \approx 3$ deb qabul qilish kerak" deb kiritilgan. U holda yo'l qo'yiladigan gradiyentni o'rnatish uchun ifoda quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$J_{y.k} \le \frac{1}{m} J_{kr} \le \frac{1}{m}\left[\frac{\gamma_1}{\gamma_0} - (1-n)\right] \qquad (17.86)$$

Ushbu formula bilan yo'l qo'yiladigan gradiyentni hisoblashda ishonchlilik darajasini, shuningdek, xavflilik darajasini ham miqdoriy jihatdan baholab bo'lmaydi. Chunki, u turli zaminlar uchun filtratsiya ko'rsatkichlari o'zgaruvchanligini miqdoriy jihatdan hisobga olish imkoniyatini bermaydi.

Zaminlar gruntlari filtratsiya ko'rsatkichlarini o'zgaruvchanligi, nojinsliligi emasligi ularning geologik tuzilishi bilan izohlanadi. Zaminlarning suv o'tkazuvchanligi uni tashkil etuvchi gruntlar tuzilishiga bog'liq. Shunga ko'ra, massivlarni bir jinsli bo'lmagan tuzilishini, filtratsiyaning ham bir xil bo'lmasligiga sabab deb qarash mumkin. Uning bir xil emasligi shuningdek, qumli gruntlardagi tog' jins zarralari oralig'idagi g'ovaklar va yoriqli tog' jinslaridagi mikroyoriqlar shakli va o'lchamlariga bog'liq bo'ladi.

Bu esa gruntning filtratsiya qobiliyatini belgilovchi natijalarni turlicha bo'lishiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Natijalarning turli-tuman bo'lishi laboratoriya tekshiruvlarida bo'lgani kabi, bevosita dala tadqiqotlarida ham kuzatiladi. Aytilgan fikrlar, filtratsiya ko'rsatkichlari o'zgaruvchanligini hisobga olmaydigan uslublarni aniqligi yetarli emasligini bildiradi.

Eksperimental tadqiqotlar filtratsiya gradiyenti tasodifiy kattalik bo'lib, o'zaro bog'liq va o'zaro ta'sir etuvchi omillar bilan izohlanishi hamda amaliyot uchun yetarlicha aniqlik bilan normal taqsimlanish (Gauss) egri chiziqlari bilan tavsiflanishi mumkinligini ko'rsatadi.

Inshoot zaminini bo'rtib chiqishga ishonchliligini, qabul qilingan zaxira koeffitsiyentida uni ta'minlanganligini quyidagicha o'rnatish mumkin. Zaminning bo'rtib chiqishga turg'unligi filtratsiya bosimini bo'rtib chiqishiga qarshiligidan oshmaslik ehtimoli bilan tavsiflanadi. Agar ushbu ehtimollik qiymati berilgan ehtimollik P dan kichik bo'lmasa, zamin bo'rtib chiqishiga qarshi turg'unlikka ega, ya'ni

$$P \ge P(J \le R_f) \qquad (17.87)$$

Filtratsiyali bo'rtib chiqishga qarshilik o'zgaruvchan xususiyatga ega bo'lib, asosan gruntning g'ovakligi va hajmiy og'irligi, shuningdek, filtratsiya gradiyenti bilan izohlanadi.

Filtratsiyali bo'rtib chiqishga qarshilikning va filtratsiya gradiyentini o'zgarishi Gaussning normal qonuniga bo'ysunadi deb taqriban qabul qilib, filtratsiya gradiyentlari tasodifiy miqdoriy tashlamani bashorat qilish uchun statistik radiotexnikaning asosiy Rays tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:

$$vR_f = \bar{v}_J \exp\left[\frac{-\left(R_f - \bar{J}\right)^2}{\sigma_J^2}\right] \qquad (17.88)$$

Gruntning filtratsiyali bo'rtishida yuqorida aytilganidek, filtratsiya qarshiligi Rf ham o'zgaradi. Taqriban bu o'zgarishlarni normal taqsimlanish qonuniga bo'ysunadi deb qarash mumkin.

Gruntning birlik vaqt ichida bo'rtib chiqishi (ishdan chiqishi) o'rtacha takrorlanishi quyidagi ifoda bilan aniqlanishi mumkin:

$$v = \int_0^\infty vR_f\left(R_f\right)dR_f \qquad (17.89)$$

$$\varphi\left(R_f\right) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}^{\sigma} R_f} \exp\left[-\frac{\left(R_f - \bar{R}_f\right)^2}{2^{\sigma}\ R_f^2}\right] \qquad (17.90)$$

Ba'zi bir o'zgartirishlardan so'ng, vaqt birligi ichida filtratsiya qarshiligi o'rtacha darajasi uchun, gradiyentlar tashlamasi o'rtacha takrorlanishini hisoblash maqsadida quidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$v = \frac{v\sigma_J}{\sqrt{\sigma_{Rf}{}^2 + \sigma_J{}^2}} \exp\left[\frac{-\left(R_f - J\right)^2}{2\left(\sigma R_f + \sigma_J{}^2\right)}\right]. \qquad (17.91)$$

Berilgan daraja P ustidan tashlamalar parametrlarini o'rnatish murakab masala bo'lib, uni yechish uchun kuzatuv ma'lumotlarini tahlili talab etiladi. Yuqori befdagi suv sathi tebranib turishini, berilgan sathdan suv sathini ko'tarilish ehtimolini bevosita kuzatuv grafigidan aniqlash mumkin. Soddalashtirish va ushbu holatning kamdan-kam yuzaga kelishi munosabati bilan puasson taqsimlanish qonunini qabul qilamiz va u holda T vaqt ichida R_f sathning n ko'tarilish holati ehtimolligi quyidagicha yoziladi:

$$P = \frac{(\nu_J T)^n}{n!} e^{-\nu_J T} \tag{17.92}$$

Gruntning bo'rtib chiqishi (ishdan chiqishi) $n = 0$ bo'lganda ro'y bermaydi, u holda

$$P = e^{-\nu_J T} \tag{17.93}$$

Ayrim murakkab bo'lmagan o'zgartirishlardan so'ng, ega bo'lamiz:

$$J = \frac{\bar{R}_f}{1 + \frac{\sqrt{\sigma_J^2 + \sigma_{R_f}^2}}{J} \sqrt{-2 \ln \frac{(-\ln P)}{\gamma T \bar{\nu}_J}}} \tag{17.94}$$

Shunday qilib, ishonchlilikning tavsifi bo'lib quyidagi ifoda hisoblanadi:

$$\eta_i = 1 + \frac{\sqrt{\sigma_J^2 + \sigma_{Rf}^2}}{J} \sqrt{-2 \ln \frac{(-\ln P)}{\gamma T \bar{\nu}_J}} \tag{17.95}$$

$$\gamma = \frac{\sigma_i}{\sqrt{\sigma_J^2 + \sigma_{R_f}^2}}.$$

Gruntning bo'rtib chiqish shartidan hisobiy filtratsiya gradiyentini o'rnatish uchun bog'liqlik quyidagicha bo'ladi:

$$J = \frac{R_f}{\eta_i} = \frac{\left[\frac{\gamma_1}{\gamma_0} - (1-n)\right]}{\eta_i} \tag{17.96}$$

Grunt bo'rtib chiqishini hisobiy filtratsiya gradiyentini o'rnatish uchun dastlab tasodifiy miqdor σ_I, σ_{R_I} larning o'rtacha kvadratli chetlashishni aniqlab olish lozim. Zamin gruntining g'ovakligi, shuningdek, gruntning hajmiy og'irligi γ_1 haqida ma'lumotga ega bo'lganda σ_{R_I} ni topish qiyin emas. Suv sathi tebranishiga bog'liq bo'lgan o'rtacha kvadratli chetlashish σ_I ni o'xshash inshootlardagi o'lchashlar ma'lumotlari bo'yicha o'rnatish mumkin.

Ishonchlilikning η_I tavsifini aniqlash J ni oldindan bilishni talab qiladi. Zamin gruntlarini ko'rsatkichlari ma'lum bo'lganda J ning dastlabki taqribiy qiymatini formula bilan aniqlash mumkin.

Olingan formulalar inshootning T xizmat qilish muddatida va ν_J tashlama sonida berilgan ishonchlilik va berilgan P to'xtovsiz ishlash ehtimoli bilan zaminning bo'rtib chiqishlarsiz ishlashini ta'minlaydigan yo'l qo'yiladigan filtratsiya gradiyentlarini o'rnatish imkonini beradi.

Zaminning bo'rtib chiqishlarsiz ishdan chiqmaslik ehtimolini yetarlicha katta qiymatlari $P = 0{,}99$; $P = 0{,}999$ ni qabul qilib, bo'rtib chiqishi natijasida zamin deformatsiyalanishi amalda mumkin bo'lmagan hodisaga aylanadigan yo'l qo'yiladigan gradiyentni hisoblab topish mumkin.

Gauss taqsimlanishi bilan ifodlanadigan filtratsiya gradiyenti o'zgaruvchanligida qabul qilingan zaxira koeffitsiyentiga mos xavfllilik darajasini quyidagicha o'rnatish mumkin. Aytaylik, olingan grunt hajmi chegarasida haqiqiy filtratsiya gradiyentidan chetga chiqish uning o'rtacha qiymatidan ΔI ga teng deb qaraymiz. U holda grunt zamini bo'rtib chiqishi filtratsiya deformatsiyasini sharti quyidagicha yoziladi:

$$J_h \le J + \Delta J \qquad (17.97)$$

bunda: J_h – haqqoniy (real) sharoitdagi gradiyent; $J + \Delta J$ – filtratsiya ko'rsatkichlari o'zgaruvchanligi hisobga olgan filtratsiya gradiyentlari chegaraviy qiymati. $J_f < J + \Delta J$ bo'lganda inshoot to'xtovsiz ishdan chiqmasdan, bo'rtish hodisasizsiz ishlaydi; $J_f > J + \Delta J$ bo'lganda bo'rtish ro'y beradi – zamin ishdan chiqadi.

Filtratsiya gradiyenti o'zgaruvchi parametrlarni taqsimlanish egri chizig'i mavjud bo'lganda bo'rtib chiqish (buzilish, ishdan chiqish) ehtimolligini normal taqsimlanish egri chizig'i va mos mJ qiymatlar (m- zaxira koeffitsiyenti) ordinatasi bilan chegaralangan maydon o'lchami bilan aniqlash mumkin.

Normal taqsimlanish egri chizig'idan quyidagidagi ifoda kelib chiqadi, ya'ni:

$$J_f - J < J - J = (m-1)J. \qquad (17.98)$$

Ko'rib o'tilayotgan tasodifiy miqdorlar normal taqsimlanish qonuniga bo'ysunganligi uchun, $J_f - \Delta J$ ning mJ dan katta bo'lishi ehtimolini ehtimollik integralini tayyor qiymatlaridan foydalanib topish mumkin.

$$P(J_f - \Delta J > mJ) = 0{,}5 - 0{,}5\Phi\left[\frac{(m-1)J}{\sigma_J}\right] \qquad (17.99)$$

bunda

$$\Phi(x) = \frac{2}{\sqrt{2\pi}}\int_0^x e^{-\frac{t^2}{2}}dt, \qquad (17.100)$$

σ_J – haqiqiy filtratsiya gradiyentining o'rtacha hisobiy qiymatdan o'rtacha kvadratli chetga chiqish.

Bo'rtib chiqishni tavsiflaydigan filtratsiya gradiyenti mustaqil o'zgaruvchilarning chiziqli funksiyasi deb qabul qilib, uni o'rtacha kvadratli chetga chiqishni quyidagi bog'liqlik bilan o'rnatish mumkin:

$$\sigma_J = \sqrt{\sigma_{gr}^2 + \sigma_1^2 + \ldots + \sigma_n^2} \qquad (17.101)$$

bunda: σ_{gr} – gruntning fizik-texnikaviy xossalari bilan izohlanadigan $J_f - \Delta J$ qiymatning o'rtacha kvadratli chetga chiqishi; $\sigma_1 \ldots \sigma_n$ – boshqa omillar bilan izohlanadigan $J_f - \Delta J$ o'rtacha kvadratli chetga chiqish.

Shunday qilib, xavflilik darajasi asosan qabul qilingan zaxira koeffitsiyenti va filtratsiya ko'rsatkichlari dispersiyasi darajasiga bog'liq. Filtratsiya ko'rsatkichlari bir jinsli emasligi qancha katta bo'lsa, boshqa bir xil sharoitda qabul qilingan yechimning xavflilik darajasi shuncha yuqori bo'ladi. Olingan bog'liqliklar loyihalash jarayonida filtratsiyali bo'rtib chiqishga zaminlar ishonchliligini aniqlash, zamin turini ishonchlilik darajasiga ta'sirini baholash, tabiiy zaminlar bir jinsli emasligini o'zgartirish yo'llarini belgilash va sun'iy zaminlarga eng yaxshi fizikaviy xossalarni berish imkoniyatini yaratadi.

Xuddi shuningdek, dimlovchi inshootlar hisobi, ag'darilishga ustuvorlik va shu kabilar hisobida xavfsizlik darajasini yuqorida keltirilganlarga o'xshash tarzda aniqlash mumkin.

17.2.4. Nasos stansiyalar ishonchliligi

Hozirgi paytda mamlakatimizda ko'plab katta quvvatga ega qudratli nasos stansiyalari mavjud bo'lib, ularni avariyali to'xtab qolishi xalq xo'jaligiga zarar keltirishi mumkin. Shu boisdan iste'molchini suv bilan mukammal ta'minlaydigan o'rnatilishi kerak bo'lgan nasoslar sonini tanlab olish birinchi o'rinda turadi. Shunga qaramay, ayni paytda o'rnatiladigan nasoslar sonini hisoblash uslubi zarur darajada ishonchlilik nazariyasi mezonlari va tavsiyalarini hisobga olmaydi. Masalan, ayrim mualliflar sug'orish nasos stansiyalarini loyihalash amaliyotida nasos stansiyalarida o'rnatiladigan agregatlar sonini tanlashning ikki usuli mavjudligini aytib o'tishgan:

1) ishchi agregatlar soni nasos stansiyasining maksimal iste'mol suv sarfini qoplash shartidan tanlanadi. Jadal suv sarfini berish va nasoslardan biri ishdan chiqqan (avariya) holatda almashtirish uchun yana bitta agregat o'rnatiladi. Shunday qilib, o'rnatilgan agregatlar umumiy soni ishlayotganlar va rezerv agregatdan iborat bo'ladi;

2) o'rnatiladigan agregatlar soni nasos stansiyasining jadal suv sarfini qoplay olish shartidan tanlanadi.

Nasoslarning zarur sonini aniqlash uchun nasoslar soni har xil bo'lgan bir nechta variantni ko'rib chiqish, bunda maksimal suv sarfini yetkazib berish bo'yicha qabul qilingan shartdan kelib chiqib, jadal suv sarfini ta'minlash uchun rezerv agregatni o'rnatish bilan va nasoslarni turlicha ish unumdorligini ko'zda tutib, variantlarni texnik iqtisodiy taqqoslashdan so'ng eng qulay nasoslar sonini tanlab olish tavsiya etiladi.

Ushbu tavsiyalardan ko'rinib turibdiki, rezerv nasoslar soni nasos stansiyasida o'rnatilgan agregatlarning ishonchliligiga bog'liq bo'lmagan holda qabul qilish noto'g'ri ravishda taklif qilinadi, chunki rezerv agregatlar soni qolgan agregatlar ishonchliligiga bog'liq. Rezerv nasoslar sonini ishonchlilik va rezervlash nazariyalari tavsiyalari asosida o'rnatish lozim. Ishonchlilik nazariyasini qo'llanilishi nafaqat rezerv agregatlarini sonini to'g'ri aniqlash, balki nasos stansiyalari ekspluatatsiyasi sifatiga baho berish, agregatlar ishlash ishonchliligini bashorat qilish, ehtiyot qismlari sonini aniqlash, ta'mirlash va profilaktika ishlari takroriyligini o'rnatish va sh.k. imkoniyatlarini yaratadi.

Nasoslarning ishdan chiqishi, buzilishi asosan mexanik yeyilish, eskirish, korroziya, detallar sinishi va h.k.lar bilan izohlanadi.

Nasoslarni ishdan chiqishi eng ko'p hollarda uning ishchi holatiga bog'liq bo'lgan asosiy detallarni yeyilish va sinishi tufayli kuzatiladi. Bunday detallarga: ishchi g'ildirak, nasos qismlarining birlashgan joylaridagi zichlamalar (masalan: rezina, sintetik material, asbest ip, paxtali ip va h.k.,) ishchi g'ildirakni va valni zichlamalari, podshipniklar kiradi.

Melioratsiya maqsadlarida ishlatiladigan nasoslar ko'p hollarda detallarning abraziv (silliqlanib yemirilishi), kavitatsiya tufayli yeyilishidan ishdan chiqadi, buziladi. Abraziv yeyilish suvdagi muallaq cho'kindilar ta'siri ostida vujudga keladi. Detall yemirilishi shikastlanishi yuzasi va chuqurligi bilan tavsiflanadi. Abraziv yeyilish tufayli buzilish oqim oqizib keladigan loyqa zarralarini detal yuzasi bilan to'xtovsiz to'qnashuvidan sodir bo'ladi. Ushbu buzilishlar jadalligi oqim oqizib kelayotgan zarralarning energiyasi (massasi va tezligi), turi, qattiqligi, o'lchami va shakllariga bog'liq. Ayrim metallarni suvda chirishga mustahkamligi havodagiga nisbatan kichik bo'lganligi sababli, nasoslarning abraziv jarayoni jadalroq kechadi. Nasoslarni eksperimental tadqiqot qilish va ularni ekspluatatsiyasini kuzatish orqali eng ko'p yeyilish kavitatsiya zonasini oxirida joylashgan uchastka yuzalari va detallarga to'g'ri kelishi aniqlangan. Yuzada notekisliklar mavjud bo'lsa, kavitatsiyali buzilish ko'payadi, abraziv yeyilish va kavitatsiya eroziyasi tufayli nasoslarning energetik tavsifi yomonlashadi, bosim va foydali ish koeffitsiyenti kamayadi, pirovard natijada energiya iste'moli ko'payadi, mehnat sarfi va ta'mirlash ishlari uchun materiallar hajmi ortadi. Foydali ish koeffitsiyenti pasayishi sababli nasos ekspluatatsiyasi davridagi remont oralig'ida elektr energiyasini sarfi 6...7% ga ko'payadi.

Ko'pgina hollarda nasoslarni shikastlanishi, buzilishi alohida elementlarni ishdan chiqishi natijasida sodir bo'ladi.

Nasoslarning tez-tez ishdan chiqishi yeyilish, eskirish natijasida kuzatilsa-da, ularni ko'p qismi to'satdan bo'ladigan shikastlanishlar tufayli ro'y beradi. Bu shikastlanishlarga: ishchi g'ildiraklarni yirik begona predmetlar tushib sindirishi, qisqa yon tomonni zichlashtirgichlar prujinasini sinishi, mexanik aralashmalarni yirik zarralari tushishi natijasida podshipniklar vkladishlari buzilishi va ulanish juftliklari uzilishi, darz ketish va bo'laklanish va sh.k. kiradi.

Kuchli yeyilgan nasoslarni ta'mirlash katta qiyinchiliklar tug'diradi va ularni to'la tiklash deyarli mumkin emas. Kichik shikastlanishlarni bartaraf etish esa unchalik qiyin emas. Demak, jadal kavi-

tatsiyali abraziv yeyilishga olib keladigan sharoitda ishlaydigan nasoslar ekspluatatsiyasida ta'mirlashlar orasidagi eng maqbul vaqt davomiyligini aniqlash sezilarli darajada nasos stansiyalari ishonchlilik darajasini oshirishi mumkin. Chunki, boshqa tizim va mexanizmlar singari nasoslar ishonchliligini baholash ularni ekspluatatsiya qilish paytidagi kuzatish natijalari mavjud bo'lishini taqozo etadi va bundan ko'rinib turibdiki, tadqiqotlarning birinchi bosqichida ishdan chiqishlar, texnik resurslar va sh.k.lar bo'yicha adabiyotlarda chop etilgan ma'lumotlar bilan cheklanishga to'g'ri keladi.

Keyinroq, nasoslar va nasos stansiyalari ishlashi va ishdan chiqishi, buzilishlari haqida statistik materiallar to'planishiga qarab hisoblarga aniqlik kiritiladi. Yig'ilgan ma'lumotlar nasos stansiyalarini ekspluatatsiyasini ishonchli bashorat qilish bilan bir qatorda nasoslarni loyihalash va tayyorlashda kamchiliklarni inobatga olish hamda ishlab chiqarilayotgan nasoslar sifatini yaxshilash imkonini beradi. Ishonchlilik mezonlari nasos stansiyalari ekspluatatsiyasi sifatiga baho berish va ishonchlilikning turli xil parametrlari (asosiy va profilaktika ta'mirlanishlar takroriyligi, zaxiradagi detallar soni va b.q.) ni bashorat qilish imkoniyatini yaratadi. Bundan tashqari, bitta nasos stansiyasidagi alohida nasoslarni boshqa bir nasos stansiyalaridagi bilan taqqoslash mumkin bo'ladi. Natijada boshqa nasos stansiyalarini ekspluatatsiyasini va ularning holatini yaxshilash bo'yicha chora-tadbirlar ishlab chiqish mumkin. Shunga ko'ra, bir xil nasoslar turli xil sharoitda turlicha ishlaydi. Shuning uchun ham suv havzasi o'zani tarkibi va iqlimi har xil bo'lgan sharoitda ishlayotgan nasoslar ekspluatatsiyasi materiallariga statistik ishlov berish natijasida olingan 17.2-jadval nasos stansiyalarni loyihalashda mutaxassislarni qiziqtirishi tabiiy.

17.2-jadval

Nasoslarni ishdan chiqish jadalligi

T/r	Qurilma nomi	1000 soat ishlashda buzilishlar jadalligi		
		maksimal	o'rtacha	minimal
1	Vintli nasoslar (bosimli yog' qurilmalari), bosim bo'yicha:			
	a) 20 kg/sm^2	0,20	0,05	0,03
	b) 40 kg/sm^2	0,25	0,08	0,06
2	Markazdan qochma nasoslar	0,15	0,05	0,03
3	Quduq nasoslar	0,2	0,07	0,05

Nasos stansiyasining ishlash ishonchliligini detallar va qismlar ishonchliligini, kavitatsiya va eroziyaga chidamliligini, sifatini nazorat qilishni yaxshilash; eng maqbul ish tartibotini tanlash; konstruktiv yechimlar tadqiqotlar asosida konstruktiv ishonchlilikni ko'tarish; yuqori ekspluatatsiya ishonchliligiga ega ish sharoitiga mos materiallarni qo'llash; nasos stansiyalarini yig'ishda ta'mirlash ishlarini qulayligini hisobga olish; dastlabki sinovlarni, rostlash ishlarini o'tkazish va sh.k. bilan oshirishi mumkin.

Yuqorida aytib o'tilgan yoki boshqa bir chora-tadbirlar ma'lum bir vaqt oralig'ida ko'zda tutilgan ishonchlilikni ta'minlay olmasa, rezervlash qo'llaniladi, zarur ish hajmi uchun ortiqcha, rezerv nasos o'rnatiladi, ya'ni alohida agregatlar ishonchliligidan umumiy ishonchliligi yuqori bo'lgan nasoslar guruhi barpo etiladi.

Nasos stansiyalarida nasoslarni asosiy; rezervli va aralash turdagi ulanishlari qo'llaniladi. Agar bordi-yu, bitta nasosning ham ishdan chiqishi butun ulanishning ishdan chiqishiga olib kelsa, bunda ulanish asosiy (ketma-ket) ulanish deb ataladi.

Nasos stansiyalarida rezervlash butun karrali va kasrli karrali bo'lib amalga oshirilishi mumkin. Agar asosiy nasos bitta yoki bir nechta rezervga ega bo'lsa, rezervlash butun karrali, agar asosiy nasoslar alohida rezervga ega bo'lmasdan, rezerv nasoslar bir nechta asosiy nasos uchun mo'ljallangan bo'lsa, bunday rezervlash kasrli karrali deb ataladi. Nasos stansiyalarida kasrli karrali rezervlashning turi bo'lgan siljiydigan rezervlash qo'llanilishi va bunday rezervlash turida rezervdagi ixtiyoriy nasoslardan biri ixtiyoriy asosiy nasosni almashtirish mumkin.

Nasos stansiyalarida rezerv nasoslari ekspluatatsiyasining butun davri davomida yoki asosiy nasoslar ishdan chiqqanda, ya'ni doimiy rezervlash va almashtirish bilan rezervlash bajarilishi mumkin.

Shuningdek, nasos stansiyalarida issiq (yuklantirilgan), iliq (yengillashtirilgan) va sovuq (yuklantirilmagan) rezervlar uchraydi.

Yuklantirilgan rezerv hatto asosiy nasosdan rezerv nasosga o'tish uchun qisqa muddatli tanaffusga yo'l qo'yib bo'lmaydigan nasos stansiyalarida qo'llaniladi.

Doimiy ishlatiladigan rezervning afzalligi shundaki, bunda qisqa muddatli tanaffusdan so'ng qayta o'tkazishga vaqt va vosita sarflashga hojat bo'lmaydi. Kamchiligi bo'lib esa rezerv nasos o'zining ishonchlilik rezervlarini asosiy nasos sifatida ishlatib qo'yishi hisoblanadi.

Agar rezerv nasosning ishlash sharoiti asosiy nasosning ish sharoitiga o'xshash bo'lsa, rezervlashning bunday turi issiq yoki yuklantirilgan rezerv deb ataladi. Agar rezerv nasos o'zining resurslarini qo'shilgan paytdan boshlab sarflasa, u iliq, yengillashtirilgan, rezerv nasos o'zining resursini ishdan chiqqan nasos o'rniga qo'yilgan paytdan boshlab sarflasa, bu sovuq rezerv deb yuritiladi.

Nasos stansiyalarini rezervlash ishonchliligini asosiy ko'rsatkichlari va kerakli ishonchlilik darajasiga erishish uchun rezerv agregatlari sonini aniqlash hisoblari avvalroq keltirilgan bog'liqliklar yordamida amalga oshiriladi.

17.2.5. Ishonchlilikning iqtisodiy masalalari

Ma'lum bir texnik tavsiflarga ega u yoki bu obyektni loyihalayotganda loyihachi ishonchlilik masalalarini inobatga olishi lozim. Ishonchlilik bo'yicha muayyan topshiriqlar va obyektni bunyod etish va ekspluatatsiya qilishning barcha bosqichlarida ularni bajarish bo'yicha baholash — eng zaif joylarni aniqlash hamda eng maqbul loyihalash, rezervlash, ehtiyot qismlar sifatini tanlash, profilaktika tadbirlari davriyligi va darajasini belgilash bo'yicha bir qator masalalarni hal etishga yordam beradi. Buning uchun obyekt ekspluatatsiyasi bo'yicha barcha ma'lumotlardan foydalanish zarur bo'ladi.

Ishonchlilik bo'yicha ixtiyoriy talab asoslangan bo'lishi kerak. Loyihalashda qanday qilib va qanaqa baho bilan kutiladigan natijaga erishish mumkinligini bilish muhim hisoblanadi, chunki obyektni iqtisodiy cheklanmalarsiz ishlab chiqish va qurish oson kechadi. Biroq, amaliyotda bunday obyektlar mavjud emas.

Ayni paytda ishonchlilik ko'rsatkichlarini hisobga olmasdan obyektning smeta qiymatini aniqlash uslubi noto'g'ri hisoblanadi, chunki ayrim hollarda loyihachilar smeta bahosini kamaytirish maqsadida obyektning ishonchliligi va chidamliligini pasaytirishadi, bu esa ekspluatatsiya xarajatlarini oshib ketishiga olib keladi.

Ishonchlilik va chidamlilikni zaxira va sarflarni oshirish bilan ixtiyoriy darajaga ko'tarish mumkin. Tabiyki, bunda obyektning ishdan chiqish xavfi kamayadi, obyekt qiymati esa ortadi. Shuning uchun qiymat bilan xavf o'rtasidagi eng maqbul (qulay) nisbatga intilish lozim.

Obyekt berilgan ishlash va ekspluatatsiya qilish sharoitlari uchun eng maqbul (qulay) bo'lsa, u tejamli hisoblanadi. Konstruksiyaning tejamliligi uni ishlab chiqish va ekspluatatsiya qilishga ketgan sarflar bilan aniqlanadi.

Loyihalash davridagi vazifa ishlab chiqarish imkoniyatlarini iqtisodiy tavsifi bilan optimal (eng maqbul) moslashtirishdan iborat. Obyektning eng maqbul sifat darajasi deganda uning turli xil (texnikaviy, iqtisodiy, estetik) xossalarini shunday to'plamiga aytiladiki, bunda ular ehtiyojni aniqlash yaratish va ekspluatatsiya uchun minimal mumkin bo'lgan sarflar bilan ehtiyojni aniqlashni ta'minlaydi.

Turli xil murakkab bo'lmagan tizimlarni loyihalashda eng maqbul parametrlar sohasi (chegarasi)ni o'rnatish imkonini beradigan xato va sinab ko'rishlarning oddiygina amaliy uslubi qo'llaniladi.

Biroq ko'p omilli jarayonlarning murakkab tizimida bunday tajribalar asosida ma'lumot olish mumkin emas. Juda ko'p omillarni hisobga olish ehtimollik nazariyasi, matematik statistika va tasodifiy funksiyalar nazariyasining zamonaviy imkoniyatlaridan foydalanib amalga oshirilishi mumkin.

Ishonchlilikni inobatga olib loyihalashda eng maqbul qiymat masalasini yechish muhim hisoblanadi. Ushbu masala yuqori qiymatdagi yuqori ishonchlilikka ega tizim bilan past ishonchlilikka ega tizimni ekspluatatsiyaga qabul qilishdagi yuqori ekspluatatsiya sarflari o'rtasidagi optimal proporsiyani topishga qaratiladi.

Ko'rinib turibdiki, tizim oldiga qo'yilgan vazifalarni bajarish uchun ketadigan minimal sarflar minimumidan kelib chiqib o'rnatiladigan qandaydir optimal ishonchlilik mavjud ekan. Shu bilan bir vaqtda optimal ishonchlilik uni oshirish uchun ketadigan moddiy sarf-xarajatlarga ham bog'liq bo'ladi.

Keyingi yillarda optimal loyihalash uslublarini ishlab chiqish hamda loyihalashning iqtisodiy asoslari bo'yicha ko'plab tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Ushbu maqsad uchun ulardan foydalanib, ishonchlilikning mezonlarini inobatga olgan holda obyektlarni loyihalashning ayrim asoslarini ko'rib o'taylik.

Obyektning ko'zda tutiladigan ko'rsatkichlari (quvvati, ishlab chiqarish unumdorligi va sh.k.) ga turli xil usullar bilan erishish mumkin va ularning har biri o'ziga xos iqtisodiy tavsiflarga ega bo'ladi. Tajribalar shuni ko'rsatadiki, obyektga qo'yilayotgan funksional ko'rsatkichlar darajasi qanchalar yuqori bo'lsa, uni ishlab chiqish

va bajarish uchun ketadigan vaqt, mehnat va moddiy sarflar shunchalik ko'p talab qilinadi.

U yoki bu obyektni loyihalash ma'lum bir mehnat va moddiy sarflarni talab etadi. Asosiy vazifa esa, mehnat, vaqt va moddiy sarflarning (eng kichik) minimal qiymatida optimal parametrlarga ega bo'lgan obyektlarni loyihalashdan iborat.

Konstruksiyalarning xilma-xil variantlaridan eng yaxshisini tanlash uchun ish unumdorligi, bahosi, o'lchamlari, og'irligi, ishonchliligi singari baholashning mezonlarini bilish lozim.

Shuni aytib o'tish lozimki, barcha eng yaxshi xossalarga ega obyektni loyihalash mumkin emas. Matematikadan ma'lumki, bir vaqtning o'zida ikki va undan ortiq funksiya va funksionallar ekstremumiga mos keluvchi argumentlar umumiy holatda mavjud emas. Faqatgina bitta funksiya va funksionalni ekstremumiga yetkazish masalasini qo'yish mumkin, lekin bunda boshqa funksiya va funksionallarni cheklash bo'yicha shartlar kiritiladi.

Obyektning optimal konstruksiyasini tanlash pastkidagi bosqichlardan iborat: konstruksiyalarni taqqoslash mezonlarini tanlash; o'rnatish va uni matematikaviy ma'nosini aniqlash; konstruksiya ishini belgilovchi barcha omillarni matematikaviy ma'nosini izohlash; ekstremum mezonlarini va unga mos keluvchi konstruksiya tavsiflarini topish.

Optimal tavsifga ega konstruksiyalarni ishlab chiqish maqsadida iqtisodiy-matematikaviy modellar yaratish bo'yicha urinishlar mavjud. Bu modellar ma'lum darajada obyektning ishonchliligini boshqarish, obyekt ishonchliligining turlicha optimal tomonlarini, eng yaxshi ishlab chiqarish, ekspluatatsiya va texnologik xossalarni izlab topish imkonini beradi. Ta'kidlash joizki, modelning analitik ko'rinishi o'ta murakkab bo'lib, undan umumiy iqtisodiy tavsifni belgilovchi turli xil omillarni o'zaro bog'liqligini tahlil qilishda foydalanish o'rinli bo'ladi.

Iqtisodiy asoslashda obyektni eng qulay sxemasini tanlash bilan bir qatorda obyektga qo'yiladigan funksional ko'rsatkichlar bilan sarflanadigan mablag'lar o'rtasida bog'liqlik, ishlab chiqarilayotgan mahsulot birligiga to'g'ri keladigan ishlab chiqarish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradigan obyektni modernizatsiya qilishini maqsadga muvofiqligi va sh.k. haqidagi masalalarni yechishga to'g'ri keladi.

Ishonchliligi past va chidamsiz konstruksiyalarni ekspluatatsiyaga topshirish asossiz ravishda katta xarajatlarga olib keladi. Moddiy zarar texnikaviy tizimlarni loyihalash bosqichidagi va ularni tannarxini kamaytirish orqali erishiladigan tejalgan deb hisoblangan ko'rsatkich ortida yashirinib yotadi. Bu zarar esa ta'mirlovchi va texnik xizmat ko'rsatuvchi kishilar sonini va tiklash ishlari hajmini ko'payishi hisobiga ortib boradi. Obyektlar ishonchliligining iqtisodiy mohiyati shundan iboratki, ushbu ko'rsatkichlarni yaxshilanishi pirovard natijada ishchi kuchi, materiallar, xomashyo, energiyani tejalishini belgilaydi va mehnat unumdorligi ortadi.

Ishonchliligi belgilab beriladigan obyektlarni loyihalash jarayonida quyidagi asosiy iqtisodiy masalalarni hal etishga to'g'ri keladi:

1) obyektlar ishonchliligi va chidamliligini oshirish bo'yicha chora-tadbirlar iqtisodiy samaradorligini baholash;

2) obyektlar ishonchliligi va chidamliligini oshirish bo'yicha qo'shimcha chora-tadbirlar bilan bog'liq xarajatlarni aniqlash.

Yuqorida aytilganidek, ishonchlilikning zarur darajasiga erishish ma'lum bir loyihalash, uni amalga oshirish va ekspluatatsiya qilish bosqichlarida ma'lum bir moddiy va mehnat sarflarini talab etadi. Bu vazifa faol ishlab chiqarish nazorati, ishlab chiqarish ishini sifatini tashkil qilish va barqaror texnologik jarayonlarni yo'lga qo'yish bilan uddalanadi. Masalan, temir-beton konstruksiyalardan obyektlarni qurishda betonni bir jinslilik koeffitsiyentini oshirish va xususiy og'irligidan ortiqcha yuklanish koeffitsiyentini kamaytirish, temir-beton konstruksiyalari elementlari sifati, fizik-kimyoviy tavsifini mustahkamlik bo'yicha baholash (tayyor mahsulotni buzmaydigan uslub bilan tekshiruvdan o'tkazish orqali); sifatni fizik-mexanik va geometrik tavsiflarini yoppasiga tekshirishda tanlab olib o'tkazishni qo'llash; qurilish sifatini yaxshilash; yaroqsiz mahsulotlar ko'lamini minimumgacha pasaytirish va ta'mirlashlar oraliq davrini uzaytirish va h.k. shular jumlasidandir.

Ishonchlilik masalalarini obyektni ekspluatatsiyasini muayyan sharoitlaridan tashqarida, ishlab chiqarish va va iqtisodiy samaradorligisiz qarab bo'lmaydi.

Qisqa muddatda ishlashga mo'ljallangan vaqtinchalik (masalan, toshqinga qarshi inshootlar va sh.k.) obyektlarda ekspluatatsiya xarajatlari ham kamroq bo'ladi, yuqori sinfdagi, uzoq muddatli eks-

pluatatsiya qilishga mo'ljallangan obyektlarda esa bu xarajatlar umumiy qiymatning asosiy qismini tashkil etadi.

Ekspluatatsiya qiymati xizmat ko'rsatish, energiya suv uchun xarajatlar va ishlash uchun zarur bo'lgan boshqa mablag'lar, shuningdek, obyektning ishonchliligi past bo'lishi natijasida keladigan zarardan iborat bo'ladi. Obyektning chidamliligi yetarli bo'lmasligi uning ekspluatatsiyasini qimmatlashuvi bilan bog'liq.

Obyektni ishonchliligini oshirish natijasida uning qiymatini ham ortishi haqidagi masalani yechishda unga nisbatan baholash amalga oshiriladigan shunday bir dastlabki darajani tanlash kerak bo'ladi. Odatda obyektning loyihalash davrida mavjud bo'lgan va ishonchlilikning o'rtacha jadalligi $\lambda_{o'r}$ bilan ifodalanadigan ishonchlilik darajasi tanlanadi. Ishonchlilikning bu darajasini loyihalanayotganiga nisbatini yangidan loyihalanayotgan obyekt uchun o'lchov sifatida foydalanish maqsadga muvofiqdir.

U yoki bu tizimni amalga oshirish va ekspluatatsiya qilish talab qiladigan sarf-xarajatlarning taxminiy ro'yxati quyidagicha:

1) tizimni amalga oshirish (qurish yoki tayyorlash, tashish, montaj qilish va sozlash) uchun;

2) vaqt birligi ichida xizmat ko'rsatish (ishchi kuchi, energiya va boshqalar), nazorat qilish va ta'mirlash uchun;

3) nosozlikdan avariya yoki tizimni to'xtab qolishi (yo'qotish va zarar) dan kelib chiqadigan xarajatlar, jamlanma sarflar.

Tiklanadigan tizimlar ishonchliligini oshirishning iqtisodiy samaradorligini miqdoriy baholash uchun ishonchlilikni oshirishdan kelib chiqadigan qo'shimcha bir martalik kapital pastkilmalarni qoplash muddati T va qoplash muddatiga teskari bo'lgan iqtisodiy samaradorlik koeffitsiyenti E qabul qilinishi mumkin.

$$T = \frac{K_2 - K_1}{C_{E_1} - C_{E_2}}, \qquad (17.102)$$

$$E = \frac{C_{E_1} - C_{E_2}}{K_2 - K_1}, \qquad (17.103)$$

Bunda: K_2, K_1 – ishonchlilikning mavjud va oshirilgan darajalari uchun tegishli sarflar; C_{E_1}, C_{E_2} – ishonchlilikning mavjud va oshirilgan darajalariga ega tizimni ekspluatatsiyasi bilan bog'liq yillik

tegishli ekspluatatsiya xarajatlari; E va E_N – iqtisodiy samaradorlikning tegishlicha hisobiy va normativ koeffitsiyentlari.

Qurilmalarni ishonchliligini oshirish bilan bog'liq qo'shimcha bir martalik kapital xarajatlarning umumiy qiymati

$$\Delta K_{qo'sh} = K_2 - K_1. \tag{17.104}$$

Yillik ekspluatatsiya xarajatlarida tejash

$$\Delta C_E = C_{E_1} - C_{E_2}. \tag{17.105}$$

(17.104) va (17.105) ni hisobga olib

$$T = \frac{\Delta K_{qo'sh}}{\Delta C_E}. \tag{17.106}$$

$$E = \frac{\Delta C_e}{\Delta K_{qo'sh}}. \tag{17.107}$$

Yuqorida keltirilganlardan kelib chiqib shuni aytish mumkinki, qurilmalarni ishonchliligi bilan bog'liq bo'lgan sarflar $E \le E_N$ bo'lgan holatdagina iqtisodiy samaradorlikka ega bo'ladi.

Ishonchlilikni oshirishga jami umumiy mablag'lar teng bo'ladi:

$$K_{qo'sh} = K_{l.k.t} + K_{i.ch.i} + K_{e.t} \tag{17.108}$$

bunda: $K_{l.k.t}$, $K_{i.ch.t}$, $K_{e.t}$ – tegishli ravishda loyiha – konstruktorlik, ishlab chiqarish va ekspluatatsiya ko'rinishidagi tadbirlarga ketadigan bir martalik sarflar.

Ishonchlilikni oshirishga qo'shimcha sarflarni jami miqdorini aniqlashda asosiy va qo'shimcha tashkilotlarning barcha tadbirlari bo'yicha xarajatlarni hisobga olish lozim:

$$K_{l.k.t} = \sum_{i=1}^{n_{l.t}} \sum_{j=1}^{m_{l.t}} K_{ij}^{l.k.t} \cdot \eta_{ij}^{l.k.t} \cdot \xi_{ij}^{l.k.t}, \tag{17.109}$$

bunda: $n_{l.k}$ – loyiha – konstruktoriik ko'rinishidagi tadbirlarni amalga oshirishda ishtirok etadigan tashkilotlar soni; $m_{l.k}$ – shu korxona tomonidan amalga oshiriladigan loyiha-konstruktorlik ko'rinishidagi tadbirlar soni; $K_{ij}^{l.k.t}$ – i-chi korxonaning konstruktiv ko'rinishdagi j-chi tadbiriga ketadigan maxsus bir martalik sarflar; $\eta_{ij}^{l.k.t}$ – i-chi korxonaning konstruktiv ko'rinishdagi j-chi tadbiriga maxsus bir martalik kapital sarflarni ishlatishda mazkur konstruksiyaning ulu-

shini hisobga oluvchi koeffitsiyent; $\xi_{ij}^{i.k.t}$ – i - chi tashkilotning j-chi konstruktiv ko'rinishdagi tadbiriga maxsus bir martalik sarflarni amalga oshirishni taqvimiy vaqtini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

Ishlab chiqarish va ekspluatatsiya tavsifidagi tadbirlarga ham qo'shimcha sarflar xuddi shunga o'xshash qilib aniqlanishi mumkin:

$$K_{i.ch.t} = \sum_{i=1}^{n_{i.ch}} \sum_{i=1}^{m_{i.ch}} K_{ij}^{i.ch.t} \cdot \eta_{ij}^{i.ch.t} \cdot \xi_{ij}^{i.ch.t} \qquad (17.110)$$

va

$$K_{et} = \sum_{i=1}^{n_e} \sum_{i=1}^{m_e} K_{ij}^{e.t} \cdot \eta_{ij}^{e.t} \cdot \xi_{ij}^{e.t}. \qquad (17.111)$$

Ekspluatatsiya xarajatlari umumiy holda quyidagicha aniqlanadi:

$$C_e = C_{b.e.e} + C_{b.e}, \qquad (17.112)$$

bunda $C_{b.e.e}$, $C_{b.e}$ – ishonchlilikka bog'liq emas va bog'liq ekspluatatsiya xarajatlari.

Ishonchlilikka bog'liq bo'lmagan ekspluatatsiya xarajatlari asosan xizmat ko'rsatuvchi shaxslarga beriladigan ish haqi, elektr energiya va suvga hamda sh.k. larga to'lanadigan xarajatlardan tashkil topadi:

$$C_{b.e.e} = C_s \cdot t_x + W \cdot t_y \cdot C_w + Qt_1 \cdot C_{w_1}, \qquad (17.113)$$

bunda: C_s – ijtimoiy sug'urtaga ajratiladigan mablag'larni ham hisobga olgan holda xizmat ko'rsatuvchi shaxsning o'rtacha bir soatdagi ish haqi; t_x – xizmat ko'rsatish vaqti, soat; W – qurilma iste'mol qiladigan quvvat, kVt; t_y – qurilmaning bir yildagi ish vaqti, soat; C_w – energiya birligi vaqtiga tarif; Q – birlik vaqtdagi suv sarfi; t_1 – suv sarfi vaqti; C_{w_1} – suvga qo'yilgan tarif.

Ishonchlilikka bog'liq bo'lgan ekspluatatsiya xarajatlari xizmat ko'rsatish va nosozliklarni tuzatish ($C_{b.e_1}$), ehtiyot qismlarga sarflar ($C_{b.e_2}$), amortizatsiya ajratiladi ($C_{b.e_3}$) dan tashkil topadi:

$$C_{b.e} = C_{b.e_1} + C_{b.e_2} + C_{b.e_3} \qquad (17.114)$$

$C_{b.e_1}$ sarflari quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$C_{b.e_1} = C_{kishi-soat} \cdot NT_t \qquad (17.115)$$

bunda: $C_{kishi-soat}$ – xizmat ko'rsatuvchi shaxsning bir kishi-soat narxi, so'm/soat; T_t – tiklashning o'rtacha vaqti; N – ishdan chi-

qishlar (buzilishlar)ning bir yildagi o'rtacha soni, quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$N = t_{yil} \sum_{i=1}^{m} n_i \lambda_i \qquad (17.116)$$

bunda: n_i – i-chi tipdagi elementlar soni; λ_i – i-chi elementning ishdan chiqishlari jadalligi; $C_{b.e_2}$ sarflari quyidagicha aniqlanadi:

$$C_{b.e_2} = t_{yil} \sum_{i=1}^{m} C_i n_i \lambda_i, \qquad (17.117)$$

bunda C_i – i-chi turdagi element narxi.

Amortizatsiya ajratmalari quyidagi bog'liqlik bilan o'rnatiladi:

$$C_{b.e_3} = \frac{A}{100} C_0 \qquad (17.118)$$

bunda: A – amortizatsiyani foizlardagi me'yori; C_0 – ishonchlilikni oshirgunga qadar qurilmani qiymati.

Ishonchlilikni darajasini oshirishdan ekspluatatsiya xarajatlari yillik iqtisodini hisoblash uchun yakuniy bog'liqlik quyidagi ko'rinishga ega:

$$\Delta C_e = C_{e_1} - C_{e_2} = t_{yul} \left[C_{kishi-soat} \cdot T_T \sum_{i=1}^{m} n_i (\lambda_{0i} - \lambda_i) + \right.$$

$$\left. + \sum_{i=1}^{m} n_i \left[C_{0i} \lambda_{0i} - C_i \lambda_i \right] \right] - \frac{\Delta K_{qo'sh} A}{100} \qquad (17.119)$$

bunda: λ_{0i}, λ_i – i-chi elementning ishonchliligini oshirishgacha va oshirishdan so'ng ishdan chiqishlar jadalligi.

Gidromelioratsiya obyektlarini loyihalashda iqtisodiy samaradorlikni optimal baholash muhim hisoblanadi. Buning uchun mashinasozlik va radiotexnika sanoatida turli xil mahsulotlarni o'xshash baholashda qo'llaniladigan uslubni dastlabki hisoblar uchun qo'llash mumkin.

Aytaylik, obyektning dastlabki ishonchliligi P_0 berilgan va uni ishonchliligini oshirish uchun ma'lum bir K_0 mablag' ajratilgan bo'lsin; ajratilgan mablag'lardan foydalanilgandan so'ng obyektning ishonchlilik darajasi qanday bo'lishi aniqlanishi talab qilinadi.

Bu masalani saralash usulidan foydalanib yechish mumkin va ishonchlilikni oshirish bilan bog'liq bo'lgan barcha tadbirlarni uch guruhga bo'lish mumkin: statistik ma'lumotlarga ishlov berish tizimini tatbiq qilish, ishlab chiqarish texnologiyasi darajasini oshirish, obyektga ekspluatatsiya xizmatini yaxshilash va h.k.

Ishonchlilikni oshirish bo'yicha tadbirlarni T_1, T_2..., T_n, ularni amalga oshirish uchun xarajatlarni tegishli holda ΔK_1, ΔK_2, ..., ΔK_n, bunda ishonchlilikni oshishini esa ΔP_1, ΔP_2, ..., ΔP_n deb belgilaylik.

Ishonchlilikni oshirish bo'yicha har bir tadbirning iqtisodiy samaradorlik darajasi quyidagi formuladan aniqlanishi mumkin:

$$E = \frac{P_T - P_0}{K_T - K_0}, \qquad (17.120)$$

bunda: P_0 – ishonchlilikning boshlang'ich darajasi; P_T – ishonchlilikni oshirish bo'yicha tadbirlar o'tkazilgandan so'ng ishonchlilik darajasi; K_0 – obyektning boshlang'ich narxi; K_T – obyektning ishonchlilikni oshirish bo'yicha tadbirlarni bajargandan keyingi qiymati.

$$E_i = \frac{\Delta P_i}{\Delta K_i}, i = 1 - n \qquad (17.121)$$

E_i ning qiymatini hisoblash uchun uni kamayuvchi tartibida joylashtirib chiqish kerak

$$E_{(1)}, E_{(2)}, ..., E_{(i)}, ..., E_{(n)} \qquad (17.122)$$

Obyektda tadbirlarni amalga oshirish variatsiya qatoriga mos holda amalga oshirish lozim.

Xuddi shunga o'xshash qilib, ishonchlilikni oshirishni zaruratini ta'minlash uchun qanday tadbirlar o'tkazish kerakligini aniqlab olish mumkin. Eng katta iqtisodiy samaradorlikka ishonchlilikning eng maqbul ko'rsatkichi mos keladi. Ushbu masala taxminan quyidagicha yechiladi:

Gidromelioratsiyaning turli xil obyektlarini ekspluatatsiyasi tahlili shuni ko'rsatadiki, loyihalash va qurilishga ketadigan sarflarni taqriban shunday hisoblash mumkin:

$$E_N \cdot K_P = aP^2 + bP \qquad (17.123)$$

Obyektning ekspluatatsiya sarflarini uning ishonchliligi oshishi bilan kamayib borishi quyidagi bog'liqlik bilan izohlanadi:

$$C_e = f\left|\ln P\right| + d \qquad (17.124)$$

bunda: P – obyektning ishonchlilik ko'rsatkichi; a, b, f, d, C_e – koeffitsiyentlar $(a \geq 0, b > 0)$ bo'lib, ular

$$2a + b \geq f \qquad (17.125)$$

shartini qanoatlantiradi. E_N – qo'shimcha sarflar samaradorligini normativ koeffitsiyenti $(E_N = 0{,}12)$.

Ushbu bog'liqliklar bo'yicha qurilgan egri chiziq

$$W = E_N K_P + C_e \qquad (17.126)$$

minimumiga ega bo'ladi va unga ishonchlilikning eng maqbul qiymati mos keladi.

Ekstremum shartidan

$$\frac{dW}{dP} = \frac{d}{dP}\left[aP^2 + bP + f\left|\ln P\right| + d\right] = 2aP + b - \frac{f}{P} = 0 \qquad (17.127)$$

yoki

$$2aP^2 + bP - f = 0 \qquad (17.128)$$

P ni aniqlash mumkin:

$$P_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 + 8at}}{4a}$$

Bundan ishonchlilikning optimal qiymati:

$$P_{opt} = \frac{-b + \sqrt{b^2 + 8af}}{4a} \qquad (17.129)$$

Olingan bog'liqliklar shuni ko'rsatadiki, ishonchlilikning optimal ko'rsatkichlarini tanlash uchun obyektlarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishni barcha bosqichlarida sarf-xarajatlarni tahlil qilib borish kerak bo'ladi.

Shuni yodda tutish lozimki, hamma vaqt ham barcha optimal yechimlarni amalga oshirib bo'lmaydi. Bu holda mazkur konstruksiyani ish tajribasidan foydalanish eng katta ahamiyatga ega.

Xuddi shunga o'xshash tarzda optimal ishonchlilikning boshqa masalalarini, ayrim cheklanishlar mavjud bo'lganda optimal rezerv-

lash, profilaktika ishlarini optimal muddati, optimal boshqaruv va shu kabi masalalarni hal etishda qo'llash mumkin.

Bayon etilgan usulni loyihaviy ishonchlilikning masalalarini hal etishda qo'llash mumkin. Bunga zatvorlarning gidromexanik qurilmalarini loyihaviy ishonchliligi masalalarini V.A. Solnishkov tomonidan hal qilinganligini misol qilib ko'rsatsa bo'ladi .

Ma'lumki, gidromeliorativ inshootlarning, ishonchlilik darajasi boshqa barcha muhandislik inshootlari kabi, uchta bosqich bilan tavsiflanadi, ular quyidagilar: loyihalash davrida ma'lum miqdordagi ishonchlilik darajasiga zamin yaratish, loyihalash paytidagi g'oyalarni amalga oshirish, ya'ni qurilish sifati va foydalanish davrida ishonchlilik darajasini ta'minlash.

Gidromeliorativ inshootlarni ekspluatatsiya qilish bosqichida ularning ishonchlilik darajasi loyihalash (D_l) va qurilish (D_k) davrlarida ta'minlangan boshlang'ich miqdori bilan belgilanadi.

$$D(t_6) = D_l + D_k \qquad (17.130)$$

Bu darajada foydalanishning birinchi kunidanoq vaqt ichida ta'sir etuvchi omillarga ko'ra o'zgaruvchi tavsiflar va ko'rsatkichlar asosida kamaya boshlaydi. Agar ishonchlilikning hisobiy xizmat qilish davri T_{his} dagi yo'l qo'yilgan ishonchlilik darajasi $D_{\min}$ ma'lum bo'lsa, boshlang'ich va minimal darajalar o'rtasidagi bog'liqlik quyidagi shartlar bilan aniqlanadi:

$$D(t_6) < D_{\min} \qquad (17.131)$$

Biroq, konstruksiya va elementlarni qimmatlashuvi boshlang'ich qo'shimcha zaxira kiritish orqali hisobiy T_{his} davr ichida yo'l qo'yiladigan minimal darajagacha T_{his} pasayadigan D_0 boshlang'ich darajasiga erishish mumkin. Boshlang'ich ishonchlilik darajasi uchun zaxira kiritish maqsadga muvofiq ekanligi yoki muvofiq emasligiga qarab amalga oshiriladi.

Bu yerda yana bir tizim haqida aytish joizki, ushbu tizim boshlang'ich zaxirasiz ishonchlilikning minimal $D_{\min}$ darajadan kam bo'lmagan qiymatlarni ekspluatatsiya davrining barcha bosqichlarida ta'minlash imkonini beradi. Lekin, tiklash-ta'mirlash ishlarini o'z vaqtida o'tkazilishi asosiy shart hisoblanadi:

$$t_{T_i} \le t \le t_{T_j} \qquad (17.132)$$

bunda: t – i-chi va j-chi ta'mirlash ishlari oraliq davrning vaqt intervali.

Ishonchlilik nazariyasida obyektning ekspluatatsiya davri 3 ta bosqichga bo'linadi: ishga tushish, normal ishlash va jadal ishdan chiqishlar davrlari. Bu davrlarni ekspluatatsiya vaqtiga nisbatan gidromeliorativ inshootlarning ishdan chiqish jadalligi egri chizig'i bilan ifodalash mumkin. Ishga tushish davrida ishdan chiqishlar jadalligi yuqori bo'lishi kuzatiladi, bu holat loyihalash va qurilish vaqtida yo'l qo'yiladigan xato va kamchiliklar bilan asoslanadi. Biroz vaqtdan so'ng (odatda 2–3 yil) normal ekspluatatsiya davri keladi va bu davr birmuncha barqarorlashgan ishdan chiqish jadalligi bilan tavsiflanadi. Jadal eskirish, yeyilish davri esa obyektning eskirishi sezilarli bo'lgandan so'ng boshlanadi va ishdan chiqarish jadalligi hisobiy xizmat qilish davrigacha ortib boradi.

Ishga tushish davri oxirida gidromeliorativ inshootlar ishdan chiqishi ehtimolligi quyidagi ishonchlilik darajasiga to'g'ri keladi:

$$D(t_{i.i}) = D(t_6) - \Delta D_k(t_{i.i}) - \Delta D_E(t_{i.i}) \qquad (17.133)$$

bu yerda $\Delta D_k(t_{i.i})$ – qurilish defektlari tufayli ishga tushish davrida ishonchlilikning pasayishi; $\Delta D_E(t_{i.i})$ – ekspluatatsiya sabablari tufayli ishonchlilik pasayishi.

Aytaylik, t_{Ti} davr oralig'ida ishdan chiqish ehtimolligi quyidagidan $D_{\min}$ gacha pasayadi. Ishdan chiqish holati

$$P = (t > t_{Ti}) < D_{\min} \qquad (17.134)$$

sharti bajarilganda ro'y beradi deyish mumkin.

Gidromeliorativ inshootlar tiklanadigan obyektlar jumlasiga kirgani uchun, ularning ishga layoqatligi texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash orqali ushlab turiladi.

Bu tadbirlar gidromeliorativ inshootlar ishonchliligini D_{opt} darajagacha ko'tarish va $D_{\min}$ darajagacha pasaytirmasligi mumkin. Bunday yirik kanallarning ekspluatatsiya tartibi va sharoitiga ko'ra ishlash samaradorligini mana bunday ta'riflash mumkin.

$$P = (t - t_{Ti}) = D_{opt} - \Delta D_E(t > t_{Ti}) \qquad (17.135)$$

Ishonchlilikning optimal (iqtisodiy asoslangan) darajasi, ya'ni ishonchlilikni oshirish va keladigan zarar sarflari yig'indisini minimal qiymatiga to'g'ri keladigan daraja, loyiha va qurilish davrida ta'minlanishi lozim. Bu daraja ishonchlilikni oshirishga ketadigan, uni pasayishidan keladigan zararni taqqoslash orqali o'rnatiladi. Albatta, loyiha va qurilish bosqichida ishonchlilikni oshirish qo'shim-

cha xarajatlar bilan bog'liq, lekin u ekspluatatsiya xarajatlarini kamayishiga olib keladi. Shunga ko'ra, optimal darajani o'rnatish umumiy keltiradigan xarajatlarni minimallashtirishdan kelib chiqib bajariladi.

Ekspluatatsiya davrida ishonchlilikning pastki chegarasi D_{min} ni topish juda muhim. Ushbu yo'l qo'yiladigan ishonchlilik darajasi texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun ketgan xarajat bilan ishonchlilik pasayishidan keladigan zararni taqqoslab topiladi, ya'ni ishonchlilik pasayishidan zarar, ta'mirlash, texnik tiklash ishlari bajariladi, agar $U < 3$ bo'lsa, ta'mirlash ishlarini bajarish ma'noga ega emas.

Gidromeliorativ inshootlarining ishonchliligi va ish bajarish qobiliyati loyihalash, qurilish sifati bilan bog'liq bo'lgan hamda tabiiy, ekspluatatsiya davridagi bir qancha faktorlar ta'sir etadi.

Ushbu faktorlarning barchasini hisobiy yo'l bilan inobatga olish, murakkab masala hisoblanadi. Ana shundan kelib chiqib, gidromeliorativ inshootlarning ishlash qobiliyatini biz tadqiqotlar davomida olgan ishonchlilik ko'rsatkichlari bo'yicha baholaymiz.

Gidromeliorativ inshootlar iqtisodiy jihatidan asoslangan optimal ishonchlilik darajasi ularni oshirishning maqsadga muvofiqligini aniqlash imkonini beradi.

Qolgan boshqa barcha gidromeliorativ obyektlar singari, gidrotexnika inshootlari ishonchliligining optimal darajasi inshoot ishonchliligini oshirish va uni ishonchliligini ta'minlab turish uchun xarajatlar minimumidan kelib chiqib o'rnatiladi.

Qurilish davrida gidrotexnika inshootlari ishonchliligini oshirish xarajatlar ortishiga va shu bilan bir qatorda ekspluatatsiya davrida xarajatlar kamayishiga olib keladi.

Bizning olgan natijalarimizga ko'ra umumiy keltirilgan xarajatlar minimum qiymati $D_{opt} = 0{,}90$ ga teng bo'lib, u iqtisodiy jihatdan asoslangan hisoblanadi.

Ishonchlilikning yo'l qo'yiladigan eng past qiymati gidrotexnika inshootlari ishonchliligini ta'minlab turish uchun ketadigan xarajatlarning ishonchlilikni pasayishidan yuzaga keladigan zarar bilan taqqoslashdan aniqlanadi.

Bizning misolimizda hisoblar natijalarga ko'ra ishonchlilikning yo'l qo'yiladigan eng pastki darajasi $D = 0{,}68$ ga teng bo'ldi. Tuproqdagi suv rejimini talab qilinayotgan sifat bilan rostlash sug'orish tizimi

tarkibiga kiruvchi kanallar, quvurlar, nasos stansiyalari, sug'orish texnikasi va boshqalarning ishonchli ishlashi sharoitidagina amalga oshirilishi mumkin. Sug'orish tarmoqlarining zarur ishlash ishonchliligi ularni ishchi holatini ta'minlash bo'yicha tadbirlarni amalga oshirish orqali erishiladi. Bunda quyidagi guruhlardagi ishlar farqlanadi:

1) texnikaviy xizmat ko'rsatish va profilaktika ishlari;

2) ta'mirlash;

O'z navbatida ularning tarkibiga:

1) sug'orish tarmog'i va undagi inshootlarni texnikaviy holatini ko'rikdan o'tkazish;

2) ta'mirlash-tiklash ishlarini turi, hajmi va bajarish muddatini belgilash bilan texnikaviy holatini baholash;

3) ishdan chiqqan va buzilgan sug'orish tarmog'i kanallari ishchi holatini tiklash kiradi.

Shuni ta'kidlab o'tish joizki, sug'orish tarmog'i tarmoqlarini ishchi holatini ta'minlash tadbirlari tarkibiga doimiy ravishda ko'rikdan o'tkazish va texnikaviy holatini baholash ishlarini kiritib, o'z vaqtida chora ko'rish va ularni ishchi holatini nazorat qilish imkoniyatiga ega bo'lamiz.

Bu holatlarda sug'orish tarmog'ini ta'minlash rejali-ogohlantiruvchi tavsifga ega profilaktika va avariya ta'mirlash ishlari orqali amalga oshiriladi.

Sug'orish tarmoqlarini ta'mirlashga ketgan xarajatlar o'tkazilgan tadqiqotlar natijalari va texnik xizmat ko'rsatish me'yorlari va narxlari hamda ta'mirlash ishlarini bajarishning mavjud normativlariga asosan aniqlanadi.

Bizning misolimizda bajarilgan hisoblar natijalari shuni ko'rsatdiki, texnik xizmat ko'rsatish, profilaktika va ta'mirlash ishlari xarajatlarini hisobga olib, sug'orish tarmog'idagi ishdan chiqishlar oqimi parametrlarining optimal qiymati $\lambda = 0{,}039\frac{1}{yil}$ ga teng bo'ldi.

Ishdan chiqishlar oqimining optimal parametri bo'yicha ta'mirlash ishlarini bajarish davriyligini osongina aniqlash mumkin. Mavjud variant bo'yicha ta'mirlash davriyligi 2 va 4 yilni, sug'orish tarmog'ini ta'mirlashni tavsiya etilayotgan varianti bo'yicha esa dastlabki va keyingi ta'mirlash ishlari davriyligi 6,5 va 8 yilni tashkil etdi.

17.2.6. Gidrotexnika inshootlari chidamliligi

Vaqt o'tishi bilan inshootlar, shu jumladan gidrotexnika inshootlari ham eskiradi, yeyiladi, puturdan ketadi. Turli xil ichki va tashqi omillar ta'sirida inshootlarning ekspluatatsiyasi, mexanikaviy, fizikaviy, kimyoviy va boshqa xossalari o'zgaradi. Gidromelioratsiyaning turli xil obyektlarini to'xtovsiz ishlashi doimiy kattalik bo'lmasdan vaqt mobaynida geologik, gidrologik, iqlimiy, ekspluatatsiya va boshqa omillar ta'sirida o'zgarib turadi.

Qoplamasiz kanallar asosan yuvilib ketish yoki loyqa bosish, cho'kish, o't bosishi va yon qirg'oqlari o'pirilishi natijasida ishdan chiqsa, qoplamali kanallar esa qoplamani yeyilishi, eskirishi va deformatsiyalanishi tufayli yaroqsiz holga keladi.

To'g'onlar asosan notekis cho'kishlar, harorat zo'riqishlari, pastki befning mahalliy yuvilishi, zamin gruntlarining filtratsiya tufayli bo'rtib chiqishi natijasida to'g'on tanasining deformatsiyalanishidan suv olish qurilmalari va tindirgichlar galeriya va kameralarni yeyilishi, eskirishi, pastki befni mahalliy yuvilishi sababli ishdan chiqadi.

Yuvilishga qarshilik, filtratsiya singari xossalar vaqt bo'yicha o'zgarib turadi. Masalan, kanal yon qirg'oqlarini ustki qismini gruntini kanal ishga tushgan paytda ro'y bergan yuvilib ketishi, vaqt o'tishi bilan kamaya boshlaydi. Kanal qirg'og'i gruntlarini yirik va kichik g'ovaklarini kolmatatsiyasi tufayli filtratsiya to'xtashi mumkin.

Kanal qirg'og'i gruntlarida tez eriydigan tuzlar borligi, yuvilib ketish va ishqorlanishi natijasida kanaldan filtratsiya ko'payishi mumkin.

Kanal choklarini eskirishi sababli temir-beton nov (lotok) lardan suv oqishi vaqt o'tgach keskin ortishi mumkin. Cho'kindi zarralarini oqim bilan birga oqib kelishi, ifloslanishi tufayli tunnellar va qoplamali kanallarda gidravlik qarshilik qiymati kuchayishi kuzatiladi.

Yig'ma, shuningdek, monolit (qo'shma) konstruksiyalarda beton mustahkamligi vaqt o'tishi bilan ortib borishiga qaramay, ushbu konstruksiyalardagi payvandlangan choklar korroziyasi va ularning mustahkamligi pasayishi hisobiga umumiy mustahkamlik kamayib boradi.

Metall va boshqa konstruksiyalarning mustahkamligi zarbali va vibratsiyali dinamik yuklama ta'sirida sezilarli ravishda pasayadi. Ko'pgina plastmassali buyumlarni mustahkamligi iqlim omillari ta'sirida vaqt mobaynida kamayadi.

Lyoss gruntlarning o'ziga xos xususiyatlari (cho'kuvchanligi, tarkibida karbonatlar ko'pligi, changsimonligi va boshqalar) ularni qurilish materiali yoki gidrotexnika inshootlarini zamini sifatida ishlatishda ma'lum bir qiyinchiliklar tug'diradi. Cho'kishga qarshi tadbirlar majmuasini o'z vaqtida va to'liq qo'llanmasligi kanallar va boshqa gidrotexnika inshootlarining deformatsiyasi va cho'kishiga olib keladi, bu obyektlar ancha muddatga ishdan chiqadi.

Berilgan ma'lum ekspluatatsiya sharoitida barpo qilingan paytdan boshlab to ekspluatatsiya xossalarini to'la yo'qotishgacha (profilaktika-ta'mirlash ishlarini o'tkazish uchun to'xtashlar ham kiradi) to'xtovsiz buzilmasdan ishlash davomiyligi – chidamlilik – obyektning belgilangan vazifasi va boshqa faktorlarga qarab me'yoriy hujjatlar bilan o'rnatiladi.

Zamonaviy bosqichda iqtisodning asosiy masalalaridan biri – ishlab chiqarish fondlaridan foydalanishni yaxshilashdir. Inshootlarning sifatini yaxshilash, ishonchliligi va chidamliligini oshirish birlamchi vazifa hisoblanadi. Obyektni chidamliligini boshqarish uchun uchta usul mavjud:

1) obyektning mustahkamligini (zo'riqishlarga qarshilikni) oshirish;

2) obyektga qo'yilgan yuklamani kamaytirish;

3) obyektni eskirish tezligini pasaytirish.

Ana shu uchta asosiy parametrlarni o'zgartirish bilan inshoot chidamliligini rostlash mumkin.

Gidromelioratsiya obyektlari ishonchliligi va chidamliligini basholatlash – ilmiy-texnika progressi (rivojlanishi)ni umumiy muammosini bir qismi hisoblanadi.

Eskirishning umumiy tenglamasi Arreniusning umumlashgan tenglamasi deb ataladi va mana bu ko'rinishga ega:

$$\ln S = \ln S_0 Q - K^{"} te^{-\frac{Q}{E}} \qquad (17.136)$$

bunda: S – bir lahzalik mustahkamlik; S_0 – boshlang'ich mustahkamlik; Q – aktivlashtirish energiyasi: E – reaksiya energiyasi;

$K''-K$ va K' o'zgarmas kattaliklarni (konstanta) o'z ichiga olib, moddalar to'planishi va ular tabiatini funksiyasi hisoblanadi; K – materialga bog'liq o'zgarmas son; K' – defekt o'lchamini tavsiflovchi o'zgarmas son.

Ushbu tenglamadan quyidagilar kelib chiqadi:

1) tashqi muhiti doimiy bo'lganda obyektning mustahkamligi vaqt davomida eksponensial qonun bo'yicha kamayadi;

2) obyektning xizmat qilish muddati belgilangan mustahkamlikka qadar muhit materiali konsentratsiyasiga teskari proporsional;

3) mustahkamlikning ma'lum bir qiymatiga mos keladigan obyektning chidamlilik logarifmi muhit energiyasiga teskari proporsionaldir.

O'tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko'rsatdiki, tenglama ikkita mustaqil jarayon: boshlang'ich va uzoq muddatli eskirish bo'lganda materiallarning ko'pgina turlari uchun o'rinli bo'ladi.

Elementga yuklama qo'yilganda, yuklama tufayli kiritilayotgan energiya yangi zaif joylar hosil bo'lishiga olib keladi. Shunday qilib, yuklama energiyasi eskirish jarayonida ishtirok etadi deb hisoblab, eskirish tezligi yuklamaga bog'liq bo'ladi va yuklamaning kichik qiymatlarida u kichikroq bo'ladi deyish mumkin. Eskirishga yuklamaning ta'siri katta miqdordagi materialda tadqiqot qilib ko'rilgan. Ko'pgina materiallar uchun chidamlilik yuklamaning barcha qiymatlarida kamayadi. Veybull tajribalar asosida (B.V. Gnedenko esa nazariy jihatdan keltirib chiqargan) mustahkamlikka bog'liq bo'lgan chidamlilikni izohlovchi tenglamani topgan:

$$N = K(S-E)^m \qquad (17.137)$$

bunda: N – chidamlilik (sikllarda); S – sinov uchun qo'yilgan yuklama miqdori; E – keltirilgan foydali mustahkamlik; K, m – keltirilgan o'zgarmas qiymatlar.

Agar E tajriba yo'li bilan tanlangan bo'lsa, tenglama aniq natijalar beradi. Bu boradi Veybull $E=5{,}5$ kgs/sm^2 bo'lganda eng yaxshi mos tushish bo'lishini aniqlagan. Agar $E=0{,}1$ bo'lsa:

$$N = K\left(\frac{S_T}{S}\right)^m \qquad (17.138)$$

bunda: N – chidamlilik sikllarda yoki soatlarda; S – yuklama (indeks "T" standart yoki ishchi sharoitiga tegishli).

Sharikli podshipniklar uchun m=4 ga teng.

Izolatsiya materiallari uchun ko'p hollarda o'n gradusli qonundan foydalaniladi, bu esa harorat har 10°C ga ko'tarilganda izolatsiya chidamliligi ikki baravar ortishini anglatadi. Izolatsiya, o'rama va shu kabilarning chidamliligini bashorat qilishni aniqroq bog'liqliklarni B.S. Sotskov taklif qilgan.

Mustahkamlik (yoki turli xil yuklamalarga qarshilik ko'rsata olish) ni materiallarga tegishli ravishda ishlov berish; boshlang'ich mustahkamlikka erishish uchun profilaktika ta'mirlash ishlarini o'tkazish; eskirish jarayonida chora-tadbirlar qabul qilish; muhitning ta'sirini o'zgartirish; filtratsiya xossalarini yaxshilash maqsadida sementlash va gilli aralashma yuborish; yeyilishga qarshilikni oshirish uchun qoplamalar yuzasini torkretlash orqali o'zgartirish mumkin.

Yuklamalar qabul qilingan zaxira koeffitsiyenti va asoslangan ishonchlilik tavsifi hamda xavflilik darajasi bilan yuqorida keltirilgan uslublardan biri yordamida tanlanadi.

Agar yuklama tashqi muhitga bog'liq bo'lsa, uni kamaytirishning iloji yo'q (shamol, bo'ron, dovul, suv bosishi, to'fon, zilzila, ko'p qor yog'ishi va sh.k.). Bunday hollarda obyekt konstruksiyasi eng ko'p mumkin bo'lgan yuklamani hisobga olishi kerak. Yuklamaning boshqa bir guruhi obyektning ma'lum bir vazifani bajarishi bilan bog'liq. Umumiy hollarda ushbu yuklamalarni obyektning ishchi tavsifini o'zgartirish orqali boshqarish mumkin.

Eskirishda materiallarning fizik-kimyoviy xossalari yomonlashuvi bilan bir qatorda yaxshilanishi ham mumkin, shu boisdan ushbu jarayonni boshqarishni o'rganmoq zarur.

Amalda eskirishni boshqarish uchun quyidagi usullardan foydalaniladi: materiallarni tanlash; yuklamani kamaytirish; obyektni ta'mirlash; energiya oqimlariga qarshi himoya choralarini qo'llash; eskirishni keltirib chiqaruvchi sabablarga to'siq o'rnatish. Chidamlilikni oshirish tadbirlari uni qisqartiruvchi sabablarni kamaytirishga qaratilgan bo'lishi kerak.

Chidamlilikni oshirish uchun yuqori aktivlashtirish energiyasiga ega materiallarni tanlash lozim. Kichik o'zgarmas aktivlashish xossasiga ega materiallarni, eskirish jarayonida katta massali reaksiyaga kiruvchi moddalar ishtirok etganda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Tezlikning kichik o'zgarmas soni (konstantasi) reaksiyaga kiruvchi materialning atomi yoki molekulasini obyekt materiali bilan biri-

kishi natijasida zaif joyni hosil bo'lishiga olib kelishi ehtimoli kamroq ekanini ko'rsatadi. Materialni tanlashda uni ishlashi to'g'ri keladigan muhit hisobga olinishi kerak. Masalan, plastmassalar ozon mavjud joyda tez eskiradi, shu boisdan bunday joylarda ular sopol materiallar bilan almashtiriladi.

Eskirishda ishtirok etadigan energiyani kamaytirish uchun izolatsiya qilinadi, mustahkam bo'lmagan devor materiallari suvoq qilinadi, qoplama bilan qoplanadi.

Eskirishga olib keladigan sabablarni bartaraf etishda himoya qilinadigan element tezlikni kichik konstantasi yoki yuqori aktivlashtirish energiyasiga ega material bilan o'rab olinadi (bo'yash, turli xil qoplamalar, germetiklash, yog' vannasi).

Eskirishni kamaytirish uchun to'siq va izolatsiya sifati haqida o'z vaqtida ma'lumotga ega bo'lish muhim hisoblanadi. Unga xususiyatlarni ko'z bilan aniqlash orqali erishish mumkin. Izolatsiya yoki to'siq xossalarini o'lchashdan ularni sifatini aniqlash maqsadida foydalanish mumkin.

Loyihalash davrida ta'mirlash ishlarini to'liq bajara olish imkoniyati mavjud bo'lishi, ayrim alohida elementlarga ham bemalol ta'mirlanishi mumkinligi ko'zda tutilishi kerak. Obyekt ta'mirlana olishi lozim.

Eskirish va yeyilish — inshoot chidamliligiga sezilarli ta'sir o'tkazadigan, qaytarilmas jarayon hisoblanadi. Eskirish to'xtovsiz, ushbu element ishlashi yoki ishlamasligidan qat'iy nazar kechadigan jarayon. Yeyilish eskirishdan farqli ravishda elementning faqat ish holatida ro'y beradi. U atrof-muhit va tashqi kuchlar ishtirokida inshoot elementlarini o'zaro ta'sirida namoyon bo'ladi.

Obyektning turiga qarab, uning harakatlanish prinsipiga ko'ra obyektning eskirishida u yoki bu fizik yoki fizik-kimyoviy jarayonlar eng katta o'rin tutadi. Loyihalashda eskirish va yeyilishga olib keladigan elementlar tavsifi o'zgarishini keltirib chiqaradigan fizik yoki fizik-kimyoviy jarayonlarda turli xil omillarni ta'sirini baholash zarur.

Eskirish va yeyilishda quyidagi fizik-kimyoviy jarayonlar ishtirok etadi: material bug'lanishi, komponentlar diffuziyasi, korroziya, turli xil eroziyalar (yemirilishlar), fotokimyoviy jarayonlar, yoriqlar hosil bo'lishi, rekristallashish, filtratsiya deformatsiyalar, sho'rlanish va hokazolar.

Eskirish va yeyilish ro'y berishi muqarrar bo'lib, ularni batamom to'xtatib bo'lmaydi, faqatgina ular keltirib chiqaradigan oqibatlarni ma'lum bir darajada kamaytirish mumkin. Eskirishda ichki va tashqi kuchlar ta'siri ostida material (yog'och, po'lat, jez, bronza, izolatsiya materiallari va sh.k.) larning fizik-kimyoviy xossalari sekin o'zgarib boradi. Eskirish muhitga — obyektning bir qismi bo'lmagan barcha parametrlar to'plamiga, ya'ni qaralayotgan yuklamalardan tashqari qolgan boshqa barcha omillarga bog'liqdir.

Mexanik yuklamada, ayniqsa ular takrorlanuvchi qonuniyatga ega bo'lganda, materiallarda sezilarli darajada mustahkamlik yoki turg'unligi pasayishida ifodalangan charchoqlik holati vujudga keladi.

Doimiy ravishda mexanik yuklama ostida bo'lgan plastik materiallarda qoldiq deformatsiya hosil bo'ladi, ayrim hollarda o'z shaklini o'zgartirishi ro'y berishi mumkin.

Zo'riqish holatida vintli va parchinli birikmalar bo'shashib, zaiflashib qoladi. Rezinali detallarning uzoq muddatli ishlashi ularni elastiklik xossalarini o'zgarishiga olib keladi, ko'p hollarda mo'rt bo'lib sinadi. Shu bilan bir qatorda, ishchi holatida uzoq muddat bo'lmaslik ayrim quymalarda ichki jarayonlar natijasida mustahkamligini sezilarli ravishda yaxshilanishiga olib keladi. Ohakli qorishma bilan terilgan g'isht yoki toshlar oralig'i sekin-asta mustahkamlanib boradi. Ammo, eskirish tufayli o'z xossalarini yaxshilab boradigan materiallar soni barmoq bilan sanarli.

Gidromeliorativ inshootlar va ularni tashkil etuvchi elementlar chidamliligiga ekspluatatsiya davrida qator omillar (barcha kuchlar va sharoitlar odatda omillar deb ataladi) ta'sir qiladi. Bu omillarni uch guruhga bo'lish mumkin: asosiy, qo'shimcha va tasodifiy. Asosiy omillar loyihalash davrida hisobga olinadi. Qo'shimcha omillarni inobatga olish loyihalarni ishlab chiqishda juda zarur. Tasodifiy omillarni ishlanmalarni tayyorlash jarayonida e'tiborga olib bo'lmaydi. Birinchi ikki guruh: boshqariladigan, kuchsiz boshqariladigan va boshqarilmaydigan uchta asosiy kichik guruhga bo'linadi:

Boshqariladigan omillar ishlanmalarni tayyorlash jarayonida o'zgarib turishi mumkin. Bu — oqim tezligi, bosim, filtratsiya gradiyenti, namlik va sh.k. Kuchsiz boshqariladigan omillarga yeyilish, yuvib ketilish, korroziya, sizot suvlari ko'tarilishi va sh.k. lar kiradi. Ularning ta'sirini maxsus himoya choralari yordamida kamaytirish mumkin.

Boshqarilmaydigan omillarga konstruksiya materiallarida ro'y beradigan fizikaviy va kimyoviy jarayonlar, materiallar fizikaviy xossalarini o'zgarishi va shu kabilarni aytib o'tish mumkin.

Inshootlar chidamliligiga ta'sir etuvchi ikkita – ichki va tashqi muhit farqlanadi. Tashqi muhit inshootning ishchi fazosi bilan izohlanadi. U gazsimon yoki suyuqlik holatida bo'lishi mumkin. Ichki muhit esa cheklangan elementlar soni bilan o'ralgan hajmda mavjud bo'ladi.

Inshootning xizmat qilish muddatiga sezilarli tarzda ta'sir etuvchi omillar haqida qisqacha to'xtalib o'tamiz. Eskirishni keltirib chiqaradigan asosiy omillar – bular kislorod va atmosferada mavjud suv bug'lari hisoblanadi. Suv universal erituvchi bo'lganligi bois, erigan materiallarni olib ketadi, uning kislorod bilan birikmasi yanada katta faollikka ega.

Yomg'ir va qor ko'rinishida atmosfera yog'inlari bevosita ta'sir ko'rsatishidan tashqari, quyidagi tarzda ham ta'sir etadi. Suv atmosferada bo'lgan payti, hamma vaqt ko'plab aktiv aralashmalar bilan ifloslangan bo'ladi va natijada u ko'pgina moddalar bilan kimyoviy birikma hosil qiladi. Bu suv tarkibida karbonat angidridli va oltingugurtli tuzlar, kalsiy, magniy, temir xlorli natriy tuzlari, organik va noorganik moddalar, shuningdek, havoning erigan gazlari: azot, kislorod va karbonat angidrid bo'lishi mumkin. Sanoat hududlarida esa oltingugurt aralashmasi va oltingugurtli kislota mavjud bo'ladi. Daryo suvida uning manbasi tarkibiga daryo va uning irmoqlari o'tib kelayotgan hudud tog' jinslariga bog'liq bo'lgan turli xil erigan moddalar bo'lishi kuzatiladi.

Juda ko'p salbiy oqibatlarga chang va qum sababchi bo'ladi. Ular korroziyaga, turli xil elementlarni yemirilishiga olib keladi. Chang va qum inshootlarning ko'pgina qismlarini ifloslantiradi. Yerga yaqin atmosferada katta miqdordagi chang zarralari bo'lib, ular fazoda ko'chib yurishi (ayniqsa, shamol eroziyasi, chang-to'zonli bo'ronda) juda oson kechadi, ular zich bo'lmagan birikmalardan o'tib og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi. O'lchami 5 mkm gacha bo'lgan zarrachalar atmosferadagi barcha changning og'irligi bo'yicha 7% ini, qolgan 93% zarralar esa o'lchami 5 mkm dan katta bo'lganlar tashkil etadi. Erkin atmosferadagi barcha changning 65% dan 75% gacha bo'lgan qismi noorganik moddalardan iborat bo'lib, bu zarrachalar kristall tuzilishga, g'adir-budur yuza yassi shaklga, aylana idishchalar va sh.k. ko'rinishlarga ega.

Noorganik chang tarkibiga kvars va dala shpati kiradi. Bundan tashqari, changda organik moddalarning ko'pgina qismi mavjud. Organik changda o'simlik sporalari, mog'or zamburug'lari, bakteriyalar, viruslar, o'simliklar qoldiqlari va sh.k.lar ham uchraydi.

Shunisi xarakterliki, havoning birlik massasida changning konsentratsiyasi balandlik oshgan sari taqriban eksponensial qonuni bo'yicha kamayib boradi. yer yuzasidagi 1 sm^3 havo tarkibida 100 ta chang zarrasi bo'lsa, 1500 m balandlikda esa o'rtacha bitta chang zarrachasi uchraydi.

Ochiq havodagi elementlar yuzasiga bevosita quyosh radiatsiyasi ta'sir etadi. Konstruksiyalar elementlariga biologik muhit mog'orlash ham sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ozgina mog'orlash ham bir necha kun davomida millionlab yangi sporalar hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Mog'orlash o'z faoliyati jarayonida modda almashinuvi mahsuloti — metobolitlar ajratib chiqaradi. Ularning ba'zilari metallar korroziyasi yoki izolatsiya materiallarini yemirilishi, parchalanishiga olib keluvchi turli xil kislotalardan tashkil topgan bo'ladi. Inshootlarning ko'pgina elementlari uchun qurg'oqchil issiq zonalarda uchraydigan hasharotlarning ba'zi bir turi termit (qirchumoli, vahma chumoli) lar katta xavf, tug'diradi. Ular inshootlarni barpo etishda ishlatiladigan ko'pgina materiallarni kemirib, katta shikast yetkazadi.

Inshootlarni xizmat qilish muddatiga elementning o'ziniki singari, atrof-muhitning ham harorat rejimi sezilarli ta'sir qiladi. Haroratning tebranib turishi natijasida elementlar, birikmalar deformatsiyasi sodir bo'ladiki, ular o'z navbatida butun inshootning mexanik shikastlanishiga olib keladi. Shu boisdan ham obyektlarni loyihalashda harorat rejimi o'zgarishlarini barcha oqibatlarini hisobga olish lozim.

Obyektni ekspluatatsiya davrida normal ishlashini ta'minlash uchun uni tashqi omillar ta'siridan himoya qilish zarur.

Obyektning, inshootning chidamliligi uni tashkil etuvchi elementlarning ishlash muddatiga bog'liq. Gidromeliorativ inshootlar elementlari bir xil va turlicha ishonchlilik hamda chidamlilikka ega bo'lishi mumkin.

Agar inshootni tashkil etuvchi elementlar bir xil chidamlilikka ega bo'lsa, kapital ta'mirlash o'tkazilmaydi. Bunday inshootlarda taxnik yoki ma'naviy eskirishgacha ishonchlilikni zarur darajada ushlab turuvchi profilaktika ta'mirlash ishlari talab qilinadi. Ushbu inshootlar birikmalari va elementlari bir xil ishonchlilik va chidamlilikka ega

bo'lishlariga harakat qilish kerak. Ishonchlilikni batamom bir xil bo'lishiga erishish amaliy jihatdan mumkin emas.

Profilaktika ta'mirlash ishlarini o'tkazish, shuningdek, davriy nazorat qilib turish uchun inshootning barcha elementlari va birikmalari qulay joylashgan bo'lishi, ushbu ishlarni bajarish esa mehnat minimal sarfi va mablag'larni talab qilishi lozim. Bu konstruksiyaning ta'mirlanish layoqatini asosiy sharti hisoblanadi.

Gidromelioratsiyada qo'llaniladigan konstruksiya va inshootlar ko'pligini hamda ushbu obyektlar chidamliligini belgilovchi omillar xilma-xilligini hisobga oladigan bo'lsak, kerakli chidamlilikka erishish imkonini beradigan tadbirlarni barchasini avvaldan aytib bo'lmasligini ta'kidlab o'tish joizdir.

Birinchi navbatda ular qatoriga — eng qulay konstruksiya va materiallarni tanlash (yuklama va ta'sirga chidamli materiallarni tanlab olish hamda ularni himoyalash choralarini aniqlash), ishlab chiqarish ishlarini yuqori sifatli bo'lishiga erishish, loyihaga optimal mos kelishi, belgilangan muddatlarda profilaktika va tiklash ta'mirlash ishlarini o'tkazilishi, ruxsat etilmaydigan zo'riqishlarga, tashqi va ichki muhitning zararli ta'siriga yo'l qo'ymaslik, turli xil tabiiy ofatlardan obyektlarni himoya qilish bo'yicha mavjud tadbirlarni aytish mumkin. Joriy ta'mirlashlar obyektning butun xizmat qilish davri davomida o'tkaziladi. Joriy ta'mirlashning vazifasi — elementlar yoki birikmalarda ro'y bergan nosozlik, shikastlanishlarni zudlik bilan yoki davriy ravishda tuzatishdan iborat. Bu yo'l bilan ishdan chiqish, buzilishlar oldi olinadi va jismoniy yeyilish muddati uzaytiriladi.

Joriy ta'mirlash vaziyatga qarab rejali-ogohlantiruvchi yoki ko'zda tutilmagan bo'lishi mumkin. Inshoot konstruksiyasi, elementlarini ishdan chiqmaslik tavsiflarini tiklash uchun butun inshootning yoki uning alohida bo'g'inlarini kapital ta'mirlash ishlari bajariladi. Kapital ta'mirlashdan so'ng inshootning xizmat qilish muddati yangidan hisoblanadi. Joriy va kapital ta'mirlash zarurligini aniqlash uchun davriy ravishda inshoot ko'rikdan o'tkazib turiladi. Navbatdan tashqari ko'rikdan o'tkazish tabiiy ofat ro'y berganda yoki inshootga haddan tashqari ko'p yuklama tushganda amalga oshiriladi.

Eng maqbul chidamlilikni aniqlash uchun turli xil chidamlilikka ega gidromelioratsiya obyektlarini dastlabki qiymati, qurilish, ta'mirlash va ularni ishlatish uchun ketgan umumiy sarf-xarajatlarni bilish zarur. Shuni aniqlab olish lozimki, nima ko'proq samara-

liroq — katta kapital mablag'lar hisobiga qurilgan va xizmat ko'rsatishga kamroq sarf talab qiladigan chidamliligi yuqori bo'lgan obyektmi yoki chidamliligi pastroq va ko'p joriy xarajat talab qiladigan obyektmi? Bu masala ma'naviy eskirish va texnik yuksalishni inobatga olib, texnik-iqtisodiy hisob - kitoblar asosida hal etilishi lozim.

Optimal chidamlilik xizmat qilish iqtisodiy jihatdan foydali, jismoniy va ma'naviy eskirishi cheklanganligi bilan o'lchanish kerak. Shuni nazarda tutish lozimki, ma'naviy eskirishni hisobga olish optimal xizmat qilish muddatini uzaytirmaydi, balki qisqartirishga olib keladi. Jismoniy eskirishni to'xtatib bo'lmaydi va uning ko'lami asosan ekspluatatsiya sharoitiga bog'liq. Profilaktika va boshqa tadbirlar bu davrni biroz uzaytirishi mumkin, xolos. Jismoniy eskirishning bir qismi muntazam ta'mirlash bilan bartaraf etilsa, qolgan ikkinchi, yeyilish tufayli yuzaga keladigan qismi esa, obyektni asta-sekin ishdan chiqishiga olib keladi. Jismoniy eskirishga nafaqat ishlab turgan, balki ishlatmasdan, bekor turgan inshootlar ham duchor bo'ladi, chunki ular ham atrof-muhit ta'siri ostida bo'lishadi. Bekor turgan inshootlar va ularda o'rnatilgan qurilmalar jismoniy eskirishi xalq xo'jaligiga katta zarar yetkazadi.

Inshoot va qurilmalar ma'naviy eskirishga ham ro'para kelishadi va bu holat texnik yuksalish natijasida—fan va texnikaning rivojlanish darajasiga javob beradigan va ekspluatatsiya mablag'larni tejaydigan zamonaviy va tejamkor, qulay modellar, inshootlar yaratilishi tufayli ro'y beradi.

Obyektning ma'naviy eskirishini to'g'ri bashorat qilish uchun mazkur sohadagi ilmiy-texnik taraqqiyotning istiqbolli yo'nalishlarini aniqlab olish katta ahamiyatga ega. Ma'naviy eskirish ilmiy-texnik taraqqiyotning jadalligiga bog'liq. Ma'naviy eskirishni yengadigan vosita sifatida modernizatsiya, ya'ni ekspluatatsiya qilinayotgan inshootni yangilanib borishi tushuniladi. Inshootning modernizatsiya qilingan konstruksiyasi zamonaviy darajadagi inshoot tavsifiga ega bo'lishi kerak.

Ta'mirlash bo'yicha tadbirlar o'tkazish kerakmi, modernizatsiya qilishmi, yoki u bu inshootni almashtirish kerakmi degan masala har bir holat bo'yicha konstruksiyaning ishlash sharoitini alohida inobatga olib texnik-iqtisodiy hisob-kitoblar asosida yechilishi lozim.

Shuni yodda tutish lozimki, yangi modelni tatbiq etish hamma vaqt ham mavjud konstruksiyani arzonlashishiga olib kelavermaydi,

ayrim hollarda yangi konstruksiyani yaratish boshqa obyektlar bilan birgalikda ishlashi uchun zarur bo'ladi.

Bundan tashqari, hozirgi paytga qadar qurilish korxonalari bilan inshootni ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotlar o'rtasidagi o'zaro munosabatlar tartib-qoidalari mavjud emas, bu esa o'z navbatida qurilish tashkilotlarini buyurtmachilardan ajralib qolishiga olib keladi.

Ayni vaqtgacha ekspluatatsiya tizimida inshonchlilik va chidamlilik yo'lga qo'yilmaganligini ta'kidlab o'tish joiz, ularning asosiy vazifalari bo'lib esa alohida elementlar, bo'g'inlarning ishonchliligi va chidamliligi haqida ma'lumotlarni to'plash, statistik ishlov berish va tahlil qilish, chidamlilik davomiyligini aniqlash, ta'mirlashning eng optimal muddatlarini belgilash hisoblanadi.

Yuqori darajadagi ishonchlilik va chidamlilikka faqatgina loyihachilar va ishlab chiqaruvchilarning obyektlarni yaratish, ekspluatatsiya qilish va ta'mirlashning barcha bosqichlarida o'zaro hamkorlik natijasida erishiladi. Gidromelioratsiya obyektlarining ayrim holatlaridagi yetarlicha ishonchlilikka ega bo'lmasligi, ishonchlilik va chidamlilik tashkilotning ishini baholovchi ko'rsatkich emasligi bilan izohlanadi.

17.2.7. Ishonchlilikni oshirish bo'yicha umumiy tavsiyalar

Yerlarni melioratsiyalashga yo'naltirilayotgan katta mablag'lar faqatgina texnikaviy takomillashgan sug'orish va zax qochirish tarmoqlari qurilgan va ularning ekspluatatsiyasi to'g'ri tashkil qilingan taqdirdagina o'z samaradorligiga erishadi. Xo'jaliklararo sug'orish, zax qochirish va kollektor-zovur tarmoqlari, suv omborlari, nasos stansiyalari, gidrouzellar, tik zovurlar tizimi, suv olish inshootlari va boshqa inshootlarini ekspluatatsiya qilish va soz holati ta'minlash bo'yicha sermashaqqat mas'uliyatli ishni bajarish, suvdan foydalanish rejasiga asosan iste'molchilarga o'z vaqtida va uzluksiz suv yetkazib berish ushbu obyektlarda ishonchlilik va ta'mirlanish qobiliyatini zarur darajada bo'lishini, ishonchlilikni oshirish bo'yicha tadbirlar o'tkazilishi kerakligini talab qiladi. Ushbu tadbirlar konstruktiv, texnologik, ekaspluatatsiya va tashkiliy-texnikaviy bo'lishi mumkin.

Har qanday inshootga uni ishlash qobiliyati va ekspluatatsiya ishonchliligini pasaytiruvchi turli xil omillar ta'sir qiladi. Gidro-

melioratsiya obyektlari chidamliligiga geologik, iqlimiy ekspluatatsiya va boshqa bir qancha omillar ta'sir ko'rsatadi. Shuni yodda tutish lozimki, fan va texnikaning eng yangi zamonaviy yutuqlari hisobga olingan, eng qulay joylashuv sxemasiga ega sug'orish zax qochirish tizimi ekspluatatsiyasi yetarlicha yuqori darajada bo'lmasa, u holda ushbu tizim yaxshi samara bermaydi. Faqat (ratsional) qulay ekspluatatsiya qilish loyihada ko'rsatilgan imkoniyatlardan maksimal foydalanishi, yuqori darajadagi unumdorlik va rentabellikni ta'minlash imkonini beradi.

Gidromelioratsiya sohasiga yaqin va turdosh sohalardagi ko'plab adabiyotlar tahlili, shuningdek, gidromelioratsiya obyektlarida eng ko'p uchraydigan shikastlanish, buzilishlarni tahlil qilish gidromelioratsiya inshootlari ishonchliligi va chidamliligini oshirish bo'yicha ayrim fikr-mulohazalarni aytishni taqozo etadi.

Gidromelioratsiya obyektlarini oddiy sug'orish egatlaridan tortib to murakkab avtomatlashgan tizimlargacha turli ekanligini hisobga oladigan bo'lsak, barcha obyektlar uchun batafsil tavsiyanomalar berishni amalga oshirish juda qiyinligiga amin bo'lamiz. Shu nuqtayi nazardan, ko'pchilik obyektlar uchun umumiy bo'lgan asosiylarini keltirib o'tamiz.

Turli xil va asosiy qismi tasodifiy bo'lgan omillar ta'sirida inshootlarda ma'lum vaqt mobaynida har xil shkastlanishi va nuqsonlar asta-sekin yig'ilib boradi. Bu inshootning ishlash qobiliyati va ekspluatatsiya davridagi ishonchliligini pasaytirish bilan bir qatorda uning xizmat qilish muddatini kamayishiga olib keladi.

Gidromelioratsiya obyektlarini, ularning alohida bog'lamlari va elementlarini loyihalash (konstruksiyani tanlash)da va hisob qilishda, boshqa sohalarda bo'lgani singari ish sharoitlari ideal holatda deb qabul qilinadi. Ko'p hollarda mavjud hisob uslublaridagi xatolar, qo'llaniladigan materiallar sifatsizligi. Loyihada ko'rsatilgan sxemaga ishning to'g'ri kelmasligi, turli xil zararli omillarning ta'siri majburiy bo'lmagan holat, nomatlub chetga chiqishlar deb qaraladi. Zamonaviy matematika va boshqaruv haqidagi fan har qanday xato va noaniqliklarni haqiqiy (real) tizimdagi tabiiy xususiyat deb qarashni tavsiya etadi. Shunday qilib, turli xil tabiiy ekspluatatsiya sharoitida belgilangan funksiyalarni bekamiko'st bajaradigan sxemalar tanlash mumkin. Ko'rinib turibdiki, obyektni uni ishlashiga to'g'ri keladigan muhit va sharoitlardan ayri qarab bo'lmaydi. Lo-

yihalashda avvalo, holatni izohlovchi omillarni to'liq inobatga oladigan hisob uslubi va ilmiy asoslangan hisobiy sxemani ishlab chiqish lozim. Bunda turli xil bog'lamlarda ta'sir etuvchi haqiqiy shart-sharoitlarni aniqlashga intilish kerak.

Bo'lajak tizimning chidamliligini tanlashning muhimligini e'tiborga olgan holda loyihalashning boshlanishida texnik-iqtisodiy hisoblar va ilmiy-texnik rivojlanish istiqbolini inobatga olib, tizimni to'g'ri tanlay bilish kerak. Eng maqbul chidamlilik inshootning, tizimning iqtisodiy jihatdan eng samarali bo'lgan xizmat qilish muddati bilan belgilanadi, u esa o'z navbatida texnik va ma'naviy eskirishga bog'liq bo'ladi. Eng maqbul chidamlilik va iqtisodiy samaradorlikni hisoblashda tizimni tashkil etuvchi elementlar xizmat qilish muddati tizimning o'zini ishlash muddatidan katta bo'lmasligiga intilish kerak. Aks holda, tizimning xizmat qilish muddati so'nggida ushbu elementlar amortizatsiyaga ega bo'lmay qoladi. Gidromelioratsiya obyektlarini juda ko'plab elementlarini mustahkamligi yeyilishiga chidamliligi yuklamalarga qarashligi bir xilda emas, xizmat qilish muddati bilan ham sezilarli darajada farqlanadi. Bu ko'p sonli ta'mirlashlar, ekspluatatsiya xarajatlarini oshishiga olib keladi. Shu nuqtayi nazardan bir vaqtning o'zida almashtiriladigan, oson almashtiriladigan va bir paytda ta'mirlanadigan qismlar sonini ko'paytirishga erishish lozim.

Obyektning kelgusida ekspluatatsiya qilinishi befoyda ekanligini ko'rsatuvchi belgilar bo'lib ayrim bog'lamlar, elementlarni ishdan chiqishlari tez-tez sodir bo'lishi, obyektni ekspluatatsiyasiga sarf-xarajatlarni keskin ortishi va to'xtab qolishi hisobiga yo'qotishlar ko'payishi hisoblanadi.

Obyekt xizmat qilishini eng maqbul, muddati ekspluatatsiya qilinayotgan xo'jalik eng minimal darajada birlik mahsulotga to'g'ri keladigan xarajatlar va zararga ega bo'lganda deb qabul qilinadi.

Ma'naviy eskirishga qarshi kurashish uchun obyektni ta'mirlashda modernizatsiya qilishdan foydalanish o'rinli bo'ladi.

Obyektlarni loyihalashda ularni tayyorlash va xizmat ko'rsatish mumkin qadar oddiy, ishlash (prinsipi) tamoyili yetarlicha sinovdan o'tgan, ishonchliligi esa ishlab chiqarish sharoitida tekshirilgan bo'lishi kerak.

Axborotlar nazariyasi mutaxassislari murakkablashtirilgan sxemalar ishonchliroq deb hisoblashadi, biroq gidromelioratsiya obyekt-

lari ekspluatatsiyasi amaliyoti bu bosqichda oddiyroq sxemalar afzallikka ega ekanligini ko'rsatadi.

Sifatni oshiruvchi muhim omil sifatida gidromelioratsiya obyektlari inshootlari, bog'lamlari, jihozlarini tayyorlashda tayanch konstruksiyalarni tatbiq qilish va ularning asosida yangi ishlanmalarni joriy etish hisoblanadi. Natijada nafaqat ishlab chiqishning muddatlari qisqaradi va yaratilayotgan mahsulotlar, inshootlar konstruksiyalari sifati sezilarli darajada oshadi, balki detallar, bog'lamlar ham yaxshilanishiga, yangi qurilmalar, obyektlarni o'zlashtirish muddatlari keskin qisqarishiga erishiladi.

Ayrim, ishdan chiqmasligi kerak bo'lgan sinovdan o'tgan elementlar uchun ishonchli ishlaydigan eski tizimga ega bo'lishi, ishonchlilik ko'rsatkichlari noma'lum bo'lgan yangi, yaxshilangan tizim tarkibida bo'lishi maqsadga muvofiqdir, chunki yangi tizim ishlash zarur bo'lgan vaqtda ishlay olishiga kafolat bera olmaydi. Yangi tizim doimo "bolalar kasalligi" bilan kasallanadi va uni kerakli darajaga yetkazish uchun ma'lum bir vaqt talab qilinadi.

Ishonchlilikni saqlashning barcha savollarida obyektni ishdan chiqishini to'xtatish uchun talab qilinadigan vaqt va mablag'larni obyektning buzilishsiz ishlashi muhimligi bilan qiyoslanadi.

Obyektlarni loyihalashda ishdan chiqishlar tabiatini bilish juda muhim. Ishdan chiqishlar sababi va tabiatini bilish muhit va yuklamalar berilgan shart-sharoitida shu konstruksiya uchun eng qulay materialni tanlash, muhit ta'sirini hisobga olib yo'l qo'yiladigan yuklamalardan ortiqchasini kamaytirish uchun zarur konstruktiv chora-tadbirlarni belgilash; tashqi omillardan himoya qiluvchi choralarni (himoya qoplamalari, izolatsiya va sh.k.), nosozliklarni ko'rsatuvchi va bartaraf etuvchi o'lchov, nazorat asboblarini ko'zda tutish; ishlash sharoiti va tartibi (rejimi)ni ta'sirini hisobga olish imkonini beradi.

Ishonchlilikni oshirishning asosiy yo'llaridan biri oson almashinuvchi elementlarni kiritish hisoblanadi. Gidromelioratsiya obyektlari (shu jumladan, meliorativ mashina va mexanizmlar) ni yaratishda elementlari o'zaro moslashgan to'g'ri keladigan majmualar barpo etish lozim.

Inshootlarning tez-tez ishdan chiqadigan qismlari, masalan, qoplamlar ularning (yeyilishi, yemirilishi tez-tez kanallarni ishdan chiqishiga olib keladi) ni xizmat qilish muddatini uzaytirish, deformatsiyalanishga qarshi choralar ko'rishi katta ahamiyatga ega.

Ishonchlilik mezonlarini hisobga olib loyihalashda ishonchlilik darajasi buyurtmachining texnik tavsifnomasida ko'rsatilgan bo'lishi kerak. Texnik talablarni tizimida loyihalanayotgan ishonchlilik darajasidagi tizimni yaratish qiymati ekspluatatsiya davridagi nosozliklar oqibati qiymatlari bilan taqqoslanadi.

Texnologik jarayon ishonchli bo'lishi lozim. U obyektning sifatiga ta'sir etuvchi ko'rsatkichlarni chetga chiqishiga yo'l qo'ymasligi kerak. Obyektlarni ishdan chiqishi, to'xtab qolishlarini tez-tez sodir bo'lishi detallar, bog'lamlar va butun obyektning o'zini tayyorlash, qurish va montaj qilishda texnologik jarayonni yetarlicha ishonchlilikka ega emasligi, shuningdek, ishonchlilik talablarini qoniqtirmaydigan obyektlarni tayyorlash uslublari va qabul qilish tizimi bilan bog'liqdir. Chunki, obyektni loyihada ko'rsatilgan sifat ko'rsatkichlari uni qurish va montaj qilish, elementni tayyorlash jarayonlarida ta'minlangani bois, texnologik jarayonga alohida e'tibor qaratiladi. Qurib bitkazilayotgan obyektlarning sifati pastligiga ko'p jihatdan qurilish tashkilotlarining bir maromda ishlamasligi ham sabab bo'ladi.

Shuni nazarda tutish lozimki, qurilish ishlarining sifatsizligi inshootning muddatidan avval ishdan chiqishiga va bu esa o'z navbatida ta'mirlash va ekspluatatsiya xarajatlarini oshirishga olib keladi. Obyektni iqtisodiy samaradorligini baholashda uni barpo etish va butun ekspluatatsiya davri uchun barcha xarajatlar hisobga olinishi kerak.

Inshootni ishonchlilik darajasini pasaytirish hisobiga smeta qiymatini kamaytirish qurilish tugar tugamay ekspluatatsiya xarajatlarini ortib ketishiga olib keladi.

Inshoot ishonchliligi ko'p tomonlama materiallarning hisobiy ko'rsatkichlariga haqiqiy mexanik tavsifi qanchalik mos kelishiga bog'liq bo'ldi, shu sababdan nazorat qilishning mavjud tizimi iste'molchiga belgilangan xususiyatga ega materiallarni yetib borishini ta'minlash kerak.

Inshootlar ishonchliligini oshirish qurilish va montaj ishlarini sinchkovlik bilan nazorat qilish bilan amalga oshirilishi mumkin. Bunda inshootni barpo etishda foydalaniladigan materiallar va buyumlarni fizik-mexanik xossalarini tekshirishda buzmaydigan, shikast yetkazmaydigan uslublar qo'llaniladi.

Gidromeliorativ inshootlar ekspluatatsiyasining asosiy vazifasi — sug'orish va zax qochirish tarmoqlarining uzluksiz ishlashini

ta'minlash, minimal mehnat va mablag' sarflab, maksimal qishloq xo'jalik mahsulotlari olish – inshootlar holatini doimiy kuzatib borish va ularga xizmat ko'rsatish, ro'y bergan buzilish, ishdan chiqish va shikastlanishlarni o'z vaqtida bartaraf etish orqali bajariladi.

Ko'zda tutilgan xizmat qilish muddati davomida inshootni normal ishonchli ishlashi nafaqat loyihaning, balki qurilish va ekspluatatsiyaning ham sifati bilan ta'minlanadi. Agar avvallari avariyalarning asosiy sababi loyihaning sifatiga bog'liq bo'lgan bo'lsa, keyingi yillarda gidromelioratsiya fanining ravnaqi tufayli sifatsiz loyihalash natijasida inshootlarni buzilishi, shikastlanishi va halokatga uchrashi kamdan–kam uchraydi. Hozirgi paytda turli inshootlarni ishonchlilikka ega emasligini sabab qilib asosan qurilish va montaj ishlari sifatini va ekspluatatsiyaning ratsional qoidalarga rioya qilmaslikni ko'rsatsa bo'ladi. Agar obyekt noto'g'ri ekspluatatsiya qilinayotgan bo'lsa, uni ishdan chiqqanligi uchun butun aybni loyihachi va quruvchilarga ag'darish kerak emas.

Ekspluatatsiya jarayonida yuzaga keladigan shikastlanishlar haqida o'z vaqtida ogohlantirish, aniqlash va ular ro'y bergan bo'lsa bartaraf etish choralarini ko'rish zarur bo'ladi. Normal ekspluatatsiya jarayonini buzadigan, inshoot quvvatini yo'qolishiga olib keladigan shikastlanishlar birinchi navbatda bartaraf qilinadi. Ularga zaminlarni yo'l qo'yilmaydigan yuvilish chuqurligi, filtratsiya, sho'rlanish, o't bosishi va sh.k.lar kiradi. Ekspluatatsiya qilishni qiyinlashtiradigan yoki xizmat muddatini qisqartiradigan shikastlanishlarni tuzatishni biroz keyinroqqa ko'chirsa bo'ladi. Nuqsonlarni o'z vaqtida tuzatish inshootlar chidamliligini sezilarli darajada oshiradi. Aks holda inshootlarni saqlab qolish uchun katta mablag' sarflash talab qilinadi.

Xulosa qilib aytganda, sug'orish va zax qochirish dehqonchiligi normal olib borishda, shuningdek, qurilgan gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va chidamliligini saqlashda ekspluatatsiyaning roli juda katta. U yoki bu obyektning loyihasini tasdiqlashdan avval uni ekspluatatsiya qiladigan tashkilotning xulosasini olish muhim hisoblanadi va mazkur tashkilot loyihalash topshirig'ini tuzishda qatnashishi kerak bo'ladi.

Texnikaviy ekspluatatsiyani yaxshilash ta'mirlash ishlarini (ta'mirlash xizmatini) boshqarishni mukammal mexanizmini yara-

tish yo'lidan borish kerak, ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotlardan ta'mirlash xizmatini ajratib olib, ta'mirlash ishlarini olib boruvchi ixtisoslashgan alohida ta'mirlash xizmatini yo'lga qo'yish maqsadga muvofiq, ularni tegishli mexanizmlash-ta'mirlash ishlari tezkorligi va yuqori sifatli bo'lishini ta'minlaydi.

Melioratsiyani rivojlanishining hozirgi zamonaviy bosqichi sug'orish va zax qochirish tizimlarini kompleks avtomatlashtirishni tatbiq etish bilan tavsiflanadi va bu xizmat ko'rsatuvchi kishilar sonini qisqartirishga, shu bilan bir qatorda meliorativ texnikaga xizmat ko'rsatishni murakkablashuviga olib keladi. Bu holat o'z navbatida ekspluatatsiya xizmati kadrlari layoqatiga katta talablar qo'yadi.

Tizimni ekspluatatsiya qiluvchi va xizmat ko'rsatuvchi kishilarning kasbiy layoqati, tayyorgarligi pastligi ishdan chiqishlar, nosozliklar sonini oshishiga olib kelishi mumkin. Ushbu omilni tizimni hisoblash jarayonida inobatga olib bo'lmaydi, shu boisdan insonning ekspluatatsiya davridagi e'tiborsizligi sababli ro'y beradigan nosozliklarni minimumgacha kamaytiradigan tizimlarni loyihalashga intilish kerak.

Loyihani ishlab chiqishda uni mumkin qadar oddiy va sodda ko'rinishda bo'lishini ta'minlash lozim, chunki obyektga texnik xizmat ko'rsatishni, unga qarashni loyihachilar bajarmaydi va bu jarayon qaror qabul qilish uchun yetarlicha vaqt zaxirasiga ega bo'lgan kabinet sharoitida amalga oshirilmaydi.

Ko'p hollarda xizmat ko'rsatuvchi kishilarning xatolari texnik ekspluatatsiya qoidalariga rioya qilmaslik, uni sifati pastligi, ba'zi hollarda esa loyihalash davrida insonning asab-fiziologik imkoniyatlari hisobga olinmaganligi tufayli sodir bo'ladi. Texnik ishdan chiqish bilan bir qatorda insonning biologik nuqtayi nazardan nosozligi ham ro'y berishi mumkin.

Obyektning kerakli ishonchliligiga yetishish uchun loyihachilar, ishlab chiqaruvchilar va ishlab chiqarish sharoitida obyektning ishlashi haqida axborot berib turadigan ekspluatatsiya qiluvchilar o'rtasida qaytar aloqa bo'lishi muhim. Ushbu ma'lumotlar hamkorlikda foydalanish uchun umumlashtiriladi.

Gidromelioratsiya obyektlari konsturksiyalarini takomillashtirish ularning dastlabki qiymati oshishi bilan bog'liq, lekin u texnikaviy

ekspluatatsiyaga xarajatlar kamayishini ta'minlaydi, mehnat unumdorligini oshiradi, juda ko'plab ishchi kuchini tejab qoladi.

Ishonchlilik darajasi asosan ishlab chiqarish imkoniyatlari va tayyorlash texnologiyasi hamda ekspluatatsiya talablari o'rtasidagi bog'liqlik bilan izohlanadi.

Ishonchlilikni oshirishning asosiy omillaridan bo'lib texnik xizmat ko'rsatish jarayonini takomillashtirish hisoblandi, uning tarkibiga profilaktika ko'riklarini o'tkazish, ta'mirlash va zaxira elementlari, qismlari bilan ta'minlash tizimi kiradi.

Nosozliklar, ishdan chiqishlar sonini kamaytirishga ta'mirlash brigadalari a'zolari, ekspluatatsiya qiluvchi shaxslarni muntazam ravishda texnik o'quvini tashkil etish orqali ham erishish mumkin. O'qitish davomida ishdan chiqishlarni keltirib chiqaradigan elementlarga alohida e'tibor qaratiladi.

Har bir obyektni nazorat qilib borish, uning ishlashi haqida ma'lumotlar to'plash katta ahamiyatga ega, shu boisdan qurilish va montaj qilish davrida obyektning turli xil joylarida o'lchash-nazorat qilish asboblarini o'rnatish kerak va ular elementlarni nisbiy ishlashini ko'rsatadi hamda ma'lumotlar to'plash uchun xizmat qiladi.

Tizimning ishonchliligini oshirish uchun umumiy ishonchlilikni belgilovchi alohida omillar ta'sirini bilish lozim. Masalan, ishonchlilikni oshirish, kanallar foydali ish koeffitsiyentini ko'paytirish, filtratsiyaga suv isrofini kamaytirish uchun kanal qoplamasi va uning choklari orqali bo'ladigan filtratsiyaga ketadigan suv isrofini bilish kerak. Amalda ko'pgina hollarda beton qoplamalardan suv isrofini kamaytirish uchun qoplamalarni filtratsiyaga qarshi xossasini yaxshilashadi va choklarni takomillashtirish haqida kam qayg'urishada. Holbuki, o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, filtratsiyaga suv isrofi asosan qoplamlar orqali emas, balki choklar orqali bo'lar ekan. Demak, qoplamali kanallarni umumiy filtratsiyaga qarshi baholashda choklarning germetikligini ishonchliligi umumiy ishonchlilikni belgilovchi tavsif bo'ladi.

Temir-beton lotok (nov) larni ishlash ishonchliligini oshirish uchun choklar ishonchliligini oshirish kerak. Choklarni zichlashtirish, germetiklash sifati ochiq kanallarni uzluksiz ishlashini ta'minlash kerak, shu boisdan yaxshi sinovdan o'tgan zichlagichlarni qo'llash lozim. Ayniqsa, tayanchlar yaqinidagi choklarga juda katta

e'tibor qaratish kerak, chunki ulardan suv oqishi o'ta tez cho'kishlarga, lotok (nov) tarmog'i va tayanch, poydevorlarni ishdan chiqishga olib keladi.

Sifat va ishonchlilikni oshirish ayrim hollarda eskirgan asoslanmagan texnologik me'yorlar va ruxsatnomalar o'zgarishni talab qiladi. Mamlakatimizda va boshqa chet ellarda erishilgan eng yaxshi sifatli obyektlar ko'rsatkichlarini ushbu normativlarni qayta ko'rib chiqishda inobatga olish zarur.

Ilmiy-texnikaviy rivojlanishning sur'atlari tufayli yangi konstruksiyalarni, sug'orish rejimi va texnikasining yangi usullarini ishlab chiqishni rejali ravishda yo'lga qo'yish, loyihalash, amalga oshirish va sinovdan o'tkazish, mavjudlarini modernizatsiya qilishni iqtisodiy jihatdan asoslangan ketma-ketlikda bajarish kerak. Bunday tashkil etish uchun tizim (yangi konstruktsiya) ni ishlab chiqishning barcha bosqichlarida, ya'ni loyihalashdan tortib to sinovdan o'tkazish va ekspluatatsiyaga topshirishgacha qamrab oladigan xo'jalikni tarmoqli rejalashtirish va boshqarish tizimi asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

Kanallar, quvurli tarmoqlar va sun'iy inshootlar meliorativ obyektlar asosiy fondi qiymatining yarmidan ko'prog'ini tashkil etadi; mazkur elementlar bo'yicha ekspluatatsiya xarajatlarining ulushi kichik emas va taxminiy hisob-kitoblarga ko'ra meliorativ va suv xo'jaligi tizimining umumiy ekspluatatsiya xarajatlarini 20-25% ga teng. Xarajatlarni kamaytirish zaruriyati kanallar, quvurli tarmoqlar va sun'iy inshootlarni ishonchliligini oshirishni talab qiladi va bu kanallarda oqimning optimal (eng maqbul) tizimiga erishish, qoplamalar sifatini oshirish, quvurli tarmoqlarini korroziyaga qarshi himoyalash, quvurlarni mustahkamligi va soz holati bilan ta'minlanadi. Quvurlar mustahkamliligi va ishonchliligini quyidagi tadbir: quvur metallini sifatini oshirish, ularni tayyorlash texnologiyasini yaxshilash, zichlashtiruvchi termoishlov berish va sh.k.larni qo'llash orqali amalga oshirish mumkin.

Shuni aytib o'tish joizki, yuqorida aytib o'tilgan fikrlar, loyihachilarga barcha ishlab chiqish bosqichlarida ular yaratayotgan konstruksiyalar ishonchliligi va chidamliligini inobatga olish imkoniyatini bermaydi. Ammo bu, loyihalash davrida ushbu ko'rsatkichlarni hisobga olmaslik uchun asos bo'la olmaydi, hozirgi paytda turli xil konstruksiyalarning ishonchliligi va chidamliligi bo'yicha statistik

material to'plangan bo'lib, mazkur ma'lumotlarga ko'ra mufassal bo'lmasa-da, ishonchlilik nuqtayi nazaridan yaratilayotgan konstruksiyadan nimani kutish mumkinligini loyihalash davrida oldindan aytib berish (bashorat qilish) mumkin.

Ekspluatatsiya tajribasini inobatga olish uchun loyihalash davrida meliorativ obyektlarni ishonchliligi bo'yicha statistik materiallarni yig'ish va ishlov berishning qurilish, loyihalash va ta'mirlash tashkilotlari va obyektni ekspluatatsiya qiluvchi korxonalarni bir butun qilib birlashtiruvchi muayyan tizimini tuzish lozim. Bu tizim o'zining ishonchliligi bo'yicha mamlakatdagi va chet ellardagidan qolishmaydigan obyektlar yaratishga yordam berishi zarur. Bu yerda ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot ko'proq manfaatdor bo'lganligi sababli, bu vazifani uddalashning asosiy mas'uliyati ekspluatatsiya qiluvchilar zimmasida bo'ladi.

Xulosa qilib aytganda, respublikamizda qurilayotgan obyektlar ilmiy jihatdan asoslangan ishonchlilik va chidamlilikka ega bo'lishlari uchun quyidagi tadbirlar majmuasi o'tkazilishi zarur:

1) hisobiy sxemalarni aniqlashtirish;

2) loyihalash davrida to'satdan sodir bo'ladigan nosozlik, shikastlanishlar keltirib chiqaruvchi omillar va ularni ro'y berish ehtimolliligini yetarlicha to'liq hisobga olish;

3) texnik va iqtisodiy jihatdan asoslangan qaltislik bilan tizimni hisoblash;

4) materiallarni tayyorlash sifati shuningdek, qurilish va montaj ishlari ishonchliligi ustidan nazorat olib borish;

5) tizim ko'rsatkichlarini loyihadan chetga chiqmasligini ta'minlash, tizimni ishonchlilik nazariyasi inobatga olib ishlab chiqilgan qoidalar bo'yicha ekspluatatsiya qilish.

Gidromelioratsiya obyektlarini murakkablashuvi, ulardan foydalanish, jadalligining ortib borishi ko'p hollarda qo'llaniladigan elementlar sifati o'sishidan o'zib ketmoqda. Bu holat ularni ishonchliligini oshirishning tegishli chora-tadbirlarini qo'llashni talab qiladi. Bunda eng muhim elementni aniqlash va meliorativ obyektni ishlashini texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarni oshirish uchun birinchi navbatda uning ishonchliligiga ta'sir ko'rsatishi katta ahamiyatga ega. Aks holda mablag'lar sarflansa-da, lekin mo'ljaldagi samaradorlikka erishmaslik mumkin.

Materiallarni tayyorlshda qurilish, montaj qilishda obyekt xizmat qilish muddati davomida sarflaydigan, ishlash imkoniyatining

ma'lum bir zaxirasiga ega bo'ladi. Shunga ko'ra, texnologik jarayonning sifatini nazorat qilish va ishonchlilik masalalariga materiallarni tayyorlashdan tortib obyektni ekspluatatsiyaga topshirgunga qadar alohida e'tibor qaratish kerak.

Ishonchlilik mezonlarining miqdoriy tavsifi tizimni nafaqat optimal (eng maqbul) variantda loyihalash balki, avvaldan ushbu tizim uchun zarur bo'lgan materiallarni yaratish imkonini beradi.

Ishonchlilik muammosini faqatgina ilmiy-texnik va ma'muriy chora-tartiblar bilan hal etib bo'lmaydi. Buning uchun loyihachilar, quruvchilar va ekspluatatsiya qiluvchilarni keng ma'nodagi ongli ishtiroki talab qilinadi. Ishonchlilik muammosini mohiyatini va ahamiyatini ular tomonidan to'g'ri talqin qilinishi meliorativ tizimlar texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash va keyingi texnik yuksalish uchun alohida o'rin egallaydi.

Ishonchlilikni oshirish bo'yicha tadbirlar obyektlarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish tajribalariga asoslangan bo'lishi kerak. Statistik ma'lumotlar tahlili, ko'p mablag' talab qiladigan tadqiqotlar o'tkazmasdan turib tegishli tadbirlar ishlab chiqish imkonini beradi. Bunda hisoblarni tezlashtiradigan, ularni vaqt bo'yicha ta'sirini statistik o'zgaruvchanligini inobatga olib ko'p sonli omillar ta'sirini baholash imkoniyatini yaratadi.

Ekspluatatsiya qilinadigan meliorativ obyektlar va ularning elementlari ishonchliligi bo'yicha statistik materiallarni yig'ish va ishlov berishning muayyan tizimini yaratish qisqa vaqt ichida o'zining ishonchliligi bo'yicha zamonaviy darajasidagi meliorativ tizimlarni qurib bitkazishga zamin yaratadi.

Ishonchlilik haqida ma'lumot yig'ishda tizim, obyektlarni ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotlar asosiy vazifani bajaradilar. To'plangan ma'lumotlar loyihalash uchun zamonaviy topshiriqlar tuzishda, shuningdek, ishlab chiqish fondlaridan foydalanishni yaxshilash uchun xizmat qiladi.

Aytilgan fikrlar gidromelioratsiya obyektlarini loyihalash va ekspluatatsiya qilishda ishonchlilikning umumiy nazariyasini tavsiyalaridan foydalanish melioratsiya sohasiga berilayotgan kapital mablag'lar samaradorligini oshirish, ilmiy-texnik taraqqiyotni jadallashtirish imkonini beradi. Biroq, ishonchlilik nazaryasini qo'llanishi mutlaqo haqiqatni aniqlashga ko'maklashadi deb o'y-

lamaslik kerak, u faqat qilingan xulosalar, yo'l qo'yilgan xatoliklarning to'g'ridan-to'g'ri oqibati ekanligini kafolatlaydi, xolos. Holbuki, ushbu taxminlar hayotiy haqiqatning soddalashgan ko'rinish sxemalari bo'lib, ularni ishlab chiqish uchun juda ko'p mablag'larni, ko'proq samara berish uchun esa, bajarilayotgan tadqiqotlarni nazariy jihatdan asoslangan qaltislik bilan rejalashtirish kerak bo'ladi.

Gidromelioratsiya obyektlarini ishonchliligi haqidagi fan o'zini rivojlanishini dastlabki bosqichini o'z boshidan kuchirmoqda, shu boisdan ishonchlilikni oshirish bo'yicha ayrim tavsiyalar bir qarashda asossizday bo'lib tuyulishi mumkin, ammo ayni paytgacha to'plangan ma'lumotlardan kelib chiqib, ularni obyektni, inshootni va butun tizimni normal, soz holatda ishlashni ta'minlashga xizmat qiladi deb ayta olamiz.

Nazorat savollari

1. Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi deganda nimani tushunasiz?
2. Gidrotexnika inshootlari qurilishi tarixida ro'y bergan avariya, buzilish va halokatlarga misol keltiring?
3. Ishonchlilik nazariyasi haqida ma'lumot bering va uni gidrotexnika inshootlariga qanday qo'llash mumkin?
4. Ishonchlilikning qanday asosiy mezonlari va tavsifilarini bilasiz?
5. Ishonchlilik hisoblarida Bul algebrasi uslubini qanday qo'llash mumkin?
6. Gidrotexnika inshootlari zaminlari ishonchliligi qaysi mezonlar bilan baholanadi?
7. Tutashtiruvchi inshootlar ishonchliligi mahalliy yuvilish ta'siri orqali qanday baholanadi?
8. Gidrotexnika inshootlari zaminlarini filtratsiya deformatsiyalariga ishonchliligini baholash qanday amalga oshiriladi?
9. Nasos stansiyalar ishonchliligi qanday ko'rsatkichlar bilan tavsiflanadi?
10. Ishonchlilikning iqtisodiy masalalari deganda nimani tushunasiz?
11. Gidrotexnika inshootlari chidamliligi nimalarga bog'liq?
12. Gidrotexnika inshootlari ishonchliligini oshirish bo'yicha qanday umumiy tavsiyalar bor?

17.3.Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi

17.3.1. Xavfsizlik bo'yicha O'zbekiston Respublikasining qonun asoslarini va texnika xavfsizligi bo'yicha amaldagi me'yorlar va qoidalarni o'rganish

17.3.1.1. "Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida" gi Qonun

O'zbekiston Respublikasining "Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida" gi Qonuni 1999-yil 20-avgustda qabul qilingan bo'lib, u 15 moddani o'z ichiga oladi.

1-moddada ushbu Qonunning maqsadi, gidrotexnika inshootlarini loyihalashtirish, qurish, foydalanishga topshirish, ulardan foydalanish, ularni rekonstruksiya qilish, tiklash, konservatsiyalash va tugatishda xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha faoliyatni amalga oshirishda yuzaga keladigan munosabatlarni tartibga solishdan iborat ekanligi keltirilgan.

2-modda gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'rsidagi qonun hujjatlariga bag'ishlangan bo'lib, unda O'zbekiston Respublikasida va xalqaro shartnoma xavfsizligi sohasidagi munosabatlarni huquqiy jihatdan tartibga solish bayon etilgan.

3-moddada quyidagi asosiy tushunchalar yoritilgan:

Gidrotexnika inshootlari – ularga to'g'onlar, gidroelektr stansiyalar binolari, suv tashlash, suv bo'shatish, suv o'tkazish va suv chiqarish inshootlari, tunnellar, kanallar, nasos stansiyalari, suv omborlari qirg'oqlarini, daryolar va kanallar o'zanlarining qirg'oqlari va tubini toshqin hamda yemirilishlardan muhofaza qilish uchun mo'ljallangan inshootlar, sanoat va qishloq xo'jaligi tashkilotlarining suyuq chiqindilar saqlanadigan joylarini o'rab turuvchi inshootlar (ko'tarmalar, dambalar).

Foydalanuvchi tashkilot – tasarrufida (balansida) gidrotexnika inshooti bo'lgan korxona, muassasa va tashkilot;

Favqulodda vaziyat – muayyan hududdagi avariyaga olib kelishi mumkin bo'lgan, shuningdek, gidrotexnika inshootining avariyasi natijasida vujudga kelgan bo'lib, odamlar qurbon bo'lishiga, odamlar sog'lig'iga yoki tabiiy atrof-muhitga zarar yetkazilishiga, jiddiy moddiy talafotlarga va odamlarning hayot faoliyati sharoitlari buzilishiga olib kelishi mumkin bo'lgan yoki olib kelgan vaziyat.

Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi – gidrotexnika inshootlarining odam-lar hayoti, sog'lig'i va qonuniy manfaatlarini, tabiiy atrof-muhitga va xo'jalik obyektlarini muhofaza qilishni ta'minlash imkonini beruvchi holati;

Gidrotexnika inshootining xavfsizligi deklaratsiyasi – gidrotexnika inshootining xavfsizligi asoslab beriladigan hujjat.

Gidrotexnika inshootining xavfsizligi mezonlari – gidrotexnika inshooti holatining va undan foydalanish shartlarining gidrotexnika inshooti avariyasi xavfining yo'l qo'yiladigan darajasiga muvofiq miqdor va sifat ko'rsatkichlarining cheklangan qiymatlari.

Gidrotexnika inshooti avariyasi xavfining yo'l qo'yiladigan darajasi – gidrotexnika inshooti avariyasi xavfining me'yoriy (normativ) hujjatlar bilan belgilangan qiymati.

4-moddada O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi sohasidagi vakolatlari;

5-moddada Mahalliy davlat hokimiyati fanlarining gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi sohasidagi vakolatlari;

6-moddada esa gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi ustidan davlat nazorati haqida keltirilgan.

Qonunning 7-moddasi gidrotexnika inshootlarining kadastri, 8-moddasi gidrotexnika inshootlarining xavfsizligini ta'minlashga qo'yiladigan asosiy talablar;

9-moddasi esa, gidrotexnika inshootlarining xavfsizligini ta'minlash yuzasidan foydalanuvchi tashkilotning majburiyatlariga bag'ishlangan.

10-moddada gidrotexnika inshootining xavfsizligi deklaratsiyasi, 12-moddada gidrotexnika inshootlarini loyihalashtirish, qurish va ulardan foydalanish bo'yicha faoliyatni litsenziyalash, 13-moddada gidrotexnika inshootlarini tekshirish, 14-moddada gidrotexnika inshootlarining xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan avariya moddiy-texnika zaxiralarini yaratish va ulardan foydalanish, 15-moddada gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risidagi qonun hujjatlarini buzganlik uchun javobgarlik to'g'risida so'z boradi.

17.3.1.2. Gidrotexnika inshootlarida xavfsizlikning umumiy masalalari

Gidrotexnika inshootlarini loyihalash paytidan boshlab qurilish va ekspluatatsiya qilish davrlarida inshootlarni xavfsizligi va ishonchliligini ta'minlaydigan tadbirlar bajarilishini ko'zda tutish zarur.

Gidrotexnika obyektlarini ishonchlilik va xavfsizlik sohasidagi ayrim tushuncha va iboralarni ko'rib o'taylik.

Ishonchlilik deb — belgilangan vaqt ichida, ekspluatatsiyaning o'rnatilgan rejimi va sharoitida talab qilinadigan funksiyalarni bajarish qobiliyatini tavsiflovchi inshootning xossalariga aytiladi.

Inshoot xavfsizligi deganda — uning belgilangan vaqt intervali ichida berilgan shart-sharoitlarda talab qilinadigan funksiyalarni bajarish qobiliyati tushuniladi.

Chidamlilik — bu inshootning xizmat qilish muddati ichida berilgan shart-sharoitlarda chegaraviy holatgacha yetib bormasligidir.

Ta'mirlanishga yaroqlilik deb — inshootni shunday tiklash va ushlab turish holatiga moslashganligiga aytiladiki, bunda texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlarini o'tkazish orqali obyekt talab qilinadigan funksiyalarni bajara oladi.

Agar inshoot me'yoriy-texnikaviy, loyihaviy va ekspluatatsiya hujjatlari talablaridan eng kamida bittasiga javob bermagan taqdirda, bunday inshoot nosoz holatda deyiladi.

Avariya deb — obyektda, ma'lum bir hududda inson hayoti va sog'lig'iga xavf tug'diradigan, boshqa inshootlarning buzilishiga olib keladigan, shuningdek, tevarak-atrofdagi tabiiy muhitga zarar yetkazadigan xavfli texnogen hodisaga aytiladi.

Ishdan chiqish (buzilish) deganda — obyektning ishlash qobiliyati yo'qolishi, ya'ni talab qilinadigan funksiyalarni bajara olish qobiliyati yo'qolishi tushuniladi.

Gidrotexnika obyektlari — gidrotexnika inshootlarining gidrouzellari, ularning konstruksiyalari, zaminlari va jihozlari, iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy nuqtayi nazaridan murakkab va mas'uliyatli muhandislik obyektlari o'rtasida eng ko'p tarqalgan bo'lib, ularning soz va xavfsiz ishlashini ta'minlashga dunyo bo'yicha alohida e'tibor qaratiladi.

Chegaraviy holat deb — bu holatdan keyin o'z vazifasiga ko'ra obyektni ishlatishga yo'l qo'yilmasligi yoki maqsadga muvofiq emasligi nuqtayi nazaridan gidrotexnika inshootining resurs tugaganligini belgilovchi holatga aytiladi.

Kritik holat deganda — obyektning yo'l qo'yib bo'lmaydigan salbiy holatdan tortib to avariya yuz berishiga olib keluvchi holat tushuniladi.

Gidrotexnika inshootlarining talab qilinadigan xavfsizligi, har bir muayyan hol uchun chegaraviy holatni belgilangan me'yorlari

bo'yicha, xavfsizlik mezonlari bilan aniqlanadigan qator shartlarni bajarish orqali ta'minlanadi. Xavfsizlik mezonlari sifatida mustahkamlik, ustuvorlik, suv o'tkazmaslik va boshqa xossalarini tavsiflovchi, gidrotexnika inshootlarini ishlash qobiliyati va soz holati bilan bog'liq shart-sharoitlar, shuningdek, o'rnatilgan ekspluatatsiya, texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash rejimlari va shartlari, buzilgan obyektlarni ekspluatatsiyadan chiqarish, ekologik me'yorlar va texnika xavfsizligi talablari ham qabul qilinadi.

17.3.1.3. Gidrotexnika inshootlarida ro'y bergan avariya va shikastlanishlar

Keng ko'lamdagi gidrotexnika qurilishi yirik gidrotexnika qurilishlarini bunyod etish va ekspluatatsiya qilish bilan bog'liq bo'lib, ular nafaqat butun mintaqaning ekotizimlarini faoliyat ko'rsatish sharoiti va fizika - jug'rofiy tavsifini o'zgartirib qolmasdan, balki ishdan chiqishlar, nosozliklar, buzilishlar natijasida yirik avariya va texnogen favqulodda vaziyatlarni keltirib chiqarish xavfiga ham egadir.

Gidrotexnika qurilishi tarixida ko'pgina avariya holatlari qayd etilgan, ularning ba'zilari ko'p sonli odamlar qurbon bo'lishiga, jiddiy iqtisodiy, ekologik va ijtimoiy talafot, zarar va yo'qotishlarga olib kelgan (17.3-jadval).

Gidrotexnika inshootlaridagi ro'y beradigan avariya, buzilish va ishdan chiqishlarni keltirib chiqaruvchi sabablar tahliliga bizning mamlakatimizda bo'lgani singari, boshqa davlatlarda ham katta e'tibor beriladi.

17.3.1.4. Gidrotexnika inshootlaridagi avariyalarga sabab bo'luvchi ijtimoiy-ekologik omillar va ularni tutgan o'rni

Gidrotexnika inshootlaridagi avariyalarni bevosita sabablari bo'lib quyidagilar hisoblanadi:

1) inshootni konstruktiv elementlari va zaminini deformatsiyasi tufayli gidrotexnik inshootni ustuvorligini yo'qolishi;

2) konstruksiyalarni, shuningdek, konstruktiv elementlar va zaminlarni yeyilishi va eskirishi, ularda shikastlanishlarni yig'ilib borishi tufayli inshootni o'z mustahkamligini yo'qotishi;

To‘g‘onlarda ro‘y bergan halokatli avariyalarga misollar

To‘g‘on joylashgan mamlakat	Turi, balandligi, m	Avariya yili	Avariyaning asosiy sababi	Qurbonlar soni
Deyl Dayk (Angliya)	G/29,0	1864	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv toshqini	238
Saus Fork (AQSH)	G/21,5	1889	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv toshqini	2500
Austin (AQSH)	BG/15,2	1911	Zamin bo‘ylab siljish	100
Gleno (Italiya)	K/52,0	1923	Zamin bo‘ylab siljish	500
Sent Frensis (AQSH)	BG/62,6	1928	Kimyoviy suffoziya	400
Milpase (Fransiya)	A/66,0	1959	Qirg‘oqqa tutashgan qismining siljishi	421
Orush (Braziliya)	G/54,0	1960	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv tashlash inshootining buzilishi	1000
Vayont (Italiya)	A/262	1963	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv omborida o‘pirilish	2600
Sempor (Indoneziya)	G/54,0	1967	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv tashlash inshootining buzilishi	200
Bufalo Krik (AQSH)	G/32,0	1972	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv toshqini	125
Titon (AQSH)	G/93,0	1976	Loyihadagi qo‘pol xatolik, kontaktli suffoziya	11
Machxug (Hindiston)	G/26,0	1979	To‘g‘on ustidan suv oshib o‘tishi, suv tashlash inshooti zatvori buzilishi	2000

3) suv o'tkazish inshootlarini suv o'tkazish qobiliyati yetarli emasligi va to'g'on ustidan suvni oshib o'tishi;

4) alohida sabablar, masalan, harbiy harakatlar, boshqaruvda yo'l qo'yiladigan xatolar, diversiya va sh.k.

Gidrotexnika obyektlaridagi ijtimoiy-ekologik buzilishlar deganda insonlarni tabiiy-ekologik yoki ijtimoiy yashash sharoitidagi ixtiyoriy noqulay o'zgarishlar tushuniladi va bunda ular insonni hayoti va sog'lig'iga xavf tug'diradigan holatga moslashish qobiliyatiga, uning biologik yoki ijtimoiy-iqtisodiy xususiyatlariga ta'sir ko'rsatishi hisobga olinadi.

Halokatli oqibatlarga olib keladigan hamda gidrotexnika obyektlari qurilishi va ekspluatatsiyasi bilan bog'liq ijtimoiy-ekologik buzilishlar qatorida quyidagilarni ajratib ko'rsatish mumkin:

1) suv toshqini va hududni suv bosishi;

2) qirg'oqlarni yuvilib ketishi;

3) inson sog'ligi uchun xavfli organizmlar paydo bo'lishi;

4) yerlar eroziyasi va degradatsiyasi;

5) gidrotexnika inshootlarini nosozligi.

Gidrotexnika obyektlarida ijtimoiy-ekologik buzilishlarning bevosita sabablari quyidagilar bo'lishi mumkin:

1) gidrotexnika inshootlaridagi avariyalar;

2) gidrotexnika inshootlarini ishdan chiqishi va nosozligi;

3) gidrotexnika inshootlarini loyihaviy ekspluatatsiya rejimiga rioya qilmaslik;

4) gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya rejimi bilan atrof-muhit omillari o'rtasidagi noqulay mutanosiblik.

Gidrotexnika inshootlaridagi avariyalar va ijtimoiy-ekologik buzilishlarni keltirib chiqaruvchi sabablar turli-tuman bo'lib, ulardan birortasini muayyan bir avariya yoki buzilishlar uchun asosiysi deb ko'rsatish juda qiyin. Ko'p hollarda gidrotexnika obyektlarida avariya va buzilishlar noqulay shart-sharoitlar tufayli sodir bo'ladi va ularni to'rtta asosiy guruhga bo'lish mumkin:

1) favquloddagi (stixiyali) sharoitlar, ularga halokatli suv toshqini, zilzila, dovul, jala, tog' ko'chishi yoki o'pirilishi, inshootlarga muzlar tiqilib qolishi, yuqoriroqda joylashgan dimlovchi inshootlarda suv urib ketishi kabilar kiradi;

2) hisobiy tabiiy yoki ekspluatatsiya yuklamalari va ta'sirlarni potensial xavfli ravishda birgalikda kelishi, ko'p hollarda ularga gidrotexnika inshootlarining davomli nosozligi, ekspluatatsiya sharoitini

o'zgarishi, gidrotexnika inshootlari va ularni alohida konstruktiv elementlarini shikastlanishi kiradi;

3) inshootlar, konstruksiyalar, zaminlar va ularning elementlarini mustahkamligi, ustuvorligi va chidamliligi yetarli emasligi, shu jumladan material va gruntlarni vaqt davomida fizika-mexanikaviy xossalarini yomonlashuvi (materiallar eskirishi);

4) kelib chiqishga ko'ra subektiv tavsifga ega turli xil sabablar: loyihani yetarlicha ilmiy asoslanmaganligi, ishlarni sifatsiz bajarilishi, ta'mirlanish o'z vaqtida o'tkazilmaganligi, ekspluatatsiya qoidalariga rioya qilmaslik.

Zamonaviy gidrotexnika obyektlarida avariya va turli xil buzilishlarga obyektiv sabablardan biri qilib, obyektlarni avvalgilarga nisbatan noqulayroq sharoitlarda, ya'ni zaminlarni murakkab muhandislik-geologiya tuzilishga ega bo'lgan seysmik faol zonalarda, geologik nuqtayi nazardan kam o'rganilgan daryolarda, kuchli antropogen jarayonga moyil bo'lgan hududlarda barpo etilayotganligini qayd etib o'tish mumkin.

Nazorat savollari

1."Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida"gi Qonun qachon qabul qilingan.U nechta moddadan iborat?

2. Gidrotexnika inshootlariga nimalar kiradi?

3. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi deganda nimani tushunasiz?

4. Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi nima?

5. Ekspluatatsiya tashkilotlariga izoh bering?

6. Favqulodda holat nimadan iborat va xavfsizlik mezonlarini tushuntiring?

7. Gidrotexnika inshootlarida avariya xavfining yo'l qo'yiladigan darajasi nimani bildiradi?

8. Gidrotexnika inshootlarida ro'y bergan qanday avariya va buzilishlarni bilasiz?

9. Gidrotexnika inshootlaridagi avariya sabablarini sanab o'ting?

10. Gidrotexnika inshootlaridagi avariyalarda ijtimoiy-ekologik omillar qanday rol o'ynaydi?

17.3.2. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini baholash, ularning xavfsizligi mezonlari tushunchasi

Agar inshootning holati xavfsizlik bo'yicha loyihaviy-me'yoriy talablarga javob bersa, demak u normal ekspluatatsiya qilinayapti deyish mumkin. Bunda inshootning loyihaviy ma'lumotlarga to'liq

mos kelishi, uni to'la ishonchlilikka ega deb aytishga asos bo'la olmaydi, chunki vaqt o'tishi bilan loyiha me'yorlari ham o'zgarib boradi. Masalan, 20 yil avvalgi me'yorlarga javob bergan inshoot ayni paytda ishonchlilik bo'yicha to'g'ri kelmasligi mumkin, chunki seysmik faol hududlarda ball shkalasi va shunga ko'ra hisobiy ball ham o'zgarib turadi.

Ball shkalasi oshib borishi gidrotexnika inshootlarini ustuvorligini oshirish maqsadida ularni rekonstruksiya qilinishini talab qilishi mumkin.

Me'yoriylik bo'yicha holat boshqa qo'shimcha sabablarga ko'ra ham o'zgarib turishi mumkin: pastki befda juda muhim zavod, kombinat yoki biror bir shahar barpo etilsa, inshootning kapitallik sinfi o'zgaradi, u bilan birga inshochlilikka qo'yiladigan talab ham boshqacha bo'ladi.

17.3.2.1. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini belgilovchi omillar umumiy tasnifi

Tabiatdan foydalanishdagi omillar. Ularga tabiiy resurslardan foydalanish jarayoniga ta'sir etuvchi ixtiyoriy (abiotik, biotik, antropogen) shart-sharoit yoki holatlar kiradi. Gidrotexnikaviy tabiatdan foydalanish doirasida qaror qabul qilish, unga ta'sir etuvchi quyidagi barcha omillar majmuasini tahlili asosida amalga oshiriladi:

1) tabiiy va ekologik resurslarga ta'sir etuvchi omillar;

2) tabiatdan foydalanuvchi obyekt sifatida gidrotexnika obyektlariga ta'sir etuvchi obyektlar;

3) tabiatdan foydalanuvchi obyekt sifatida insonga ta'sir etuvchi obyektlar.

Ma'lumki bir qarorni tanlash jarayonida tabiatdan foydalanishdagi omillar loyihani amalga oshirishning ijtimoiy-ekologik va ijtimoiy-iqtisodiy oqibatlarga qarab shakllanadi.

Tevarak atrofdagi tabiiy va ijtimoiy-iqtisodiy muhitda sifat va son o'zgarishlarini ikkita katta guruhga bo'lish mumkin:

1) inson hayoti shart-sharoitini va ekologik-ijtimoiy muhitni yaxshilaydigan loyihani amalga oshirishdagi ijobiy samara, iqtisodiy manfaat va qulay o'zgarishlar;

2) obyektning qurilish va ekspluatatsiya davridagi xavfliligi va u bilan bog'liq bo'lgan inson hayoti shart-sharoitini yomonlashuviga

olib keluvchi ekotizim va sotsiumlar uchun noqulay o'zgarishlar va turli xil zararlar.

Gidrotexnika inshootlarining talab qilinadigan ishonchlilik va xavfsizligini ta'minlash zarurati qaror qabul qilishdagi holatni yetarli darajada belgilab beradi.

Omillar tasnifi. Ma'lumki, omillar o'rtasida birinchi o'ringa obyektning faoliyat sharoitlari va qo'llanish usullarini shakllantiruvchi omillar, ya'ni obyektning sifati to'g'ridan to'g'ri yoki qisman bog'liq bo'lgan va xavfsizlik bo'yicha qo'yilgan talablarni amalga oshirishga yo'naltirilgan omillar quyida aytib o'tilgan.

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini belgilovchi omillarni uchta guruhga bo'lish mumkin:

1) tabiiy omillar;

2) texnogen omillar;

3) tabiatdan foydalanish bo'yicha turli xil cheklashlarni tavsiflovchi (texnik-iqtisodiy, ijtimoiy, ekologik va estetik) omillar.

Tabiiy omillar gidrotexnika inshootlari ta'siriga ko'ra quyidagilarga bo'linadi:

1) daryoning gidrologik rejimi;

2) hudud (rayon) ning seysmikligi;

3) inshoot joylashgan o'rni (stvor)ning suv ombori zonasi, zaminning muhandislik-geologik, gidrogeologik xususiyatlari;

4) gruntlar va zamin jinslarini fizik-mexanikaviy xossalari ko'rsatkichlarini tabiiy turlanishi va vaqt hamda fazo bo'yicha o'zgaruvchanligi;

5) iqlimiy ta'sir (havoning harorati va namligi, suvning harorati, shamol, yog'in-sochin);

6) o'pirilish-ko'chish xavfi;

7) muzlarning tiqilib qolish xavfi;

8) biologik xavf;

9) tabiiy ta'sirdan yuklamalar parametrlari: tebranishlar tezlanishi, tezlik, bosim, bosim gradiyenti, pulsatsiya, zo'riqish bosimi pulsatsiyasini vaqt va fazo bo'yicha o'zgaruvchanligi.

Texnogen omillar o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi:

1) loyihaviy-texnologik;

2) qurilish-texnologik;

3) ekspluatatsiya-texnologik omillar.

Loyihaviy-texnologik omillar ichida gidrotexnika obyektlari uchun inshootlarni konstruktiv xususiyatlari, ularni parametrlari va tuzi-

lishi, shuningdek, qidiruv, loyihalash va rekonstruksiya ishlarida yo'l qo'yilgan xatolar eng muhim hisoblanadi. Bu yerda materiallar va gruntlarning xossalari, shuningdek, turli xildagi tutashtirish inshootlari, filtrlar, o'tish zonalari, beton yostiqchalar, sementatsiya, qoplamalar, mahkamlagichlar, filtratsiyaga qarshi to'siqlar, drenajlar o'rnatish yo'li bilan gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligini rezervlashga yo'naltirilgan loyihaviy va konstruktiv yechimlar o'ta muhim ahamiyatga egadir.

Nazorat-o'lchash asboblari (NO'A) ni o'rnatish va nazorat hamda diagnostika ma'lumotlariga tezkor ishlov berish tizimini tatbiq etish zamonaviy gidrotexnika obyektlari sifatining muhim loyihaviy-texnologik omili bo'lib xizmat qiladi.

Qurilish-texnologik omillarga quyidagilar kiradi:

1) qurilish davrining yuklama va ta'sirlari: harorat-torayish yuklamalari, qurilish mexanizmlari yuklamalari, sementatsiya bosimi, g'ovaklik bosimi va boshqalar;

2) qurilish texnologiyasi bilan belgilanadigan ishlab chiqarish nuqsonlari: zichlashmagan zonalar, gruntlarning ajralish zonasi, suv o'tkazish traktlari yuzasini texnologik g'adir-budurligi (bo'rtib chiqish, kavaklar, betonni g'uddasi) mavjudligi;

3) qurilish texnologiyasi bilan belgilanadigan konstruksiya gruntlari va materiallarining fizik-mexanikaviy xossalarini vaqt va fazo bo'yicha o'zgaruvchanligi va turlanishi;

4) qurilish-montaj ishlarini bajarish sifatini mualliflik nazorati ma'lumotlarini qiymati;

5) alohida muhim texnogen ta'sirlar: ishlab chiqarish paytida portlatishlar, adirlarni kesib olish va sh.k.;

6) muvaqqat inshootlar (qurilish davri uchun) — qurilish suv tashlagichlari, mexanikaviy jihozlar ish qobiliyati va sh.k.

Ekspluatatsiya-texnologik omillar quyidagilardan iborat:

1) suv omborida loyqa va ifloslanish to'planishi;

2) inshoot tanasi, suv omborlari yon tomoni va o'zani orqali suv filtratsiyasi;

3) oqimni rostlash;

4) kavitatsiya xavfi;

5) abraziv xavfi;

6) yuqori va pastki beflarda inshoot zaminlari va qirg'oqlarni yuvilib ketishi;

7) o'zan o'zgarishi tufayli pastki befda suv sathi rejimini o'zgarib turishi;

8) konstruksiya elementlari (qoplamalar, mahkamlagichlar va sh.k.) ni ekspluatatsiya, tabiiy, antropogen va boshqa ta'sirlar natijasida shikastlanishi;

9) alohida muhim ekspluatatsiya ta'sirlari, masalan, suv omboridan ekstremal suv sarfi va loyqani chiqarib yuborish;

10) o'ta muhim vazifani bajaradigan doimiy inshoot va obyektlar (suv tashlash inshootlari, mexanik jihozlar, filtratsiyaga qarshi va drenaj qurilmalari va sh.k.) ni ish qobiliyati;

11) obyektni bir me'yorda ishlashi uchun zarur bo'lgan tashqi moddiy-texnik resurslari (texnik-zatvorlarni yer osti mexanizmlariga elektr ta'minoti va sh.k., iqtisodiy-profilaktika va tiklash-ta'mirlash ishlariga mablag', ijtimoiy-xizmat ko'rsatuvchi kishilar) va gidrotexnika obyekti ishini ta'minlaydigan obyektlar (elektr ta'minoti liniyalari, aloqa vositalari, transport komunikatsiyalari va sh.k.) bilan ta'minlanganlik;

12) gidrotexnika obyektidagi ro'y berishi mumkin bo'lgan ekspluatatsiya davridagi ishdan chiqishlar, buzilishlar va avariyalar tavsifi, avariyalarni bataraf etishga vaqt rezervi; avariya jarayonlarini kechishi dinamikasi;

13) ta'mirlash va tiklash ishlarining ehtimollik hajmi; ta'mirlash va tiklash uchun vaqt rezervi;

14) NO'A va avtomatik boshqaruv tizimi ishonchliligi;

15) muhandislik-texnika xodimlar (personali) kvalifikatsiyasi (salohiyati);

16) gidrotexnika obyektlaridan foydalanish usullari (ularning ichida obyektning turli xil tarkibiy tuzilmalari o'rtasida funksional vazifalarni qayta taqsimlanishi va ko'p funksiyali qo'llash imkoniyati ajralib turadi).

17.3.2.2. Gidrotexnika inshootlarining xavfsizlik mezonlari

"Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida"gi Qonunga asosan, foydalanuvchi tashkilot "...gidrotexnika inshooti xavfsizligining pasayishi sabablarini muntazam tahlil qilib borish va gidrotexnika inshootini texnik jihatdan soz bo'lishini va uning xavfsizli-

gini ta'minlashga, shuningdek, gidrotexnika inshooti avariyasining oldini olish bo'yicha chora-tadbirlarni ishlab chiqishga va ularni o'z vaqtida amalga oshirishga" majburdir.

Ekspluatatsiya qilinayotgan gidrotexnika inshootlari uchun quyidagi ekspluatatsiya holatlarini farqlay olish lozim:

1) normal holat;
2) potensial xavfli holat;
3) avariya oldi holati.

Agar gidrotexnika inshooti loyihaviy me'yoriy talablarga javob bermasa, u holda inshoot potensial xavfli holat – mezon 1 (M1) yoki avariya oldi holati–mezon 2 (M2) da bo'ladi.

Gidrotexnika inshootlarini M1 va M2 mezon holatlari deganda quyidagilarni tushunish lozim:

1) M1–bu shunday diagnostika ko'rsatkichlari qiymatini birlamchi (ogohlantiruvchi) darajasi hisoblanadiki, unga erishgan taqdirda gidrotexnika inshooti va uning zaminining ustuvorligi, mexanik va filtratsiya mustahkamligi, shuningdek, suv tashlash va suv o'tkazish inshootlarini suv o'tkazish qobiliyati ekspluatatsiyaning normal sharoitiga javob beradi.

2) M1–diagnostika ko'rsatkichlari qiymatini ikkilamchi (chegaraviy) darajasi bo'lib, uni oshib borishi bilan gidrotexnika inshootini loyihaviy rejimda ekspluatatsiya qilish mumkin emas.

Inshootning potensial xavfli holati inshoot egasi va nazorat organlarini zudlik bilan aralashuvini talab qiladi, bu haqda esa ularga ekspluatatsiya xodimi kechiktirmasdan xabar yetkazadi. Inshootning ushbu holati shoshilinch yoki nisbatan tez buzilishini bildirmaydi.

Ekspluatatsiya qilinayotgan inshoot va uni xavfsizligiga operativ baho berish, o'lchangan yoki hisoblangan diagnostika ko'rsatkichlarining son va sifat qiymatlarini ularning mezon kattaliklari M1 va M2 bilan, shuningdek, diagnostika intervallari bilan taqqoslash orqali amalga oshirilishi lozim, IV sinfdagi inshootlar, shuningdek, III sinfdagi inshootlar uchun esa maxsus asoslashdan so'ng bitta M2 qiymatdagi mezon qiymatini o'rnatishga ruxsat etiladi.

M1 va M2 mezonlarning son qiymatlari diagnostika va hisobiy ko'rsatkichlar asosida aniqlanadi, ushbu ko'rsatkichlar esa tegishli holda asosiy va eng muhim yuklamalarda inshootni reaksiyasini baholash asosida o'rnatiladi. Yuklamalarni birgalikdagi tarkibi va ularni

aniqlash usullari har bir muayyan gidrotexnika inshooti uchun me'yoriy (normativ) hujjatlar va loyiha asosida o'rnatiladi, so'ngra me'yoriy hujjatlar talablari o'zgarishini hisobga olgan holda ekspluatatsiya davomida aniqlik kiritiladi.

Inshootlarni M1 xavfsizlik mezoni holatiga o'tish sabablari. Bu sabablar turlicha bo'lib, ularga sabab qilib rejimdagilarni ko'rsatish mumkin, masalan: drenaj kolmatatsiyasi va uning natijasida depressiya egri chizig'ini loyihaviy maksimal holatdan 10...20 sm ga balandroq ko'tarilishi, bu esa o'z navbatida to'g'onning yonbag'ri pastki (otkos)ni ustuvorligi pasayishiga, filtratsiya suv sarfini ortishi va sh.k.larga olib kelishi mumkin. Bu holat potensial xavfli hisoblanadi va ma'lum chora-tadbirlarni ko'rishni talab qiladi.

Gidrotexnika inshootlari normal holatdan, potensial xavfli M1 mezon holatini chetlab, M2 xavfsizlik mezon holatiga o'tishi mumkin emas, uning sodir bo'lishini esa ekspluatatsiya xodimi kuzatuvlarida yo'l qo'yiladigan kamchiliklar tufayli deb qarash kerak.

Asboblar yordamida kuzatishdan tashqari, vizual (oddiy ko'z bilan) kuzatuvlar ham katta ahamiyatga ega, ular bo'yicha sifatli diagnostika ko'rsatkichlari (M1 va M2) olinadi. Gidrotexnika inshootlari holatini sifat jihatdan baholashni ekspert yoki ekspertlar guruhi amalga oshiradi. Buning uchun cho'kish va siljishlar, temirbeton va metall elementlar korroziyasi, materiallar eskirishi va yeyilishi, suv sizishi va boshqa buzilishlarni tashqi ko'rinishi baholanadi. Inshootning potensial xavfli (M1) holatini avariya oldi holati (M2) va hatto, avariya holatiga o'tishi deb ham baholanadi.

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini baholash. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini baholash uchun avariya xavfi darajasi baholanishi va buning uchun omillar tizimi tuzilishi kerak. Avariya xavfi darajasini baholash gidrotexnika inshootlari xavfsizligi deklaratsiyasini tuzishda bajarilishi lozim.

Loyihalash davrida diagnostika ko'rsatkichlari M1 va M2 ning mezon va tarkibi filtratsiya, gidravlik va harorat rejimlarini eksperimental tadqiqotlari va hisoblari natijalari tahlili asosida aniqlanishi zarur. Bunda shuningdek, gidrotexnika inshootlarini asosiy va o'ta muhim yuklamalar to'plamiga ustuvorligi va zo'riqishli-deformatsiyali mustahkamlik holati hamda materiallarning mustahkamlik-deformatsiya va filtratsiya xossalarini tahlili natijalari hisobga olinishi kerak.

17.3.2.3. Gidrotexnika inshootlari xavfsizlik mezonlari ko‘rsatkichlarini aniqlash uslublari

Gidrotexnika inshootlari xavfsizlik mezonlarini aniqlash uslublari barcha sinfdagi suv xo‘jaligi obyektlarini loyihalash, qurish, ekspluatatsiyaga qabul qilish va ekspluatatsiya qilish davrida qo‘llash uchun majburiydir va u quyidagilarni o‘z ichiga oladi (17.4-jadval).

17.4-jadval

Gidrotexnika inshootlari holati ko‘rsatkichlari M1 va M2 mezon qiymatlarini uslublari

t/r	Ko‘rsatkichlar nomi	Gidrotexnika inshootlari ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun tavsiya qilinadigan hisoblar va tadqiqotlar uslublari
1	2	3
1	Gruntli inshootlar tanasi va qirg‘oqqa yopishgan qismida filtratsiya oqimi depressiya yuzasi belgisi	Analitik uslublar (bosimi va bosimsiz filtratsiyani tadqiqot qilish uslubi) va grafikaviy pezometrik bosimlar, filtratsiya suv sarflarini aniqlash uslubi Filtratsiya rejimi asosiy ko‘rsatkichlari (sathlar, pezometrik bosimlar, filtratsiya suv sarflari) ni mezon qiymatlarini aniqlash uchun son uslublari, EGDO‘ uslubi Ekspluatatsiya bosqichida M1 va M2 mezon qiymatlariga tekshirish hisoblari, shuningdek, prognoz (bashorat qiluvchi) statistik modellardan foydalanib aniqlik kiritiladi
2	Inshoot, zamin va qirg‘oqqa yopishgan qismi tanasida pezometrik bosimlar	
3	Inshoot, zamin va qirg‘oqqa yopishgan qismi tanasida bosim gradiyentlari	
4	Inshoot, zamin va qirg‘oqqa yopishgan qismi tanasida filtratsiya suv sarflari	
5	Ortiqcha g‘ovaklikdagi bosim va uning gruntli materiallaridan qurilgan to‘g‘onlar suv qaytaruvchi elementlarida tarqalish jadalligi	Gruntli materiallardan barpo etilgan to‘g‘onlar va ularning konstruktiv elementlarini zo‘riqish-deformatsiyali holati hisoblari
6	Gidrotexnika inshootlari va ularning zaminlarini tik (vertikal) ko‘chishi (cho‘kishi)	Grunt materiallardan qurilgan inshootlar va betondan barpo etilgan gidrotexnika inshootlarini mustahkamlik va ustuvorlikka hisoblari (mexanikaning va uzluksiz muhitning sonli uslublari, bikrlik, oquvchanlik, egiluvchanlik nazariyalari) Ekspluatatsiya bosqichida gidrotexnika inshootlari holati ko‘rsatkichlarini mezon qiymatlariga tekshirish hisoblari,
7	Gidrotexnika inshootlari va ularning zaminlarini yotiq (gorizontal) ko‘chishi	
8	Inshoot tanasi va uning zaminidagi zo‘riqishlar, zo‘riqishlarning ulanishi	

1	2	3
9	Temir-betonli va betonli inshootlarning xarakterli qir-qimlarini burilish burchaklari	shuningdek, bashorat qiluvchi statistik (regressiya modellari) asosida qayta aniqlik kiritiladi
10	Yoriq, tirqishlar va bloklar choklari kengayishi	QMQ bilan belgilagan muhandislik uslublari (chegaraviy holatning ikkinchi guruhi). Zo'riqishli-deformatsiya holatini yorilishlari hosil bo'lishi va kengayishini hisobga olgan holda hisoblarning son uslubi Ekspluatatsiya bosqichida gidrotexnika inshootlari holatini nazorat qilish uchun loyihalash davrida aniqlangan ko'rsatkichlarning mezon qiymatlaridan foydalaniladi
11	Beton to'g'onni qoyali zamin bilan tutashgan joyida yoriqlarni tarqalish chuqurligi	To'g'on-mezon tizimining ulanish bo'yicha choklarni kegayishini hisobga olib, elastiklik nazariyasi uslublari bilan zo'riqishli-deformatsiyali holatni hisobi, inshoot va zamin mustahkamligini ta'minlash shartidan beton to'g'onni qoyali zamin bilan tutashgan joyida yoriqlarni chegaraviy tarqalish chuqurligini aniqlash Ekspluatatsiya bosqichida – bashoratlovchi matematik modellardan foydalanish (approksimatsiya. Regressiya modeli)
12	Beton va temir-betonli inshootlar choklari bo'yicha seksiyalarning o'zaro siljishi	Shponkalar germetikligini saqlash shartidan choklar bo'ylab seksiyalarni bir-biriga nisbatan yo'l qo'yiladigan o'zaro siljishini aniqlash Ekspluatatsiya bosqichida statistik modellardan foydalanish
13	Inshoot tanasi va zamin bilan tutashgan zona atrofida (shimoliy iqlim zonasida barpo etiladigan inshootlar uchun) harorat va harorat gradiyenti	To'g'onlar va ularning zaminlarini harorat-zo'riqish holatini son uslublari bilan hisoblash. Ekspluatatsiya bosqichida ko'rsatkichlarning mezon qiymatlariga atrof-muhitni haqiqiy harorat rejimini inobatga olgan hisoblar bilan aniqlik kiritiladi
14	Gruntli inshootlar tanasidan filtrlanuvchi suv harorati	Issiqlik o'tkazuvchanlik nazariyasining son uslublari ekspluatatsiya bosqichida-statistik modellardan foydalanish
15	Risbermadan pastda olib ketuvchi kanal tubini yuvilish chuqurligi	Yuvilish chuqurligini aniqlash-empirik bog'liqliklar (oqimning yo'l qo'yiladigan yuvib ketmaydigan tezligi sharti) bo'yicha va gidravlik modelda tadqiqot asosida yoki solishtirma suv sarfiga ko'ra bajariladi. Risbermadan pastda olib ketuvchi

1	2	3
16	Grunt materiallardan qurilgan to'g'onlar yonbag'rlarini mahkamlovchi plitalar ulanish (kontakt) ini buzilish zonasi maydoni va chiziqli o'lchami	Gruntli to'g'onlar yon qiyaliklarni mahkamlovchi plitalar mustahkamligini ularni turli xil tayanish sharoitlari uchun hisoblash
17	Zaminlarni seysmik tebranishlari va inshootlarni dinamik reaksiyasi parametrlari	Seysmik chidamlilikni dinamik nazariyaning son uslublari bilan hisoblash

Nazorat savollari

1. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini belgilovchi qanday omillarni bilasiz?
2. Gidrotexnika inshootlarga ta'siriga ko'ra qanday tabiiy omillar mavjud?
3. Texnogen omillar qanday turlarga bo'linadi?
4. Loyihaviy - texnologik omillarga ta'rif bering?
5. Qurilish - texnologik omillarga nimalar kiradi?
6. Ekspluatatsiya - texnologik omillarning qanday turlari bor?
7. Gidrotexnika inshootlarining xavfsizlik mezonlarini aytib bering?
8. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi qanday baholanadi?
9. Gidrotexnika inshootlari xavfsizlik mezonlari ko'rsatkichlari qaysi usullar yordamida aniqlanadi?
10. Gidrotexnika inshootlarining normal potensial xavfli va avariya oldi holatlarini tushuntirib bering?

17.3.3. Gidrotexnika inshootlari holatini nazorat qilish tizimlari, ularni doimiy tadqiqot qilish

17.3.3.1. Gidrotexnika inshootlari holatini qurilish va ekspluatatsiya davrida nazorat qilish tizimi

Gidrotexnika inshootlarini ishonchli holatiga baho berish tizimli ravishda, loyihadan boshlanib, qurilish davrida va undan keyin ekspluatatsiya jarayonida ham davom etishi kerak. Bu jarayonda gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya tashkilotlari, ixtisoslashgan loyihaviy va ilmiy-tadqiqot tashkilotlari, alohida mutaxassis-ekspertlar tomonidan muntazam ko'rikdan o'tkazib turishlariga, shuningdek, inshootlar holatini nazorat organlari tekshirib turishlariga katta e'tibor qaratiladi.

Gidrotexnika inshootlarini ko'rikdan o'tkazish va tekshirishlarning butun tizimini qo'yilgan maqsad, vazifa va muddatga ko'ra quyidagilarga bo'lish mumkin:

1) ekspluatatsiya tashkiloti kuchi bilan inshootlarni, toshqin suvlarni o'tkazishga tayyorlash, toshqin suvlar o'tgandan so'ng, kuzgi-qishki davrga tayyorlash paytida ko'rikdan o'tkazish;

2) inshootlarni zilzila va kuchli suv toshqini o'tkazgandan so'ng ko'rikdan o'tkazish;

3) inshoot ishida ularni ta'mirlash rejimi texnologiyasini ishlab chiqish va ekspluatatsiya rejimiga aniqlik kiritish maqsadida, nuqsonlarni paydo bo'lish sabablarini aniqlash bo'yicha ekspluatatsiya tashkilotlari tomonidan jalb etiladigan ilmiy tadqiqot institutlari (ITI), loyiha tashkilotlari mutaxassislari yordamida muayyan joyda tekshiruv va tadqiqot ishlarini o'tkazish;

4) gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha davlat nazorati organlari tomonidan inshootlarni inspeksiya tekshiruvidan o'tkazish;

5) soha vazirligi va idorasi tomonidan kamida 5 yilda bir marta mutaxassislardan iborat komissiya o'tkazadigan markazlashgan tekshiruvlar.

Markazlashgan tekshiruvlarni o'tkazish haqidagi masala ko'rib chiqilayotganda, gidrotexnika inshootlarining xavfsizligini ta'minlash bo'yicha ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotning majburiyatlari shakllantirilgan O'zbekiston Respublikasining "Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida"gi 9-moddasini barcha bandlari rejali tartibda ko'rib chiqiladi.

Quyidagi tushunchalardan foydalanish tavsiya etiladi:

Nazorat ko'rsatkichlari — qaralayotgan inshootda texnik vositalar yordamida o'lchanayotgan yoki o'lchashlar asosida hisoblab chiqilgan miqdoriy tavsiflar shuningdek, gidrotexnika inshootlari holatini sifat tavsiflari.

Diagnostika ko'rsatkichlari — gidrotexnika inshootlari holatini baholash va diagnostika qilish uchun muhim bo'lgan, inshoot-zamin-suv ombori tizimi xavfsizligiga butunlay yoki uning alohida elementlariga baho bera oladigan nazorat ko'rsatkichlari.

Inshoot holati xavfsizligi bahosi: ishga layoqatli (normal) holat — gidrotexnika inshootlarining shunday holatiki, unda inshoot me'yoriy hujjatlar va loyihaning barcha talablariga javob beradi va inshootning diagnostika ko'rsatkichlari qiymati o'zining mezon qiymatidan katta bo'lmaydi.

Qisman ishga layoqatsiz (potensial xavfli) holat – gidrotexnika inshootlarining diagnostika ko'rsatkichlaridan agar birortasi yo'l qo'yiladigan chegaraviy qiymatdan katta (kichik) bo'lgan yoki bashorat qilinadigan qiymatlar intervali muayyan sharoit chegarasidan chiqqandagi holat.

Ishga layoqatsiz (avariya oldi) holati – gidrotexnika inshootining ustuvorlik, mustahkamlik yoki suv o'tkazmaslik sharti buzilgan, uni shikastlanish holatlari vujudga kela boshlagan holat.

Gidrotexnika inshootlarini markazlashgan holda tekshiruvdan o'tkazishdan maqsad:

1) gidrotexnika inshootlarini mavjud hujjatlar, shuningdek, avvalroq o'tkazilgan tadqiqotlar, ko'z bilan qarab chiqish va zarur hollarda maxsus bevosita obyektda bajariladigan laboratoriya tadqiqotlari asosida texnikaviy ishonchliligini va holati xavfsizligini baholash;

2) gidrotexnika inshootlarini xavfsizlik darajasini oshirish bo'yicha ekspluatatsiya xodimlari qabul qiladigan chora-tadbirlar yetarli ekanligi yoki yetarli emasligini baholash.

Markazlashgan holda ko'rikdan o'tkazishlarning vazifasi bo'lib:

1) gidrotexnika inshootlari texnik holatini tekshirish va uning ustidan ekspluatatsiya nazorati va kuzatuvini tashkil etish;

2) loyihaviy yechimlardan chetga chiqish, inshoot konstruksiyalarini shikastlanishlari, nuqsonlari, avariyaga sabab bo'lishi mumkin bo'lgan inshoot materiallarini fizik-mexanik xossalari o'zgarishini aniqlash;

3) gidrotexnika inshootlarini to'liq va uning alohida elementlarini amaldagi me'yor (normativ) lardan kelib chiqib, tekshiruv paytidagi holatini hisobga olgan holda mustahkamligi va ustuvorligini zaxirasi yetarli ekanligini aniqlash;

4) obyektda o'rnatilgan nazorat-o'lchov asboblari (NO'A) ning samarali kuzatishlar olib borish uchun yetarli ekanligi va haqiqiy holati, ular tomonidan kuzatuvlar muntazamligini o'rnatish, kuzatuv ma'lumotlariga ishlov berish va ularning tahlilini o'tkazish;

5) texnik hujjatlarning holatini tekshirish.

Gidrotexnika inshootlarining markazlashgan ko'rikdan o'tkazish obyektlari bo'lib quyidagilar hisoblanadi: to'g'onlar, gidroelektrostansiyalar binolari, suv tashlovchi, suv o'tkazuvchi va suv chiqarish inshootlari, tunnellar, kanallar, kollektorlar, nasos stansiyalari, daryo o'zanlari va kanallar tubi hamda qirg'oqlarini, suv

omborlari qirg'oqlarini suv toshqini va buzilishidan himoya qiluvchi inshootlar, sanoat va qishloq xo'jaligi korxonalari suyuq chiqindilarini to'plovchi omborlarni o'rab turadigan inshootlar (dambalar).

Gidrotexnika inshootlarini markazlashgan ko'rikdan o'tkazish barcha vazirlik va idoralar tomonidan bajarish majburiydir va u ularning tasarrufida turgan I, II va III kapitallik sinfidagi gidrotexnika inshootlariga taalluqli hisoblanadi.

Gidrotexnika inshootlarini faqat ko'rikdan o'tkazish natijalariga ko'ra ularni ishga layoqatliligiga baho berish mumkin bo'lmasa, inshootlarni yoki ularning alohida konstruktiv elementlarini sinovdan o'tkazish zarur bo'ladi.

Ko'rikdan o'tkazish ishlari mehnatni muhofaza qilish va texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilgan holda bajariladi.

Gidrotexnika inshootlarini ko'rikdan o'tkazishni tashkil etish tartibi. Markazlashgan ko'rikdan o'tkazish soha vazirliklari va idoralari buyruqlari bilan avvaldan tuzilgan va tasdiqlangan qoidalar bo'yicha tashkil etiladigan ekspertlar komissiyasi tomonidan o'tkaziladi.

Komissiya tarkibiga davlat suv xo'jaligi nazorati, gidrotexnika inshootini ekspluatatsiya qiluvchi va bosh loyiha tashkilotlari rahbariyati vakillari kiritiladi. Komissiya tarkibi shunday tanlanadiki, uning tarkibiga beton, temir-beton konstruksiyalar va inshootlar, gruntli inshootlar, qurilish materiallari va beton hamda sementatsiya ishlari, muhandislik geologiyasi va gruntlar mexanikasi, inshootlar diagnostikasi va bevosita obyektda o'tkaziladigan tadqiqotlar, inshootlar va pastki bef gidravlikasi, mexanik jihozlar bo'yicha mutaxassislar, shuningdek, gidrotexnika inshootlari konstruksiyasi va vazifasiga ko'ra boshqa kerakli mutaxassislar ham kirishi lozim.

Ayrim hollarda o'ta muhim obyektlarni ko'rikdan o'tkazishda favqulodda vaziyatlar vazirligi (FVV) organlari bilan kelishilgan holda komissiya tarkibiga ularning ham vakillari kiritilishi mumkin.

Ekspluatatsiya tashkiloti komissiyaga uning obyektda ish boshlashidan oldin ko'rikdan o'tkazilayotgan obyektning texnik holati haqida ma'lumotnoma tayyorlaydi.

Ko'rikdan o'tkazish natijalariga ko'ra tekshiruv akti tuziladi va gidrotexnika inshootlarini keyingi ekspluatatsiyasi bo'yicha tavsiyalar, ularni texnik holatini ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlash bo'yicha bajarilish muddatlari belgilangan aniq chora-tadbirlar ishlab chiqiladi.

Ko'rikdan o'tkazish muddatlari va davriyligi. Gidrotexnika inshootlarini ko'rikdan o'tkazish davriyligi kamida 5 yilda bir marta, ammo xavfsizlik deklaratsiyasini tuzish va yangilashga qadar kamida bir yil avval o'tkaziladi.

Favquloddagi holatlar (zilzila, maksimal hisobiy sathdagi suv sarfiga ega suv toshqini va boshqalar) ro'y bergan obyektlarda yoki gruntli inshootlar va zaminlarda katta cho'kishlar – o'pirilishlar tufayli ularning ishonchliligi va xavfsizligiga shubha tug'ilganda, inshoot va zaminlar yuvilib ketganda, tunnellarda o'pirilishlar, ko'chish va sh.k. lar sodir bo'lganda obyektlarda navbatdan tashqari ko'rikdan o'tkaziladi. Bunday hollarda favqulodda voqea ro'y bergandan so'ng 1–2 haftadan kechikmasdan ekspluatatsiya tashkilotining tashabbusi bilan inshootlar tekshiruvdan o'tkaziladi.

Gidrotexnika inshootlarini ko'rikdan o'tkazish komissiyasining vazifasi quyidagilardan tashkil topadi:

Texnik hujjatlarni mavjudligi, holatini va olib borish sifatini tekshirish:

1) tasdiqlangan loyiha hujjatlari (chizmalar, yozma izoh qismi va sh.k.), ulardagi barcha kiritilgan o'zgarishlar bilan, shu jumladan gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya qilish va ularda NO'A larni joylashtirish loyihalari;

2) davlat aktlari va inshootlar hamda ularning elementlari bo'yicha ham aniqlanmagan ishlarga tuzilgan qabul qilish ishchi komissiyasining barcha aktlari, ishchi chizmalari, shu jumladan NO'A lari bo'yicha ham;

3) mualliflik nazorati jurnallari (qurilish davri uchun);

4) gidrotexnika inshootlari texnik pasportlari, ekspluatatsiya xodimlarining xizmat vazifalari;

5) ajratilgan yer uchastkalari akti;

6) gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya qilish qoidalari (suv omborlari uchun – boshqa suvdan foydalanuvchilar va suv iste'molchilari bilan kelishilgan holda), gidrotexnika inshootlari va ularning mexanik jihozlarini ekspluatatsiya qilish, NO'A ni ekspluatatsiya qilish bo'yicha instruksiyalar;

7) gidrotexnika inshootlari va ularning alohida elementlarini oddiy ko'z bilan va asboblar yordamida kuzatish jurnallari;

8) gidrotexnika inshootlari ustidan kuzatuvlar ma'lumotlarining ishlov berilgan va tahlil qilingan materiallari, bevosita obyektda

o'tkazilgan va ishlab chiqarishdagi tadqiqotlar, ishga tushirish materiallarining hisoblari, kanal va kollektorlarning haqiqiy bo'ylama va ko'ndalang profillari;

9) ekspluatatsiya davrining texnik hisobotlari;

10) gidrotexnika inshootlari va ularning elementlarini ko'rikdan o'tkazish bo'yicha maxsus rejadagi komissiyalar akti;

11) nazorat organlari ko'rsatmalari;

12) dispetcherlik grafiklari, suv berish va suv taqsimoti grafiklari, suv o'lchash jurnallari va boshqa hujjatlar;

13) "Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi to'g'risida"gi Qonun, gidrotexnika inshootlarini ishonchliligi va xavfsiz ishlashini ta'minlash bo'yicha yuqori tashkilotlar buyruqlar va ko'rsatmalari.

Gidrotexnika inshootlarini o'lchash vositalari bilan ta'minlanganligini tekshirish:

1) gidrotexnika inshootlarini nazorat-o'lchov asboblari bilan ta'minlanganlik loyiha talablariga mos kelishi, ularni o'z vaqtida o'rnatilganligi, busbutunligi, saqlanishi va sozligi;

2) o'lchash va boshqaruvning natijalarini to'plash va ishlov berish bo'yicha avtomatlashgan nazorat tizimi va vositalari mavjudligi hamda ularni ishlash ishonchliligi.

Gidrotexnika inshootlarini nazorat qilishni tashkil etish. Quyidagilar tekshiriladi:

1) gidrotexnika inshootlari (GTI) va mexanik jihozlarni nazorat qiladigan ekspluatatsiya tashkilotlari va bo'linmalarini ishlab chiqarish strukturasi. GTI ishini nazorat qiladigan xodimlar son tarkibi va ularning kvalifikatsiyasi;

2) GTI va ularning alohida elementlarini nazorat qilish bo'yicha chora-tadbirlarni o'tkazishning muddatlari va hajmi yuzasidan rahbarlik hujjatlari va ko'rsatmalar talablarini bajarish.

Gidrotexnika inshootlari texnik holatini tekshirish. Bunda quyidagilar:

1) gidrouzelning suv o'tkazuvchi inshootlarini maksimal hisobiy suv sarfini o'tkazish qobiliyati yetarli ekanligi;

2) inshoot ustining normal dimlangan sathdan haqiqiy balandligi QMQ hamda loyiha talablariga to'g'ri kelishi;

3) GTI holati va ishlashini asosiy ko'rsatkichlarini haqiqiy qiymatlarini belgilangan chegaraviy yoki hisobiy qiymatlarga mos kelishi tekshiriladi.

GTI ning texnik holati va ishlashining asosiy ko'rsatkichlariga cho'kish, yotiq (gorizontal) siljishlar, zo'riqish, deformatsiya, filtratsiya rejimi, beflarning maksimal gorizontlari, suv o'tkazuvchi inshootlarning haqiqiy suv o'tkazuvchanlik qobiliyati kabilar kiradi.

Amalga oshiriladi:

1) inshootni ko'zdan kechirish;

2) tekshiruv o'lchashlari va asbob bilan tekshirish (zarur hollarda).

Inshoot holatiga qarab, shuningdek, qo'shimcha ish turlari, masalan, quyidagilar ham bajarilishi mumkin:

1) shikast yetkazmaydigan uslublar yordamida sifatni tekshirish;

2) temir-betonli elementlarda (armatura holatini aniqlash uchun) armaturani ochish;

3) materiallardan laboratoriya sinovlarini o'tkazish maqsadida namunalar olish.

Konstruksiyalarni ko'rikdan o'tkazish paytida aniqlangan nuqson va shikastlanishlar, ularni inshootning chidamliligi, ekspluatatsiya sifati, quvvati va qudratiga ta'sir ko'rsatishi nuqtayi nazaridan baholanadi.

17.3.3.2. Gruntli gidrotexnika inshootlarini qurishda geotexnik nazorat

Gruntli to'g'onlarni ishonchliligi va xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun qabul qilinadigan muhim chora-tadbirlardan biri bu — ularni barpo etish davrida gruntlarni yotqizishni geotexnik nazorat qilishdir. Bu to'g'onlarni qaysi usul bilan barpo etilishi — hoh u to'g'onlarni yuvma usulda, hoh gruntni suv ostiga to'kish usulida yoki gruntni quruq joyga to'kish usuli yordamida qurilishidan qat'i nazar, barchasiga bir xil taalluqli hisoblanadi.

Gruntli to'g'onlar sifatini nazorat qilish to'g'on tanasiga yotqiziladigan gruntlar fizik-mexanik tavsifi qiymatlarini loyihalash davridagi qabul qilingan qiymatlari bilan mos kelishi ta'minlanganligini tekshirish maqsadida olib boriladi. Geotexnik nazorat ma'lumotlari to'planish va ularni tahlil qilish jarayonida to'g'onni barpo qilish texnologiyasiga o'zgartirishlar kiritish, shuningdek, to'g'onni zo'riqishli-deformatsiyali holatini haqiqiy ko'rinishi o'rnatiladigan ayrim hisoblar bajarilishi mumkin.

Bundan tashqari, gruntlar fizik-mexanik xossalari (asosan zichlik) statistikasi ehtimollik nazariyasi asosida to'g'onlarni zo'riqishli-deformatsiyali holati va ishonchlilik koeffitsiyentini baholash imkonini beradi va bu o'z navbatida inshootni ekspluatatsiya davrida ishlashini asosli ravishda baholash imkoniyatini yaratadi.

Gruntli to'g'onlarni loyihalashda, shuningdek, qurilayotgan inshootda geotexnazoratni tashkil etishda aniqlanishi zarur bo'lgan gruntlar fizik-mexanik tavsiflari ro'yxati, gruntlar namunalari soni (nazorat nuqtalari), namuna olish joylari (nazorat nuqtalarini balandlikda va rejali joylashuvi), grunt namunalari hajmi belgilab olinadi va ular amaldagi me'yoriy hujjatlar asosida o'rnatiladi yoki muayyan qurilish sharoiti uchun maxsus ishlab chiqiladi va to'g'on qurilishining texnik shartlari (TSh) bilan tartibga solinadi.

Geotexnik nazorat xizmati qurilish tashkiloti tomonidan tuproq ishlari boshlanishiga qadar tashkil etiladi va qurilish davrining butun davri davomida, ishlar to'liq tugagunga qadar amalda bo'ladi. Nazorat turlari bir nechta guruhga bo'linadi: qurilishning texnologik jarayonida nazoratning joyi va vaqtiga qarab (kirish nazorati, operatsiya nazorati); nazorat qilinadigan parametrlarni qamrab olishiga qarab (yoppasiga nazorat, tanlab nazorat o'tkazish); nazorat uslublariga nisbatan (o'lchovli nazorat, ko'z bilan nazorat, qayd etiladigan nazorat).

Gruntli to'g'onlar murakkab iqlimiy sharoitlarida qurilganda geotexnazorat o'tkazish bilan parallel ravishda havoning harorati va inshootga yotqiziladigan grunt harorati, atmosfera yog'inlari, suv tezligi va sh.k. ustidan ham kuzatuv olib boriladi.

Gruntli inshootlar barpo etishni nazorat qilish geotexnik laboratoriya tomonidan o'tkaziladi. Gruntli inshootlarni qurishdan oldin geotexnik laboratoriya karyerdagi grunt tarkibi va tavsifini tekshiruvdan o'tkazadi va bu ma'lumotlarni loyihaviy ko'rsatkichlari bilan taqqoslab ko'radi, shundan so'ng karyerlarni foydalanishga yaroqli ekanligi to'g'risida xulosa beradi. Bunda quyidagi tavsiflar aniqlanadi: qumloq va gilli gruntlar uchun—donadorlik tarkibi, grunt zarracha-larining zichligi, gruntlarni oquvchanlik va yoyilish chegarasi (gilsimon gruntlar uchun), grunt namligi, eng maqbul (optimal) zichlik, kompressiya tavsiflari, ishqalanish koeffitsiyenti va solishtirma tortishish, filtratsiya koeffitsiyenti; yirik bo'lakli gruntlar uchun—bir o'qli siqilishga mustahkamlik chegarasi, donadorlik tarki-

bi, toshni suvga to'yinishida uni yumshash koeffitsiyenti, karyerdagi grunt zichligini to'g'onga yotqizilgan grunt zichligiga nisbati koeffitsiyenti, sovuqqa chidamlilik va suv yutilish.

Yuvma to'g'onlarni barpo etishda karyer gruntlarini loyihadagi bilan mosligi tekshirib ko'riladi. Bunda qumloq gruntlar uchun — shag'al va suvda eruvchan tuzlar, gilli va mayda zarrali gruntlar uchun— namlik, organik aralashmalar va suvda eruvchan tuzlar tarkibi, cho'ziluvchanlik (qayishqoqlik) soni.

To'g'onga gruntlarni yotqizishdan avval zaminni tayyorlash ishlari olib boriladi. Bu ishlar ishlab chiqarish loyihasi va kotlovanni qazish boshlangandan so'ng yuzaga kelishi mumkin bo'lgan qo'shimcha shartlar asosida amalga oshiriladi. Zamin gruntlari sifati gruntdan olingan namunalarni tadqiqot qilish bilan aniqlanadi. Namunalar esa zaminni geologik tuzilishiga bog'liq bo'lgan chuqurlikda maxsus shurflardan olinadi, ushbu namunalar bo'yicha yuqorida keltirilgan karyer gruntlari uchun aniqlangani kabi o'sha tavsiflar aniqlanadi.

Bunyod etilayotgan inshootning sifatini nazorat qilish yotqizilgan gruntdan namuna olish va uning tavsifini tadqiqot etish orqali bajariladi. Tekshirish namunalari butun inshoot bo'ylab olinadi. Ularning soni inshoot sinfi, grunt turi, ish hajmi va sh.k. larga bog'liq bo'ladi. Namuna olishning o'rniga shuningdek, tavsiflarni aniqlashning dala uslublari, masalan, geofizik uslublar, zondlash, parrakli asboblar bilan sinash qo'llanishi mumkin.

Laboratoriya tadqiqotlaridan tashqari, gruntlarni dala tadqiqotlari ham o'tkaziladi, ayniqsa bu ishlar namuna olish qiyin bo'lganda yoki o'rtacha tavsiflarni aniqlash kerak bo'lganda amalga oshiriladi. Masalan, gruntlarni suv o'tkazuvchanligini aniqlashda shurflarga suv pastdan yoki chiqarib tashlash usuli, gruntlarni deformatsiyalanishini aniqlashda — grunt shurflarda shtampli sinash uslubi, gruntlarni mustahkamligini aniqlashda—siljish (qirqish) uslubi, shuningdek, dinamik va statik zondlash qo'llanadi.

17.3.3.3. Gidrotexnika inshootlari va ularning zaminlari holatini tabiiy sharoitda kuzatish

Gruntli inshootlar va ularning zaminlarini tabiiy sharoitda kuzatishdan maqsad ularning haqiqiy holatini aniqlash va uni loyihaviy prognoz (bashorat) larga va "to'g'on-zamin" tizimining ishonchli-

lik mezonlari hamda xavfsiz ishlashiga qanchalik mos kelishini o'rnatishdan iborat.

Tabiiy sharoitdagi kuzatuvlarning vazifalari "to'g'on-zamin" tizimi faoliyatida salbiy o'zgarishlarni o'z vaqtida aniqlash va to'g'onni ishdan chiqishi va hatto, avariya holatiga olib kelishi mumkin bo'lgan salbiy jarayonlarni rivojlanishini o'z vaqtida bartaraf etish maqsadida to'g'on va uning zamini holatini tezkor nazorat qilishdan iborat. Tezkor nazorat qilishdan tashqari, tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar ma'lumotlarini to'plash va ularga ishlov berish butun to'g'onni va uning alohida elementlarini ishonchliligini kompleks tahlil qilish uchun ham juda zarur. Tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar to'g'on qurilishi paytida nazorat-o'lchov asboblarini (NO'A) o'rnatishdan boshlanadi va gidrouzelni butun ekspluatatsiyasi mobaynida davom ettiriladi.

Hozirgi paytda amaldagi me'yoriy hujjatlar tomonidan gidrouzellarni loyihalash davrida tegishli nazorat o'lchash asboblari o'rnatish bilan tabiiy sharoitda kuzatuvning maxsus loyihasini ishlab chiqish ko'zda tutiladi. Tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar hajmi va NO'A larini soni inshoot sinfiga qarab belgilanadi. Baland gruntli to'g'onlar cho'kishlar va gorizontal siljishlar, harorat, to'g'on tanasi va uning zaminidagi filtratsiya oqimi parametrlari, ayrim hollarda zo'riqishli-deformatsiyali holatini kuzatib turish imkonini beradigan NO'A majmuasi bilan jihozlanadi.

To'g'onlarni seysmik hududlarda qurishda tabiiy sharoitda kuzatishlar loyihasida bevosita inshootning o'zida va uning tevarak-atrofida ham seysmik asboblar (seysmograflar, akselerometrlar)ni o'rnatish qarab chiqiladi.

Kuzatuvlar loyihasida kuzatuv soniga ekspluatatsiya jarayonida ham NO'A ko'rsatkichlar o'zgaruvchanligiga qarab aniqlik kiritiladi. Kuzatuvlar soni asboblar ko'rsatkichlarini o'lchanadigan qiymatlarga yaqinlashganda, shuningdek, favqulodda holatlar sodir bo'lganda, masalan, gidrouzel joylashgan hududda seysmik faollikni kuchayishi, yuqori befda suv sathini uzoq muddatga ko'tarilishi va sh.k. bo'lganda aniqlashtiriladi.

Loyihalashning zamonaviy amaliyoti inshoot ishlashini tahlil qilish uchun kuzatuv ma'lumotlari bazasini yaratish va ularga ishlov berishni yo'lga qo'yishni ko'zda tutadi. Ana shu maqsadlarda tabiiy sharoitdagi kuzatuv ma'lumotlarini yig'ish, saqlash va ishlov be-

rish maxsus kompyuter axborot-diagnostika tizimi yordamida bajariladi va unda barcha bosqichlar (yig'ish, saqlash va ishlov berish) avvaldan belgilangan dastur bo'yicha avtomatik rejimda amalga oshiriladi. Tabiiy sharoitdagi kuzatuvlarni o'tkazish va ularga ishlov berishni bunday qo'yilishi monitoring deb ataladi. Ayni paytda to'g'onlar monitoringini olib borishda bir qator yirik betonli to'g'onlar, masalan, Sayano-Shushensk gidroelektrostansiyasida, va bir qancha gruntli to'g'onlar, masalan, Chorvoq, Mojaysk va sh.k. to'g'onlarda yaxshi muvafaqqiyatlarga erishilgan.

Tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar to'g'onlar holatini, ularning qirg'oqqa tutashgan joylari sementlash va drenaj galereyalari, NO'A bo'yicha (ko'z bilan va masofaviy) geodezik asboblar bilan kuzatuv, suffoziya va suvning kimyoviy tarkibi bo'yicha tekshirishlarni o'z ichiga oladi.

To'g'onlarda, butun gidrouzeldagi singari doimiy tizimli kuzatuvdan tashqari, suv omborida suv toshqinidan so'ng, yuqori ballga ega zilziladan keyin va sh.k. larda navbatdan tashqari ko'z bilan tekshirish va asboblar bilan to'liq siklda nazorat qilish amalga oshiriladi.

To'g'onlar holatini tezkor tekshirish kuzatuvning haqiqiy ko'rsatkichlarini loyihalash davrida olingan chegaraviy — ruxsat etiladigan qiymatlar bilan taqqoslash asosida bajariladi. Odatda loyihaviy ko'rsatkichlarni ta'sir etish muddati suv omborini me'yoriy dimlangan sath (MDS) gacha to'lishini boshlang'ich davri va doimiy ekspluatatsiyaning dastlabki yillariga to'g'ri keladi. Keyinroq chegaraviy—ruxsat etiladigan qiymatlarga tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar natijalari, to'g'onni qurish davridagi geotexnik nazorat va to'g'onni ekspluatatsiyasi davridagi qo'shimcha tadqiqot (masalan, geodezik uslublar, georadar va sh.k.) lar jarayonida olingan to'g'on tanasi va zaminning gruntlarini fizik-mexanik xossalari haqidagi ma'lumotlar asosida qayta aniqlik kiritiladi.

To'g'onlardagi kuzatuvlar natijalari joriy va to'liq turlarga bo'linadi. Joriy tekshirishlar gidrouzel ekspluatatsiya xizmati, to'liq tekshiruvlar esa komissiya tomonidan amalga oshiriladi. Ko'z bilan qarab chiqishda yoriqlar, darz ketgan joylar bor-yo'qligiga, to'g'on tepasida, yon tomonlarda cho'kishlar, o'yilishlar hosil bo'lgani, to'g'on yon tomonlari ko'chishiga olib keladigan shikastlanishlar mavjudligi, drenajlarda filtratsiya suv sarfi oshganligi, to'g'onning qirg'oq bilan tutashgan joylarida namlik hosil bo'lishi va sh.k. larga alohida e'tibor qaratish kerak. To'g'on yonbag'irlarini mustahkam-

lash yuqori befda beton (temir-beton) plitalar yordamida bajarilgan bo'lsa, ushbu plitalar betonni holatiga, shuningdek, plitalar o'rtasidagi harorat-cho'kish choklari nuqsonlariga, plita ostidagi gruntni ko'chishi, cho'kishi yoki uvalanishi va sh.k. larga katta e'tibor berish lozim. Bundan tashqari, drenaj quduqlari ham ko'rib chiqiladi, ular ko'chgan gruntlar bilan to'lib qolgan bo'lishi mumkin. Sementlash galereyalarida buzilgan betonda hosil bo'ladigan yoriqlarda suv oqishi va to'g'on tanasi gruntini birga kelishi tekshirib ko'riladi. To'g'onga pastki bef tomondan tutashgan hududda botqoqlashgan uchastkalar, shuningdek, gruntni bo'rtib chiqishlar mavjudligi qarab chiqiladi.

Ko'z bilan tekshirib chiqishlar natijalari bo'yicha asboblar bilan olib boriladigan maxsus kuzatuvlar o'tkazilish mumkin.

Gruntli to'g'onlarda asboblar bilan kuzatuvlar davriy takrorlanib turuvchi geodezik kuzatishlar va NO'A ko'rsatkichlarini nazoratiga bo'linadi. Odatda to'g'onda NO'A lar loyihada xarakterli kesimga yoki joy topografiyasi bo'yicha alohida xususiyatlarga ega kesimga mo'ljallangan stvorlarda joylashtiriladi. Bunda shuningdek, zaminlarni geologik tuzilishi, gidrouzel stvorida inshootlarni joylashtirish va sh.k. ham inobatga olinadi. Eng so'nggi holatda gruntli to'g'onni betonli inshoot (suv o'tkazuvchi to'g'onlar gidroelektrostansiya binolari, shlyuzlar kamerasi va sh.k.) lar bilan tutashganligiga alohida e'tibor beriladi.

Yuqorida aytib o'tilganidek, geodezik kuzatuvlar va NO'A lari yordamida qurilish davrida bo'lgani kabi ekspluatatsiya paytida ham to'g'on va uning zaminini cho'kishi va ko'chishi, to'g'onning filtratsiya rejimi, qirg'oqqa tutashgan qismlari, to'g'onni suvni to'sib turuvchi gruntli elementlari va gil zaminlar o'zaro jipslashish jarayoni, to'g'on tanasi va uning konstruktiv elementlarini zo'riqishli holati kuzatib boriladi.

Nazorat savollari

1. Gidrotexnika inshootlari holatini qurilish va ekspluatatsiya davrida nazorat qilish qanday amalga oshiriladi?
2. Markazlashgan tekshiruvlar qanday o'tkaziladi va ularning maqsadi va vazifalari nimalardan iborat?
3. Gidrotexnika inshootlarini ko'rikdan o'tkazish qanday tashkil etiladi?
4. Ko'rikdan o'tkazish muddatlari va davriyligi haqida ma'lumot bering?

5. Gidrotexnika inshootlarini ko'rikdan o'tkazish komissiyasining ishi nimalardan tashkil topadi?

6. Texnik hujjatlarni mavjudligi, holati va olib borish sifatini tekshirish qanday bajariladi?

7. Gidrotexnika inshootlarini o'lchash vositalari bilan ta'minlanganligini va nazorat qilishni tashkil etishni tekshirish qanday amalga oshiriladi?

8. Gidrotexnik inshootlari texnik holatini tekshirishda nimalarga e'tibor qaratiladi?

9. Gruntli gidrotexnika inshootlarini qurishda geotexnik nazorat nima maqsadlarda o'tkaziladi?

10. Geotexnik nazorat xizmati qanday tashkil etiladi va uning vazifalari nimalardan iborat?

17.3.3.4. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi pasayishi sabablarini tahlil qilish

Gidrotexnika inshootlari ekspluatatsiyasida avariyalar va ijtimoiy-ekologik buzilishlarni ro'y berish sharoitlarini son va sifat jihatidan tahlil qilishda ularni paydo bo'lish sabablari, yuzaga kelishi tavsifi va obyekt, xizmat qiluvchi xodimlar, aholi, shuningdek, o'rab turuvchi tabiiy va ijtimoiy muhit uchun sodir bo'lishi mumkin bo'lgan oqibatlarga nisbatan ularni tavsiflanishi katta ahamiyat kasb etadi.

Umumiy holatda gidrotexnika inshootlarida ro'y beradigan avariya va ijtimoiy-ekologik buzilishlarni yuzaga kelish sharoitlarini shartli ravishda beshta sinfga bo'lish mumkin:

1) birlamchi buzilishlar—ularga qaralayotgan obyektda ixtiyoriy sabablar tufayli vujudga keladigan ishdan chiqishlar va nosozliklar kiradi, bunda obyektning, gidrotexnika inshooti elementlari va atrof-muhitning boshqa nosozliklar va ishdan chiqishlar ta'siri kiritilmaydi;

2) ikkinchi buzilishlar—obyektning, GTI elementlari va atrof-muhitning boshqa ishdan chiqishlari va nosozliklari natijasida vujudga keladigan gidrotexnika inshootlarining ishdan chiqishlari va nosozliklari;

3) boshqaruv xatolari — boshqarishning noto'g'ri signallari natijasida yoki obyektni, GTI elementlari va atrof-muhit holatini nazorat va boshqaruv tarmoqlaridagi uzilishlar, nuqsonlar tufayli sodir bo'ladigan buzilishlar;

4) umumiy sabablar tufayli paydo bo'ladigan buzilishlar — turli xil ko'rinishdagi manbasi bitta, ya'ni umumiy sabab bo'lgan ishdan chiqishlar va nosozliklar;

5) chegaraviy holat va degradatsiya (tanazzul) ga yetganlik bilan izohlanadigan buzilishlar—gidrotexnika inshootlaridagi va atrof-muhitdagi tanazzul jarayonlari rivojlanishi yoki obyekt resursi tugashi bilan bog'liq ishdan chiqish va nosozliklar.

Gidrotexnika obyektdagi buzilishlar yuqorida ko'rsatilgan bir nechta sinfdagi belgilarga ega bo'lishi mumkin. Bunday buzilishlar murakkab buzilishlar deb qabul qilinadi.

Gidrotexnika obyektlarida birlamchi buzilishlarni keltirib chiqaruvchi sabablar ichida quyidagilar farqlanadi:

1) materiallar va gruntlarni fizik-mexanik xossalari ko'rsatkichlarini berilgan qiymatlarga mos kelmasligi;

2) GTI konstruksiyalarni nuqsonlari, qurilish-montaj ishlari kamchiliklari;

3) hisobiy yuklamalari aniqlashda yo'l qo'yilgan xatolar tufayli yuzaga keladigan zo'riqishlar;

4) obyektni atrof-muhitga nisbatan turg'unligi yetarli emasligi va sh.k.

Birlamchi ishdan chiqishlarning asosiy xususiyati bo'lib ularning yuzaga kelishi sabablarini obyektning o'zi bilan u yoki bu darajada bog'liqligi hisoblanadi.

Gidrotexnika obyektdagi ikkilamchi buzilishlarning asosiy sabablari boshqa obyektlar va GTI strukturasining ishdan chiqishi va nosozliklar tufayli bo'ladi.

Shuningdek, atrof-muhit elementlari, xususan, ularni nosozliklari natijasida zo'riqishlari, masalan, suv omborlarini maishiy va sanoat oqova suvlari bilan ifloslanishi; suv omborlaridagi qirg'oqlarga ishlov berish natijasida ularni o'pirilishi va yemirilishi; gidrotexnika obyektining ta'sir doirasidagi yoki suv tashlash inshootiga yaqin korxonalardagi avariyalar va sh.k. ham sababchi hisoblanadi.

Ikkilamchi buzilishlarning mumkin bo'lgan sabablari ichida, shuningdek, boshqaruvdagi xatolar va obyektni shikastlanishiga olib keladigan insonning ma'lum bir maqsadlardagi harakati (masalan, diversiya, harbiy harakatlar) yoki gidrotexnika inshootlarini boshqa bir yo'llar (shu jumladan, ijtimoiy rad etishlar ko'rinishidagi — jamoatchilikning qarshiligi va sh.k.) bilan faoliyatiga yo'l qo'ymaslikka yo'naltirilgan harakatlarni aytib o'tish mumkin.

Boshqaruvdagi xatolar boshqaruv va nazorat tarmoqlaridagi ishdan chiqishlar va nosozliklar, shuningdek obyektning, GTI ele-

mentlari va atrof-muhit holati haqidagi olingan ma'lumotlarga ishlov berishda yo'l qo'yilgan adashishlar tufayli sodir bo'ladi. Odatda boshqaruvdagi xatolar ekspluatatsiya xodimlarini bilmasdan qilgan adashishlari yoki asboblarni noto'g'ri ko'rsatishi bilan bog'liq bo'ladi.

Boshqaruvda xatolarga yo'l qo'yilganda avvalgi holatga qaytish uchun xatoni tuzatish—to'g'ri signal yuborish bilan boshqaruvni tiklash yetarli bo'ladi. Biroq, agar obyekt yoki tizim boshqaruvda yo'l qo'yiladigan xatolar ta'siriga chidamsizroq bo'lsa, u obyektdagi ikkilamchi buzilishlarni keltirib chiqarishi mumkin.

Gidrotexnika obyektlarida ro'y beradigan avariya va buzilishlarning umumiy sabablari ichida quyidagilar farqlanadi:

1) halokat tavsifiga ega tashqi ta'sirlar (zilzila, katta suv toshqini, tog' ko'chishi va o'pirilishi, boshqa obyektlardagi avariyalar va sh.k.);

2) halokat tavsifiga ega ichki ta'sirlar (gidrouzelning bosimli gidrotexnika inshootlaridagi avariyalar, qurilmalardagi portlashlar va yong'inlar va sh.k.);

3) GTI larni ekspluatatsiya qilishning alohida rejimi: pastki befga avariya suv sarfini o'tkazish, suv omborini loyqasini yuvib chiqarib yuborish va h.k.

4) tabiiy, ekologik va ijtimoiy tuzilmalardagi o'zgarishlar tufayli yuzaga keladigan ijtimoiy-ekologik buzilishlar va gidrotexnika inshootlarining ishdan chiqishi va nosozligi;

5) umumiy ko'rinishdagi doimiy va davomli ta'sirlar (filtratsiya, pastki befga erigan muzlarni ta'siri, pastki bef o'zanining o'zgarishi va sh.k.);

6) gidrotexnika obyektida izlanish-tadqiqot paytida, ilmiy asoslash, loyihalash, qurilish va ekspluatatsiya davrida yo'l qo'yilgan qo'pol xatolar va noto'g'ri hisoblar.

17.3.3.5. Ekspluatatsiya qilinadigan gidrotexnika inshootlaridagi avariya xavfi darajasini baholash

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligiga baho berishda avariya xavfi darajasini baholash zarur va buning uchun omillarning neraxitik tizimi tuzilishi lozim. Avariya xavfi darajasini baholash GTI xavfsizligi dekloratsiyasini tuzish paytida amalga oshiriladi.

Loyihalash bosqichida M1 va M2 diagnostika ko'rsatkichlarining tarkibi va mezonlari GTI larini asosiy va birgalikdagi alohida yukla-

malarga mustahkamligi va ustuvorligini, zo'rqishli-deformatsiyali holatini, filtratsiya, gidravlika va harorat rejimlarini tajriba tadqiqotlari va hisob natijalari tahlili, shuningdek, materiallarni mustahkamlik, deformatsiya va filtratsiya tavsiflari tahlili asosida aniqlash kerak bo'ladi.

GTI ekspluatatsiyasi tajribasidan kelib chiqib va tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar natijalari tahlili asosida M1 (zarur holatlarda M2) mezon qiymatlarining diagnostika ko'rsatkichlarini to'ldirish va aniqlashtirish quyidagilardan foydalangan holda amalga oshiriladi:

1) tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar ma'lumotlari bo'yicha shakllantirilgan statistik modellar asosida bajarilgan bashorat natijalari;

2) GTI ning aniqlik kiritilgan hisobiy sxemalari va materiallar hamda zaminlar xossalari parametrlarini aniqlik kiritilgan hisobiy qiymatlariga nisbatan qo'llaniladigan tabiiy sharoitdagi kuzatuvlar ehtimollik matematik modellari asosidagi tekshirish hisoblari.

Ekspluatatsiya bosqichida shuningdek, GTI ning holatini diagnostika sifat ko'rsatkichlarini tarkibi va qiymatlarini aniqlash lozim bo'ladi.

Inshootlar uchun loyihalash bosqichida aniqlangan va hisobiy qiymatlardan ancha past diagnostika ko'rsatkichlari qiymatlarini o'lchashda, ko'rsatkichlarni mezon qiymatlari bashoratli statistik modellar bo'yicha qabul qilinadi. Bunda ko'rsatilgan statistik modellar odatda, ekspluatatsiya jarayonida sinovdan o'tgan inshootlarni yuklamalari va ta'siri diapazoni chegarasida qabul qilinishi lozim. Bir nechta diagnostika ko'rsatkichlaridan birortasi loyihalash bosqichida aniqlangan va ekspluatatsiya bosqichida aniqlik kiritilgan M1 mezon qiymatidan oshgan taqdirda, statistik model asosida GTI ni baholashga ruxsat etiladi.

Inshoot holatini diagnostika va bashorat qilish hamda ekspluatatsiya holatlarini aniqlash maqsadida matematik modellarning uchta turidan foydalaniladi:

1) statistik;
2) deterministik (hisobiy);
3) aralash.

Ta'sir diapazonini bashorat qilish uchun o'lchashlar vaqt qatori mavjud bo'lganda statistik modellarni qo'llash lozim. Deterministik (hisobiy) model loyiha davrida ishlab chiqilib, ekspluatatsiyaning boshlang'ich davrida joriy, inshootga haqiqiy tekshirish pay-

tidagi yuklama va ta'sirini bashorat qilish uchun ishlatilishi mumkin. Bu maqsadlarda hisoblarni nafaqat ekstremal, balki inshoot va zamin materiallarini haqiqiy tavsifida oraliq yuklama va ta'sirlar uchun ham bajarish kerak.

Ekspluatatsiya qlinadigan GTI xavflilik darajasiga deterministik baholashni xavfsizlikni son va sifat omillarini ta'sirini birlashtirgan umumlashtirilgan ko'rsatkich shaklida amalga oshirish tavsiya etiladi. Ushbu umumlashtirilgan ko'rsatkich (GTI xavfsizlik darajasi) GTI xavfsizligining loyiha talablaridan, aniqrog'i zamonaviy me'yoriy va qoidalardan chetga chiqishi darajasini tavsiflaydi.

GTI xavfsizlik darajasini baholash quyidagicha bajarilishi mumkin:

1) avariyaning turli xil ssenariylari ko'rib chiqiladi;

2) avariyaning har bir ssenariysi uchun ta'sir etuvchi omillar ro'yxati aniqlanadi;

3) xavfsizlikni turli xil son va sifat omillari bitta masshtabga olib kelinadi (intervalga bo'lingan bitta shkala bo'yicha baravarlashtiriladi);

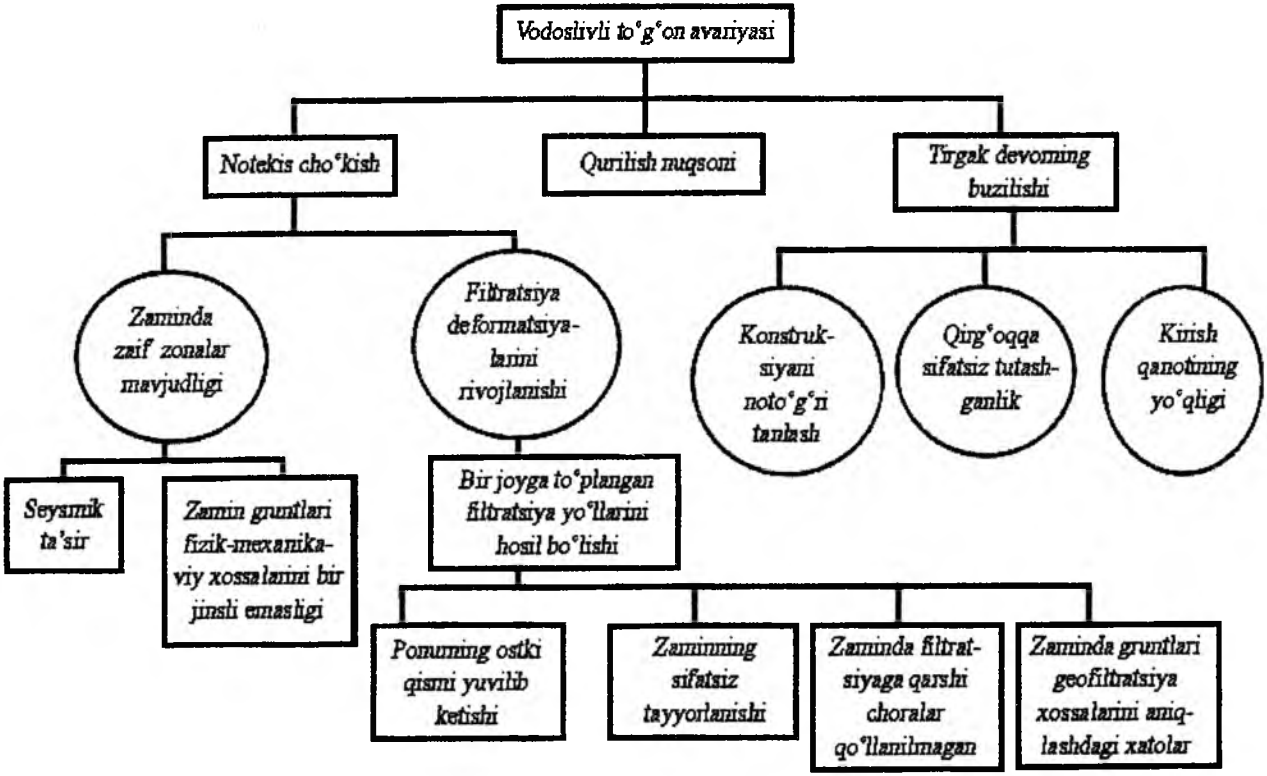
4) xavfsizlik o'lchamini GTI xavfsizlik darajasini turli xil xavfsizlik (bir xil masshtabga keltirilgan) omillarini o'zaro ta'sirini hisobga olib, miqdoriy baholash quyidagi formula bilan amalga oshiriladi:

$$I = I_{\max} - \prod_{i}^{n}(I_{\max} - I_{\mathrm{l}})/(I_{\max} - I_{\min})^{n-1} \qquad (17.139)$$

bunda: I_{l} – xavfsizlik omillari qiymatlari; $I_{\max}$, $I_{\min}$ – formula bo'yicha hisob olib borganda inobatga olinadigan omillarning sifat qiymatiga to'g'ri keladigan ko'rsatilgan miqdor shkalasining intervali uchun omillarning maksimal va minimal qiymatlari.

Ekspluatatsiya qilinayotgan GTI xavfsizligi darajasini baholashning qarab chiqilgan xavfni o'lchamlarini ehtimollik uslubini qo'llashni inkor etmaydi. Xususan, ta'sirlar (gidrologik, seysmik, suv to'lqini) ning tavsifi an'anaviy ehtimollik tushunchalarini tabiiy ta'sirlar, materiallar xossalari va zamin jinslarini tavsiflovchi xavfsizlik omillarini baholashda foydalanish lozim bo'ladi.

Xuddi shunga o'xshash ravishda ekspluatatsiya qilinadigan GTI holatini zamonaviy hisoblar uslubi, me'yor va qoidalarga mos kelishiga baho berishda (me'yoriy hujjatlarda tegishli tavsiyalar mavjud bo'lsa) butun gidrouzelni va uning alohida elementlarini ishonchliligini ehtimollik asosida baholashdan foydalanish tavsiya qilinadi.



17.1-rasm. **Vodoslivli to'g'onning ishdan chiqish tuzilmasi.**

Inshootlarni ishonchliligi va xavfsizligini baholashda ta'sir etuvchi omillarni kuchli tasodifiy o'zgaruvchanligida, xususan alohida yuklama va ta'sirlar (shu jumladan, halokatli tabiiy ta'sirlar) yoki ularni yig'indisi, masalan, suv ombori suv sathini tasodifiyligi va keng miqyosda o'zgaruvchanligida seysmik ta'sir bo'lganda ehtimollik nuqtayi nazaridan baholash yaxshi samara beradi.

GTI lar avariya xavfiga ehtimollik bahosini berishni quyidagi tartibda amalga oshirish tavsiya etiladi:

1) avariyalarning turli xil ssenariylari ko'rib chiqiladi;

2) avariyaning har bir ssenariysi uchun ta'sir etuvchi omillar ro'yxati tuzib chiqiladi;

3) formulalar yordamida hisoblar bilan GTI avariyalari ehtimolligi aniqlanadi.

Ekspluatatsiya qilinayotgan GTI xavfsizlik darajasini baholash yoki avariya xavfini baholashning oxirgi bosqichi bo'lib, olingan natijalarning tahlili, eng "xavfli" omillarni aniqlab olish va GTI xavfsizligini ta'minlash bo'yicha tashkiliy yoki texnik tavsifga ega tavsiyalarni ishlab chiqish hisoblanadi.

17.3.3.6. Gidrotexnika inshootlarining ekspluatatsiya davridagi ishonchliligini baholash

Gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiyasi samaradorligini oshirish ko'p jihatdan uning ishonchliligini oshirishga bog'liq. Shu vaqtning o'zida irrigatsiya tuzilmalarining ekspluatatsiya qilinayotgan GTI lari ishonchliligini hozirgi kundagi holatini baholayotib, uning past darajada ekanligini ta'kidlab o'tish o'rinlidir.

GTI ni ekspluatatsiya davridagi ishonchliligini belgilovchi omillar ko'proq loyihalash va qurilish davrida yo'l qo'yilgan xatolar bilan izohlanishi tabiiy. Inshootlarni amalda me'yorlarga ko'ra belgilangan xizmat qilish muddati haqiqatga hamma vaqt ham to'g'ri kelavermaydi.

Shunga ko'ra, biz GTI ishonchliligini baholashni loyihalash yoki ekspluatatsiya davrlarida inshootning har bir elementini haqiqiy xizmat qilish muddatiga bog'liq holda amalga oshirishni taklif etamiz.

Buning uchun inshoot elementlari ishdan chiqish ehtimolligi $F(x)$ ni TIMI ning "Gidrotexnika inshootlari va muhandislik konstruksiyalari" va QMII ning "Gidrotexnika inshootlari va nasos stansiyalaridan foydalanish" kafedralari hamkorlikda olib borgan tadqiqotlar asosida olingan formula yordamida aniqlash mumkin:

$$F(x) = e^{-\frac{(t-1)^2}{0,3183}}, \qquad (17.140)$$

bunda t – GTI elementlari xizmat qilish muddati.

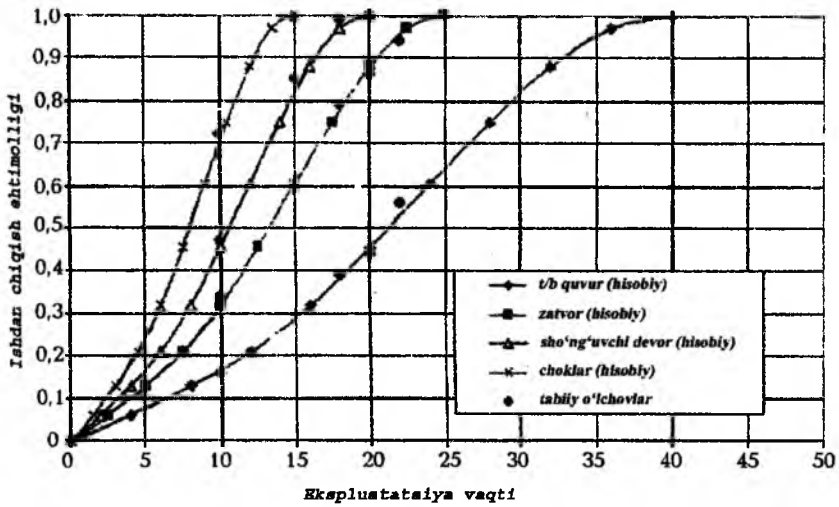
GTI ning har bir elementini ishdan chiqish ehtimolini uni ekspluatatsiya muddati $F(x)$ ga bog'liq ravishda bilgan holda, $F(x)=f(x)$ grafigini chizib olish mumkin (17.2-rasm).

Rasmdan inshootning u yoki bu elementini ishdan chiqish ehtimoli $F(x)$ qanchalik katta ekanligi aniq-ravshan ko'rinib turibdi.

GTI ishlashi shartidan va inshootni to'xtovsiz, buzilmasdan ishlashini ta'minlashda u yoki bu elementning tutgan ahamiyatiga ko'ra, uni hali loyihalash davridayoq yoki ekspluatatsiya jarayonida konstruktiv jihatdan inshoot ishonchliligini kuchaytirish mumkin. Shu bilan bir qatorda $F(x)=f(x)$ grafigiga ega bo'lib har bir elementni va inshootni to'lig'icha ishdan chiqmaslik ehtimolini quyidagi formula bilan aniqlash mumkin:

$$P(x) = 1 - F(x) \qquad (17.141)$$

U holda ekspluatatsiya qilinayotgan irrigatsiya tizimini t vaqt davrida ishdan chiqmaslik ehtimolini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin:



17.2-rasm. **Suv olish inshooti elementlarini ishdan chiqishini ekspluatatsiya vaqtiga bog'liqligi grafigi.**

$$P_{IT}(t) = P_{SGU}(t) \cdot P_{XAK} \cdot iP_r \cdot nP_T(t) \cdot mP_{SU}(t) \qquad (17.142)$$

bunda P_{SGU} – suv olish gidrouzel ishdan chiqmaslik ehtimoli; P_{XAK} – xo'jaliklararo kanalning ishdan chiqmaslik ehtimoli; P_r – rostlovchi inshoot ishdan chiqmaslik ehtimoli; P_T – tutashtiruvchi inshoot ishdan chiqmaslik ehtimoli; P_{SU} – suv o'tkazuvchi inshoot ishdan chiqmaslik ehtimoli; i, n va m – tegishli ravishda rostlovchi, tutashtiruvchi va suv o'tkazuvchi inshootlar soni.

Majmua tarkibiga kiruvchi alohida inshootlar ishdan chiqmasdan, to'xtovsiz ishlashi konstruktiv elementlarning ishonchliligiga bog'liq bo'ladi. Shu bilan bir qatorda suv olish bog'lami yoki xo'jaliklararo kanal ishdan chiqsa, butun tizim ham ishdan chiqadi, shu sababdan birinchi navbatda mas'uliyati katta inshootlarda ishonchlilikning yuqori ko'rsatkichlariga erishish kerak.

Irrigatsiya tizimlari GTI ishonchliligini boshqa asosiy ko'rsatkichlarini hisoblab topish uchun akademik S.E. Mirtsxulava taklif etgan hisobiy formulalardan foydalanish mumkin.

Kanallardagi inshootlarni ishdan chiqmasdan ishlashini o'rtacha vaqti quyidagicha aniqlanadi:

$$t_i = \sum_{n=1}^{n} P_{IT}(X_i)\Delta t = \sum_{n=1}^{n} [1 - F(x_i)]. \qquad (17.143)$$

U holda majmuadagi barcha gidrotexnika inshootlarini t vaqt davomida ishlash ishonchliligi koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanishi mumkin:

$$R(t_0) = K e^{-t_0/t_i}, \qquad (17.144)$$

bunda K – inshootni ishga tayyorlik koeffitsiyenti quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K = t_i / (t_i + t_{to'x}), \qquad (17.145)$$

bunda: t_i – inshootni ishlash vaqti; $t_{to'x}$ – inshootni to'xtab turish vaqti.

Ugam irrigatsiya tizimi GTI ning ishdan chiqish haqida olingan ma'lumotlariga ko'ra, suv olish gidrouzeli bo'yicha eng katta ishdan chiqish ehtimoli $F(x)$=0,91 va xo'jaliklararo kanal bo'yicha $F(x)$=0,84 ni tashkil etdi, eng kichik qiymati esa tegishli ravishda dyuker va suv chiqarish inshooti bo'yicha $F(x)$ = 0,81...0,83 ga teng bo'ldi.

Bu ma'lumotlar tabiiy sharoitdagi tadqiqotlar va ekspluatatsiya xizmati ma'lumotlari bilan tasdiqlanadi. Ugam irrigatsiya tizimi GTI larini ishdan chiqmaslik ehtimolini hisoblari 23 yillik ekspluatatsiyadan keyin eng past ishonchlilik ko'rsatkichi suv olish gidrouzelida, ya'ni $R(x) = 0,09$ ekanligini ko'rsatdi, shu boisdan uni zudlik bilan rekonstruksiya (qayta qurish) talab etiladi.

Nazorat savollari

1. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini pasaytiruvchi qanday sabablarni bilasiz?
2. GTI larda ro'y beradigan avariyalar nechta sinfga bo'linadi?
3. Ikkilamchi buzilishlar qachon ro'y beradi?
4. Ekspluatatsiya qilinayotgan GTI lardagi avariya xavfi darajasi qanday baholanadi?
5. Vodoslivli to'g'onning ishdan chiqishlar tuzilmasini tushuntiring?
6. Inshoot holatini diagnostika qilishda matematik modellarning qaysi turlaridan foydalaniladi?
7. GTI xavfsizlik darajasini baholash qanday bajariladi?
8. GTI ekspluatatsiyasini samaradorligini oshirish nimaga bog'liq?
9. GTI ning ishdan chiqish ehtimoli F (x) qanday aniqlanadi?
10. GTI ning ishdan chiqmaslik ehtimoli R (x) qanday topiladi?
11. Ekspluatatsiya qilinadigan irrigatsiya tizimi ishdan chiqmaslik ehtimoli qanday hisoblanadi?
12. GTI ning ishdan chiqmaslik vaqtini qanday qilib aniqlash mumkin?
13. GTI ishlashini ishonchlilik koeffitsiyenti nimaga teng?
14. Inshootni ishga tayyorlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
15. Ugam irrigatsiya tizimi ishonchliligi haqida ma'lumot bering.

17.3.4. Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi bo'yicha davlat nazorati

17.3.4.1. Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligini strategik boshqarishning asosiy elementlari

Deyarli barcha rivojlangan davlatlarda murakkab texnik obyektlar va xavfli ishlab chiqarish jarayonlarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilish jarayonida ularning xavfsizligi nazorat qilib boriladi. Bunday nazoratni tashkil qilishda davlat va mulk egalari, loyihalash va ilmiy tashkilotlar, quruvchilar (pudratchi, subpudratchi) va buyurtmachilar (ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot)

o'rtasida mas'uliyatni oqilona taqsimlash muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

So'nggi vaqtlargacha ekspluatatsiya qilinayotgan obyektning xavfsizligini ta'minlash uni ekspluatatsiya qilayotgan tashkilotning vazifasi deb hisoblab kelinar edi. Loyihalash va qurilish tashkilotlari odatda buyurtmani bajarib bo'lgandan so'ng obyektning mas'uliyati va xavfsizligini o'zlaridan soqit qilar edilar. Biroq ishlab chiqarish amaliyoti ko'pgina holatlarda obyektlardagi avariyalar va buzilishlar qidiruv, ilmiy asoslash, loyihalash va qurilish davrida yo'l qo'yilgan u yoki bu xatoliklar bilan bog'liq ekanligini ko'rsatmoqda. Bunday hollarda potensial xavfli obyektlarni loyihalash va qurish davrida yo'l qo'yilgan xatoliklar xavfsizlikni ma'muriy nazorat qilish yo'li bilan xodimlar o'rtasida ishlab chiqarish intizomini, xususan, shaxsiy himoya vositalarini keng joriy etishni kuchaytirish orqali to'ldirish mumkin deb hisoblangan. Buning natijasida obyekt xavfsizligining nazorati obyekt tuzilishi, texnologik jarayon asoslari, ishga yaroqsizlik va avariya rejimlari oqibatlari to'g'risida zaruriy bilimga ega bo'lmagan xodim qo'liga to'liq berib qo'yilgan. Ko'pchilik hollarda obyektning texnogen xavfsizligi xavfsizlik texnikasi bo'yicha muhandis zimmasiga yuklatilgan. Shuning uchun hozirgi kunga qadar ekspluatatsiya qiluvchi xodimlar o'rtasida obyekt xavfsizligi deganda ishlab chiqarishda xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya etish tushuniladi.

Nafaqat gidrotexnika inshootlari, balki ko'pgina sanoat tarmoqlarida ishonchlilik va xavfsizlikni ta'minlashdagi xarakterli xatoliklardan yana biri xodim qo'lida jamlangan va uning noto'g'ri (tasodifan) foydalanishi natijasida vujudga keladigan xavf bilan xodimning mansabi, eng avvalo uning vakolati va yetarli ma'lumotga egaligi, oylik maoshi va h.k. o'rtasida nomutanosiblik hisoblanadi. Negadir yirik energetika qurilmalarining operatorlar smenasi tomonidan nazorat qilinishi tabiiy hisoblanadi, vaholanki ular xavfsizlikni ta'minlash bo'yicha biror bir qaror qabul qilishda to'liq mas'uliyatni o'z zimmalariga olmaydilar va bunday imkoniyatga ega emasliklarini ta'kidlab o'tish joiz.

Ishlab chiqarish korxonasidagi ichki tartib-intizom, xavfsizlik texnikasini ta'minlash, obyektga kiritish rejimini yaratish va sh.k. eng muhim masalalardan ekanligiga hech qanday shubha yo'q. Ushbu masalalar mulk egalari yoki ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot rahbariyati tomonidan ijobiy hal etilishi mumkin. Biroq, bu faqat obyekt

xavfsizligining taktik masalalaridir. Obyekt texnogen xavfsizligini ta'minlash masalasi yechimini aniqlashda strategik yondashish, ushbu muammoni hal etishda davlat organlari, tarmoq vazirliklari va idoralari, loyihalash va ilmiy-tadqiqot tashkilotlari, sug'urta kompaniyalarini jalb etishni nazarda tutadi. Obyekt faoliyatining barcha bosqichlarida (qidiruv, loyihalash, qurilish, ekspluatatsiya qilish, qayta qurish, tugatish) muammolar yechimini ishlab chiqishda ularning munosib ishtirok etishlarini vaqti yetib keldi. Muammoga bunday kompleks yondashish avariyalar va texnogen favqulodda vaziyatlar (TFV) ni oldini olish konsepsiyasini to'liq amalga oshirish imkonini beradi va u avariyalar va TFV lar natijasida ro'y bergan oqibatlarni tugatishning eskirgan konsepsiyasidan tubdan farq qiladi.

Texnogen xavfsizlikni boshqarish elementlari. Rivojlangan davlatlarda va O'zbekiston Respublikasida (ayniqsa, keyingi yillarda) qabul qilingan texnogen xavfsizlikni strategik boshqarishining asosiy elementlariga quyidagilar kiradi:

1) xavfsizlikni *qonun yo'li bilan boshqarish* davlat tomonidan qonunlar, qarorlar, aktlar qabul qilish orqali amalga oshiriladi va ularda qo'yilgan talablar, texnik obyektning qaysi muassasaga tegishli bo'lishidan qat'i nazar, mamlakatning barcha hududlarida bajarilishi majburiydir;

2) xavfsizlikni *sohaviy boshqarish* davlat chiqargan qonunlari, aktlari, hukumat qarorlarini bajarish, xavfsizlikni qonuniy ta'minlashga asos bo'ladigan davlat standartlarini ishlab chiqish, sohaga tegishli me'yoriy hujjatlarini ishlab chiqish, ular asosida mavjud qurilish me'yorlari va qoidalarini (QMQ), texnik ekspluatatsiya qoidalarini (TEQ), idoraviy qurilish me'yorlarini (IQM), texnik yo'riqnomalarni, uslubiy ko'rsatmalar va tavsiyanomalarni, xavfsizlik texnikasi qoidalarini soddalashtirish va ularga aniqlik kiritish yo'li bilan amalga oshiriladi. Soha me'yoriy hujjatlarida qo'yilgan talablarga ham, texnik obyektning kimning mulki va qaysi muassasaga tegishli bo'lishidan qat'i nazar, mamlakatning barcha hududlarida amal qilinishi majburiydir;

3) texnogen xavfsizlikni *ma'muriy boshqarish* xavfsizlikni qonuniy yo'l bilan va sohaviy boshqarilishida qo'yilgan talablarni bajarish, ular asosida aniq bir obyekt uchun uning nazorati va xavfsizligini ta'minlash bo'yicha uslubiy hujjatlar tizimini ishlab chiqish va joriy etish;

4) ekspluatatsiya qiluvchi xodimlar tomonidan texnik ekspluatatsiya qoidalarini bajarilishini ta'minlash, korxonaning maxsus xizmat bo'limlari, uning rahbariyati tomonidan obyekt xavfsizlik holatini, davlat va sohaga doir qonunlar, me'yorlar, qoidalar va yo'riqnomalarni korxona ishchi xodimlari tomonidan bajarilishining ichki nazoratini tashkil etishni kiritgan holda, nazorat qilish orqali amalga oshiriladi.

Qonun yo'li bilan nazorat qilish. Xavfli ishlab chiqarish obyektlarini qonun yo'li bilan nazorat qilish ko'p bosqichli nazoratni o'z ichiga oladi:

1) davlat komissiyasi darajasida—rasmiy davlat organlari tomonidan;

2) sohaviy komissiya darajasida—vazirliklar, idoralar doirasida;

3) ma'muriy-texnik obyektning xavfsizlik holati va xodimlarning malakasini korxonaning maxsus xizmat bo'limlari, kompaniya rahbariyati tomonidan nazorat qilish, ya'ni tashkilotning "xususiy" ichki nazorati doirasida.

Texnogen xavfsizlikni bunday "uch bosqichli" boshqarish tuzilmasining zaruriyati ko'pgina sabablar bilan izohlanadi. Ularning asosiylari quyidagilar. Xavfsizlikni qonun yo'li bilan boshqarish o'ta muhim hisoblanadi. Mos holdagi qonuniy davlat aktlarini qabul qilinishi va iqtisodiyot subyektlari tomonidan uni qat'iy bajarilishini talab etilishining o'zi jamiyat tomonidan xo'jalik faoliyatining xavfli sohasida mos xavfsizlik darajasiga erishishning eng samarali usullaridan biri sifatida qaraladi. Haqiqatdan ham, qonun yo'li bilan nazorat qilish, xavfsizlikni ta'minlash usullari hisobiga u yoki bu darajada "iqtisod" qiluvchi ba'zi noinsof korxona va kompaniyalar xatti-harakatidan himoya qilishga xizmat qilishi mumkin. Lekin, xavfsizlik nazorati bilan faqat davlat organlarining shug'ullanish holatlari amalda real emas, chunki davlat tuzilmasida har bir soha va aniq korxona uchun barcha xavfsizlik masalalarini boshqarish imkoni yo'q.

Bundan tashqari, texnogen xavfsizlik bo'yicha kelajakda ishlab chiqiladigan qonunlar asosan loyihalanadigan obyektlarga taalluqli bo'lishini ham nazarda tutish kerak. Ularni ekspluatatsiya qilinayotgan obyektlar xavfsizligini ta'minlashdagi muammolarni yechishda qo'llash ancha murakkab bo'lib, bu davlat organlari texnogen xavfsizlik muammosini mustaqil yecha olmasligidan dalolat beradi. Qonun yo'li bilan boshqarishning ko'pgina masalalari sohaviy daraja-

da – ekspluatatsiya qilinayotgan obyekt muammolariga yaqin bo'lgan holatlarda yechilishi lozim. Shuning uchun ham, sanoat xavfsizligi bo'yicha samarali qonunlar ishlab chiqish, faqat davlat hokimiyati organlarining sanoat va ilmiy muassasalar bilan birgalikdagi harakatlari hisobiga amalga oshirilishi mumkin. Keyingi o'n yilliklarda sanoati rivojlangan davlatlarda (AQSH, Kanada, Avstraliya, Yaponiya, EII davlatlari va Rossiya) va hozirda O'zbekiston Respublikasida aynan shu yo'l tutilgan.

Sanoat xavfsizligi bo'yicha mos qonunlarni ishlab chiqish G'arbiy Yevropa va AQSHda o'tgan asrning 70–80-yillarida shakllana boshladi. Dastlab bunday me'yorlarni qabul qilish alohida davlatlarda amalga oshirildi. Masalan, Germaniyada 1980-yilda "Avariya holatlari to'g'risida"gi qonun qabul qilingan. Umumyevropa ahamiyatiga molik, xavfsizlik va xavf-xatarni tahlil qilishni o'tkazish bo'yicha umumiy talablarni o'z ichiga olgan birinchi huquqiy hujjatlardan biri Yevropa Ittifoqi Direktivasi 82.501 EES (Sevezo Direktivasi) hisoblanadi. Direktivada xavfsizlikni turlarga ajratish, xavf bo'yicha axborot taqdim etish, xizmat ko'rsatuvchi xodim, aholi va atrof-muhit xavfsizligini ta'minlovchi chora-tadbirlarni ishlab chiqish bo'yicha asosiy talablar ta'riflangan. Ushbu Direktivaga ko'ra xavf va xatolarning tahlili xavfsizlik deklaratsiyasi (Safety Report) ning tarkibiy qismi sifatida taqdim etiladi.

Rossiyada sanoat xavfsizligi masalalari bo'yicha qonunlar shakllanishi bozor munosabatlari rivojlanishi bilan boshlandi. 1994-yilda Davlat Dumasi tomonidan "Aholi va hududlarni tabiiy va texnogen xarakterdagi favqulodda vaziyatlardan himoya qilish to'g'risida"gi Federal qonun qabul qilingan. Ushbu qonunda Rossiya Federatsiyasi uchun umumiy bo'lgan tabiiy va texnogen xarakterdagi favqulodda vaziyatlarda aholini yer, suv, havo, hududlarni, ishlab chiqarish va ijtimoiy maqsadlarga mo'ljallangan obyektlarni hamda atrof-muhitni himoya qilish bo'yicha tashkiliy-huquqiy me'yorlar belgilab berilgan. 1997-yilda "Xavfli ishlab chiqarish obyektlarining sanoat xavfsizligi to'g'risida"gi Federal qonun qabul qilindi.

Mazkur qonun xavfli ishlab chiqarish obyektlarini xavfsiz ekspluatatsiya qilishni ta'minlashning huquqiy, iqtisodiy va ijtimoiy asoslarini aniqlab beradi va avariyalardan ogohlantirish hamda ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotning ro'y berishi mumkin bo'lgan avariya va buzilishlarni tarqalishini cheklash va uning oqibatlarini bar-

taraf etish bo'yicha tayyorligini ta'minlashga yo'naltirilgan. Federal qonun qoidalari tashkiliy-huquqiy shakli va mulkchilik shaklidan qat'i nazar barcha tashkilotlarga taalluqlidir.

Ushbu qonun sanoat xavfsizligi asoslarini, jumladan, faoliyat turlarini litsenziyalash, texnik qurilmalarni sertifikatlash, loyihalash, qurilish va ekspluatatsiya qilishga bo'lgan xavfsizlik talablari, xavfli obyektlarni ekspluatatsiya qilishdagi talablar, xavfsizlik dekloratsiyasini ishlab chiqish va ekspertizadan o'tkazishga bo'lgan talablar, aholiga, atrof-muhitga, qo'shni tashkilotlarga yetkazilgan zararni majburiy sug'urtalash mas'uliyatini joriy etishni o'z ichiga oladi. Qonunda shunday mezonlar ishlab chiqilganki, unga ko'ra xavfli sanoat ishlab chiqarishiga kiritilgan barcha mavjud, qurilayotgan va loyihalanayotgan gidrotexnika inshootlari bo'yicha mezonlar ishlab chiqilgan.

17.3.4.2.Turli davlatlarda gidrotexnika inshootlari xavfsizligini qonun yo'li bilan boshqarish tajribalari

Hozirgi vaqtda qator davlatlarda gidrotexnika obyektlarini qonun yo'li bilan boshqarish bo'yicha anchagina tajriba orttirilgan. Bunday boshqarishning samaradorligi, uzoq vaqt ekspluatatsiya qilinishiga qaramasdan obyektlardagi avariyalarning asta-sekin kamayishi, ularning ekologik xavfsizligini oshishi va ijtimoiy tang holatning pasayishi bilan tasdiqlanmoqda.

AQSH da aholining gidrotexnika inshootlariga qurilishiga nisbatan salbiy munosabati, ushbu muammoni federal darajada hal etish zaruriyatini keltirib chiqarganiga uncha ko'p vaqt bo'lgani yo'q. Muammoning o'ziga xos xususiyati, gidrouzellarning anchagina qismi (70% atrofida) xususiy mulk egalari tasarrufida ekanligida edi. Energetika bo'yicha federal agentlik gidrotexnika obyektlarini bir maqsadga yo'naltirgan holda tekshirish va ular xavfsizligini deklaratsiya qilish kompaniyasini boshladi. Natijada gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya qilish uchun litsenziya berish tartibini belgilab beradigan me'yoriy hujjat qabul qilindi. Mazkur hujjat gidrotexnika obyektlarining atrof-muhitga salbiy ta'sirlarini kamaytirish majburiyligiga rioya qilinishini o'z ichiga olgan inshootni ekspluatatsiya qilish rejimiga qo'yilgan talablardan iborat.

Buyuk Britaniyada ham gidrotexnika obyektlari xavfsizligini nazorat qilish muammolarini hal qilish bo'yicha yaxshi muvaffaqiyat-

larga erishilgan. Bu yerda 1975-yilda suv omborlari to'g'risidagi qonun qabul qilingan bo'lib, unga asosan mavjud 2450 ta to'g'on, ulardan faqat 20% igina balandligi 15 m dan yuqori, qonun yo'li bilan boshqarilishga o'tkazildi. Qonunda hukumatning, tadbirkorlarning, nazorat qiluvchi hokimiyatning va muhandislik ta'minotining gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligini nazorat qilishdagi o'rni belgilab berilgan. Atrof-muhit himoyasi Departamenti qonun talablarini joriy etish bo'yicha mas'ul hisoblanadi. Gidrotexnika inshootlarini qurilishi va ekspluatatsiyasi borishining nazorati alohida topshiriq bajaradigan muhandis tomonidan amalga oshiriladi. Muhandislik korpusi ixtisosligi bo'yicha guruhlarga bo'linadi. Har o'n yilda inshootlarning holati majburiy tekshiriladi. Buyuk Britaniyada qurilgan to'g'onlarning yarmi 80 yildan ortiq vaqt davomida ekspluatatsiya qilinayotganini aytib o'tish lozim.

Finlyandiyada 1962-yildan boshlab gidrotexnika inshootlari holatini nazorati Davlat energetika kompaniyasi tomonidan olib boriladi. 1978-yilda to'g'onlar ishonchliligi bo'yicha Milliy kompaniya tashkil etildi, 1984-yilda esa to'g'onlar ishonchliligi bo'yicha Qonun hamda me'yorlar (QMQ ga o'xshash) ishlab chiqilib, 1985-yilda ular chop etildi va 1991-yilda yangilandi. Qonunning ta'sir doirasiga 450 ta to'g'on kiradi. To'g'onlar avariya vaqtida vujudga keladigan xavfning turi va darajasiga ko'ra tasniflanadi. Shu narsa xarakterliki, bunda to'g'on balandligi hal qiluvchi ahamiyatga ega emas. Finlyandiyada to'g'onlarni tekshirish har besh yilda tegishli vakolatga ega bo'lgan vakillar tomonidan ochiq oshkoralik sharoitida o'tkaziladi. Xavf-xatarni baholash uslubi ishlab chiqilgan. Asosiy e'tibor avariyalarni oldini olish, ular oqibatlarini tugatish usullariga qaratilgan.

So'nggi vaqtlarda turli davlatlarda gidrotexnika obyektlari xavfsizligini qonun yo'li bilan boshqarishning quyidagi umumiy yo'nalishlari yaqqol namoyon bo'lmoqda:

1) to'g'onlar xavfsizligi bo'yicha yangi me'yoriy-huquqiy aktlarni ishlab chiqish;

2) ijroiya hokimiyatining davlat organlari maxsus vakillari tomonidan olib boriladigan nazorat funksiyasini kuchaytirish;

3) gidrotexnika obyektlari holatining nazoratini tashkil etishning ikki parallel shaklini qo'llash;

4) gidrotexnika inshootini nazorat qilish va uning ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlash bo'yicha mulk egasiga shakllantirilgan asosiy

majburiyatlari va mas'uliyat yuklaydigan me'yorlar; unga ko'ra davlat mulk egasi tomonidan inshootni ekspluatatsiya va nazorat qilishni tashkil etishda umumiy me'yorlarga rioya qilinayotganini nazoratini olib boradi; bunday holatda davlat (Buyuk Britaniya, Norvegiya, Slovakiya) gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurish va uning holatini va xavfsizlik darajasini baholaydigan muhandislar va muhandislik firmalari malakasiga muayyan talablarni qo'yadi;

5) davlat mulk egasi yoki ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot tomonidan olib boriladigan nazoratga parallel, yana bir inspeksiya nazorati tartibini belgilab beradi va tashkil etadi. Bunday holatda ba'zi bir davlatlar (masalan, Portugaliya, Shveytsariya) me'yoriy hujjatlari mulk egasidan gidrotexnika obyektlarining holatini tekshirish, uning ishonchliligi va xavfsizligini baholash uchun chetdan mutaxassislar yoki ekspertlarni jalb etishni talab etadi.

Avariyalar natijasida bo'ladigan xavf-xatarni miqdoriy baholash uslublari takomillashgan sayin, ularni to'g'onlar xavfsizligini ta'minlash chora-tadbirlarini ularning mas'uliyati va tartibi bo'yicha tasniflash maqsadida me'yoriy hujjatlarga kiritish yanada yaqqol namoyon bo'lmoqda. Masalan, 1999-yilda amalga kiritilgan Norvegiya me'yoriy hujjatlarida ekspluatatsiya qilinayotgan gidrotexnika inshootlarini loyihalash, nazorat qilish va to'g'onni rekonstruksiya qilish jarayonida qabul qilinadigan eng maqbul muhandislik yechimlarini aniqlashda hamda avariyani oldini olishga qaratilgan tadbirlar rejasini tuzishda xavf-xatar tahlilidan foydalanish zarurligi to'g'ridan to'g'ri ko'rsatilgan. Xuddi shunday yondashuv Avstraliya, Kanada, Niderlandiya, AQSH da qabul qilingan yangi me'yoriy hujjatlarda o'z aksini topgan. Bunda «xavf-xatar» tushunchasi barcha salbiy ko'rinishlar, jarayonlar va holatlarni o'zida mujassam etgan bo'lib, agar ular o'z vaqtida bartaraf etilmasa, gidrotexnika obyektlarida avariya yoki buzilishlarni va natijada u bilan bog'liq bo'lgan talafotni keltirib chiqarishi mumkin.

Hududida juda ko'p to'g'onlar ekspluatatsiya qilinayotgan ko'pgina davlatlar, o'zlarining qonun va boshqa me'yoriy hujjatlarida to'g'onlarda avariya sodir bo'lganda, aholini xavfli joydan ko'chirish (evakuatsiya) va avariya oqibatlarini bartaraf etish rejasining asosiy holatlarini ishlab chiqish zarurligini belgilab berganlar. Bundan tashqari avariyalardan ogoh etish tizimlarini yaratish zarurligi ham belgilangan. Avariyaga qarshi qaratilgan tadbirlar rejasi avariyalar

xavf-xatari tahlili natijalariga asoslanadi va ro'y berishi mumkin bo'lgan xavf ro'yxatini, har bir aniq bo'lgan inshoot uchun sodir bo'lishi va kengayish ehtimoli bo'lgan avariyalar ssenariysi hamda ularning asosiy indikatorlari va boshlanish mezonlarini o'z ichiga oladi. Reja tarkibiga gidrotexnika inshootlarida sodir bo'lishi mumkin bo'lgan avariyalardagi o'pirilishlar natijasida hosil bo'lgan to'lqin ko'rsatkichlari hisobi va avariya oqibatlari keltiriladi hamda shu asosda pastki befda hududni zonalarga bo'lish ishlari olib boriladi.

Avariyaga qarshi ishlarni va zaruriy resurslarni jalb etishni tashkil etishga bag'ishlangan bo'limlar, avariyaga qarshi tadbirlar rejasining asosiy muhim elementi hisoblanadi. Bu bo'limlarda ekspluatatsiya xizmatlari va maxsus avariya bo'linmalari shtatini boshqarish masalalariga hamda TFV to'g'risida ogohlantirish va avariya oqibatlariga qarshi kurashish bo'yicha tuzilgan markaziy xizmat bo'linmalari bilan hamkorlikda ishlarni tashkil etish masalalariga katta e'tibor qaratilgan.

Hozirgi kunda barcha sivilizatsiyalashgan davlatlarda gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha qonunlar yoki majburiy me'yoriy hujjatlar qabul qilingan.

Yuqorida keltirilgan gidrotexnika inshootlari xavfsizligini qonun yo'li bilan boshqarishni kengaytirishga bo'lgan intilishlar Rossiyada 1997-yilda «Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi to'g'risida»gi Federal Qonun qabul qilinishi bilan to'liq amalga oshirildi. Mazkur qonun avariya tufayli odamlar hayoti va sog'lig'iga, atrof-muhitga xavf tug'diradigan TFV larni keltirib chiqaradigan barcha gidrotexnika inshootlariga taalluqlidir. Qonun gidrotexnika obyektlari xavfsizligini ta'minlash masalalari bo'yicha Rossiya Federatsiyasi hukumati, ijroiya hokimiyati organlari, federatsiya subyektlari va hokimiyat munitsipal organlari o'rtasida vakolatlarini ajratib bergan.

Hukumat, ijroiya hokimiyati federal organlariga tayangan holda gidrotexnika obyektlarining mulk egaligi va qaysi sohaga tegishli ekanligidan qat'i nazar, ularning xavfsizligi bo'yicha federal davlat nazoratini tashkil etadi, federal mulk tarkibida bo'lgan gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlaydi.

Rossiya Federatsiyasi hukumatining 1997-yil 16-oktabrdagi 1320-sonli qarori bilan gidrotexnika obyektlari elektrostansiyalar xavfsizligi bo'yicha federal organning davlat nazorati funksiyasi Rossiya Issiqlik energetikasi vazirligi zimmasiga yuklatilgan. Hukumatning 1998-yil 13-avgustdagi 950-sonli qarori bilan Issiqlik energetikasi

Vazirligi nazorat funksiyalari, ularga issiqlik energetikasi kompleksi mulki yoki ekspluatatsiya qiluvchi tashkiloti tasarrufida bo'lgan gidrotexnika inshootlari xavfsizligini davlat nazorati funksiyasini kiritilishi hisobiga hamda gidrotexnika inshootlarining Rossiya registrini shakllantirishda va olib borishda ularning ishtirok etishi hisobiga kengaytirildi.

Ushbu qaror bilan Rossiya Federatsiyasi Transport vazirligi zimmasiga o'zining tasarrufida bo'lgan kema qatnovchi gidrotexnika inshootlari xavfsizligi ustidan davlat nazoratini olib borish yuklatilgan. Issiqlik energetikasi vazirligi, transport vazirligi va Davshahtexnazorat tasarrufiga kirmaydigan gidrotexnika obyektlari hamda mahalliy o'zini o'zi boshqarish organlariga nazoratga berilgan gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi bo'yicha Davlat nazoratini olib borish Rossiya tabiiy resurslari vazirligiga yuklatilgan.

Davlat nazorat organlariga juda katta, jumladan, Qonun bilan belgilangan tartibda, ishonchsiz inshootlarni ekspluatatsiya qilishni to'xtatish va ularni tugatish yoki qayta qurish to'g'risida qaror chiqarish, gidrotexnika obyektlarini ekspluatatsiya qilish uchun berilgan litsenziya va ruxsatnomalarning amal qilinishini to'xtatish kabi huquqlar berilgan.

Qonun gidrotexnika obyektlari egalari va ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotlarning majburiyatlarini belgilab bergan. Unga ko'ra ular, inshootning holatini doimiy vizual ravishda nazorat qilib borishlari, asbob-uskunalar bilan tuzatib, o'z vaqtida zaruriy ta'mirlash-tiklash ishlarini olib borishlari, gidrotexnka inshootlarini xavfsiz ekspluatatsiya qilish qoidalariga qat'iy rioya qilishlari, TFV larni oldini olish va bartaraf etish uchun material va moliyaviy zaxiralarni yaratishlari, nazorat organlariga gidrotexnika obyektlari xavfsizligi to'g'risidagi deklaratsiyani taqdim etishlari, aholini inshootning holati va xavfsizlik darajasi to'g'risida xabardor qilishlari, avariya oqibatlari va u keltirgan zarar uchun huquqiy va moliyaviy javobgarlikni olib borishlari lozim bo'ladi.

17.3.4.3. Gidrotexnika inshootlarining sohaviy nazorati va xavfsizlik deklaratsiyasi

"Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi to'g'risida" gi Qonunga asosan O'zbekiston Respublikasi Hukumatining Qarori bilan "Gidro-

texnika inshootlari xavfsizligini deklaratsiya qilish to'g'risidagi Qoidalar" tasdiqlangan bo'lib, unda gidrotexnika inshootlari xavfsizligi deklaratsiyasini tuzish va uni davlat ekspertizasidan o'tkazish tartibining mazmun-mohiyati keltirilgan. Qoidaga ko'ra, xavfsizlik deklaratsiyasi gidrotexnika inshootlari xavfsizligini asoslovchi, ularning loyihadagi xavfsizlik mezonlariga amaldagi texnik me'yorlar va qoidalarga mos kelishini hamda ro'y berishi mumkin bo'lgan avariya holatlari xarakteri va miqyosini hamda xavfsiz ekspluatatsiyani ta'minlash chora-tadbirlarini belgilab beruvchi asosiy hujjat sifatida qaraladi. Xavfsizlik deklaratsiyasini davlat ekspertizasidan o'tkazish deklarant tomonidan ko'rsatilgan ma'lumotlarning to'liqligi va aniqligi, gidrotexnika inshootlari xavfsizligini ta'minlashga qaratilgan chora-tadbirlarning yetarliligi va bu chora-tadbirlarning me'yor va qoidalarga mos kelishi, gidrotexnika inshootlari ishlashining xavfsizlik darajasini aniqlash maqsadida amalga oshiriladi.

"Davsuvxo'jnazorat Qoidalari" ga ko'ra O'zbekenergo DAK, O'zbekiston Respublikasi Transport, Tabiiy resurslar, Qishloq va Suv xo'jaligi vazirliklari o'z nazoratida bo'lgan obyektlardagi gidrotexnika inshootlarini xavfsizligi deklaratsiyasini tuzishni tashkil etadilar. Xavfsizlik deklaratsiyasi kapitalligi bo'yicha I, II, va III sinf bo'lgan hamda avariya sodir bo'lganda TFV keltirib chiqaruvchi va katta zarar keltiradigan IV sinf gidrotexnika inshootlari uchun tuzilishi lozim. Ushbu qoidaga ko'ra, gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha nazorat organi O'zbekiston Respublikasi fuqaro mudafaasi ishlari, favqulodda vaziyatlar va tabiiy ofat oqibatlarini bartaraf etish vazirligi (FVV) bilan hamkorlikda, xavfsizlik deklaratsiyasi mazmun-mohiyatiga qo'yiladigan talablarni va inshoot vazifasi, sinfi, konstruksiyasi, ekspluatatsiya qilish sharoitlari va xavfsizlikka qo'yilgan maxsus talablarga bog'liq holda uni tuzish uslubini belgilab beradi.

Xavfsizlik deklaratsiyasini taqdim etish inshootni ekspluatatsiya qilish uchun ishga tushirish, gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya qilish, ularni qayta qurish, kapital ta'mirlash, tiklash, vaqtincha to'xtatib qo'yish va tugatish uchun ruxsat olishning hamda gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya qilish bo'yicha faoliyat olib borish uchun litsenziya olishning zaruriy sharti hisoblanadi.

Mazkur Qonunni va "Davsuvxo'jnazorat Qoidalari"ning ijro etilishini ta'minlash uchun "O'zbekiston Respublikasi "Davsuv-

xo'jnazorat" nazoratida bo'lgan korxona (tashkilot) lardagi gidrotexnika inshootlari xavfsizligi deklaratsiyasi mazmun-mohiyatiga qo'shimcha talablar va uni ishlab chiqish tartibi" qoidasini tasdiqlash uchun tayyorlandi.

Ushbu hujjatga ko'ra xavfsizlik deklaratsiyasi tarkibiga quyidagi bo'limlarni kiritish zarurligi ko'zda tutilgan: gidrotexnika inshootlarining ekspluatatsion ishonchliligi va xavfsizligi bo'yicha umumiy xulosa va natijalarga asoslangan xavfsizlik tahlili; xavfning paydo bo'lish shart-sharoitlari tahlili; xavfni va ro'y berishi mumkin bo'lgan TFV ni baholash; xavf va boshqa avariyalar, shu jumladan ifloslangan oqimlarning tarqalishi bilan bog'liq bo'lgan xavflarni kamaytirish uchun ishlab chiqilgan chora-tadbirlar ro'yxatini tuzish.

I, II, va III sinf (xavflilik bo'yicha) gidrotexnika inshootlari uchun tuzilgan xavfsizlik deklaratsiyasi ekspertiza xulosasi bilan birga "Davsuvxo'jnazorat" markaziy apparatida, IV sinf gidrotexnika inshootlari uchun esa, uning hududiy organlarida tasdiqlanadi. Bundan tashqari, "O'zbekiston Respublikasi yoqilg'ienergetika kompleksi va qishloq va suv xo'jaligi vazirligi tasarrufida mulk egalari yoki ekspluatatsiya tashkilotida bo'lgan gidrotexnika inshootlarini deklaratsiya qilish Qoidalari" ham tayyorlangan.

Mazkur Qoidalar mulk egalari va ekspluatatsiya qilayotgan tashkilot tasarrufida bo'lgan gidrotexnika inshootlari xavfsizlik deklaratsiyasi mazmun mohiyatiga qo'shimcha talablarni belgilab beradi. Ushbu Qoidalar O'zbekenergo DAK va Qishloq va suv xo'jaligi vazirligi tizimidagi gidrotexnika inshootlari xavfsizligining davlat nazoratini tashkil etish bo'yicha xavfsizlik deklaratsiyasini ko'rib chiqish va tasdiqlash tartibini aniqlashtiradi. Yoqilg'i-energetika kompleksi, Qishloq va suv xo'jaligi tizimida davlat nazoratini olib borish O'zbekiston Respublikasi Davsuvxo'jnazorat va uning mintaqaviy boshqarmalari zimmasiga yuklatilgan.

Qoidalarga ko'ra, gidrotexnika inshootlarida ro'y berishi mumkin bo'lgan avariya natijasida yetkaziladigan zarar ehtimoli baholanadi. Baholash xavfsizlik deklaratsiyasida keltirilgan ro'y berishi ehtimoli bo'lgan avariyalar ssenariysiga asosan olib boriladi. Gidrotexnika inshootlarida ro'y berishi mumkin bo'lgan avariyalar natijasida yetkaziladigan zararni baholash natijalari mulk egalari yoki ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotning moliyaviy ta'minoti miqdorini belgi-

lash uchun Davsuvxo'jnazoratga yuboriladi. Deklarant ilova tariqasida O'zbekiston Respublikasi FVM hududiy organlarining obyektni TFV larni tarqalishiga yo'l qo'ymaslik va uni bartaraf etishga tayyorligi va aholi hamda hududni himoya qilish chora-tadbirlari yetarlicha ekanligi haqidagi xulosasini taqdim etishi zarur.

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini tahlili quyidagi asosiy bo'limlardan tashkil topgan:

1) gidrotexnika inshootlari xavfsizligini belgilovchi omillar, ro'y berishi mumkin bo'lgan avariyalar ssenariylari, avariya oqibatlarini tahlili;

2) TFV vujudga kelish shart-sharoitlari tahlili, ya'ni obyektda avariyalar sodir bo'lishiga bog'liq sabablarning tahlili va avariyalar sodir bo'lishi ssenariysini tuzish;

3) o'xshash obyektlarda ro'y bergan avariyalar to'g'risidagi ma'lumotlarning tahlili;

4) avariyalar sodir bo'lishining turli ssenariylari xavf-xatarini baholash va ekspert yoki ehtimollik usullari bilan gidrotexnika inshootlari xavfsizligini umumiy baholash.

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini nazorat qilish bo'yicha xuddi shu kabi ishlar O'zbekiston Respublikasi tabiiy resurslari vazirligi (TRV)da ham amalga oshiriladi. TRV nazoratida bo'lgan obyektlarning o'ziga xos xususiyatlarini inobatga olgan holda "O'zbekiston Respublikasi TRV nazoratidagi gidrotexnika inshootlari xavfsizligi deklaratsiyasi mazmun-mohiyati va shakliga qo'shimcha talablar" tasdiqlangan. Ushbu talablarga ko'ra, gidrotexnika inshootlari xavfsizligi tahlil etilganda: gidrotexnika inshootlarida ro'y beradigan avariyalarning ma'lum bir ssenariylari uchun suv bosishi ehtimoli bo'lgan hududlar chegarasi (sanoat chiqindilarini yig'uvchilar uchun qo'shimcha – atrof-muhitga zararli ta'sir etish hududi chegarasi); ikkilamchi zarar yetkazuvchi omillar, agar bundaylar bo'ladigan bo'lsa, ta'sir doirasi chegarasi aniqlanishi kerak.

TFV vujudga kelganda xavf-xatarga uchraydigan va zarar ko'rishi mumkin bo'lgan aholining soni baholanishi lozim. Xavfli buzilishlar va avariyali holatlarning tarqalishiga yo'l qo'ymaslik va uni bartaraf etish uchun avariya natijasida yetkazilishi mumkin bo'lgan zararni baholash va uni qoplanishini ta'minlash, shu jumladan mulk egalari va ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot mablag'lari hisobidan hamda

fuqaro mas'uliyati xavf-xatari sug'urtasi shartnomasidagi belgilangan mablag'lar hisobidan qoplanishi ko'zda tutilgan.

Qabul qilingan "O'zbekiston Respublikasi TRV nazoratidagi gidrotexnika inshootlari xavfsizligining davlat nazorati to'g'risidagi Qoidalari"da gidrotexnika inshootlari xavfsizligini nazorat qilishning asosiy vazifalari orasidan quyidagilar:

1) ijroiya hokimiyati organlari bilan hamkorlikda nazoratdagi obyektlar gidrotexnika inshootlari xavfsizligini ta'minlash bo'yicha tadbirlar ishlab chiqish va uni bajarilishini tashkil etish;

2) gidrotexnika inshootlarini ekspluatatsiya qilish uchun berilgan litsenziyada belgilangan, ular xavfsizligi me'yor va Qoidalariga mulk egalari va ekspluatatsiya qiluvchi tashkilotlarning rioya etishlarini nazorat qilish;

3) gidrotexnika inshootlari xavfsizlik qoidalarini ishlab chiqish va ularning xavfsizlik mezonlarini tasdiqlash;

4) gidrotexnika inshootlari holati, ularning ishonchlilik darajasini baholash maqsadida nazoratdagi inshootlar xavfsizligini nazorat qilishni tashkil qilish va amalga oshirish, ro'y berishi mumkin bo'lgan avariyalar va halokatlarni bashorat qilish, berilgan ruxsatnomaga ko'ra ularning ishlash rejimi yoki bundan keyingi ekspluatatsiyasi bo'yicha qaror qabul qilish;

5) gidrotexnika inshootlarida avariyalar va TFV lar sodir bo'lish xavf-xatarini maksimal darajada kamaytirish kompleks chora-tadbirlarini oldinroq o'tkazilishini tekshirish;

6) gidrotexnika inshootlari xavfsizligi deklaratsiyasining ishlab chiqilishini nazorat qilish;

7) xavfsizlik deklaratsiyasini davlat ekspertizasidan o'tkazilishini tashkil etish;

8) inshootlarni qurish, ishga tushirish yoki ekspluatatsiya qilinishini to'xtatish, qayta qurish, kapital ta'mirlash, tiklash va tugatish bo'yicha ruxsatnomalarni tayyorlash va berish;

9) gidrotexnika inshootlarini qurish va ekspluatatsiya qilish bo'yicha faoliyat olib borish uchun berilgan litsenziyada ko'rsatilgan shartlarni bajarilishini nazorat qilish, litsenziyani to'xtatish bo'yicha ko'rsatma tayyorlash;

10) gidrotexnika inshootlari holatini nazorat qilishga imkon beradigan texnika vositalari bilan jihozlanishni nazorat qilish;

11) gidrotexnika inshootlariga xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning malakasini talab darajasida bo'lishini ta'minlanishini nazorat qilish;

12) gidrotexnika inshootlarida TFV to'g'risida xabardor qiluvchi lokal tizimlarning doimiy tayyorligini tekshirish;

13) ekspert komissiyasi tarkibiga kiritiladigan mutaxassislar uchun malakaviy talablar ishlab chiqish, ularni o'qitish va ish tajribalarini o'zaro almashish va boshqalarni tashkil qilish kabi masalalar ajralib turadi.

17.3.4.4. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi ustidan ma'muriy nazorat

"Xavfsizlik deklaratsiyasini ishlab chiqish tartibi" shuni nazarda tutadiki, gidrotexnika inshootini ekspluatatsiya qilish, shu jumladan, uni ekspluatatsiya qilishdan chiqarish, tiklash yoki ishini vaqtincha to'xtatib qo'yish bo'yicha xavfsizlik deklaratsiyasi mulk egalari yoki ekspluatatsiya qiluvchi tashkilot tomonidan tuzilishi lozim. Mazkur ishni amalga oshirish hamda obyektni ekspluatatsiya qilishda uning ishonchliligini va xavfsizligini ta'minlashning kundalik masalalarini yechish maqsadida inshoot xavfsizligi ma'muriy nazorat qilinadi.

Ma'muriy nazoratning asosiy funksiyalari quyidagilardan iborat:

1) obyektning ayni paytdagi holatini nazorat qilish va atrof-muhit monitoringi;

2) aholi xavfsizligini ta'minlash;

3) iste'molchilarga mahsulotlar yetkazib berish ishonchliligini ta'minlash;

4) ekspluatatsiya xodimlarining ishlab chiqarishda xavfsizligi va sog'lig'i saqlanishini ta'minlash;

5) xodimlarni xavfsiz ekspluatatsiya qilish qoidalari bilan tanishtirish va tayyorlash.

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha ma'muriy nazorat obyektni boshqarish tuzilmasi bosqichlari doirasida tashkil etiladi: xavfsizlikning strategik masalalari yuqori zveno rahbarlari, taktik masalalar esa pastki zveno rahbarlari tomonidan aniqlanadi va yechiladi.

17.5-jadvalda keltirilgan gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha ma'muriy nazoratni ta'minlash tuzilmasi va mansabdor shaxslarning majburiyatlari obyektni qo'poruvchilik harakatlaridan himoya qilish funksiyasi ifodalaydi.

17.5-jadval

Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha ma'muriy nazoratni ta'minlash tuzilmasi bosqichlari

Boshqarish organi, mansabi	Asosiy vazifalari
Direktorlar kengashi (direktor yoki obyekt xavfsizligi bo'yicha direktor o'rinbosari)	• Obyekt ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlash sohasida olib boriladigan xatti-harakatlarni tasdiqlash • Obyekt ishonchliligi va xavfsizligi masalalarini hal etish uchun mablag' ajratish va uni taqsimlash • Obyekt holatini umumiy nazorat qilishni tashkil qilish • Obyekt ishonchliligi va xavfsizligini ta'minlash bo'yicha qarorlar qabul qilish • Davlat nazorat organlariga xavfsizlik deklaratsiyasini taqdim etish • Aholini xabardor qilish.
Yuqori zveno rahbari (Obyekt sanoat xavfsizligi bo'yicha bosh inspektori)	• Qaror qabul qilishda ishtirok etish • Texnologik jarayonlar xavfsizligini ta'minlash • Xavfsiz ekspluatatsiya qilish qoidalari va me'yorlari buzilish holatlarini tekshirib borish •Direktorlar kengashiga kundalik ishonchlilik va xavfsizlik masalalari bo'yicha axborot berish • Davlat nazorat organlari bilan hamkorlikda ish yuritish • Xavfsizlik deklaratsiyasini ishlab chiqish.
O'rta zveno rahbari (sanoat xavfsizligi bo'yicha inspektor)	• Obyektni xavfsiz ekspluatatsiya qilish qoidalari va me'yorlari bajarilishini nazorat qilish • Ekspluatatsiya xodimlari bilimini tekshirish • Ishlarni amalga oshirish uchun ruxsat berish • Ekspluatatsiya xodimlarini tayyorlash va o'qitish • Bosh inspektor va direktorlar kengashiga ishonchlilik va xavfsizlik masalalari bo'yicha kundalik axborot berish • Xavfsizlik deklaratsiyasini ishlab chiqish.
Xavfsizlik texnikasi bo'yicha inspektor	• Xavfsizlik texnikasi qoidalariga rioya qilinishini nazorat qilish, ekspluatatsiya xodimlari bilimini tekshirish va xavfsizlik texnikasi qoidalari bo'yicha o'qitish • Bosh inspektor va direktorlar kengashiga ishonchlilik va xavfsizlik masalalari bo'yicha kundalik axborot berish • Xavfsizlik deklaratsiyasini ishlab chiqish.
Nazorat-o'lchash asboblari bo'yicha inspektor (monitoring bo'yicha)	• Inshoot va atrof-muhitni nazorat qilish • Nazorat-o'lchash asboblari va monitoring bazasi asboblari holatini nazorat qilish • Xavfsizlik deklaratsiyasini ishlab chiqish.

Umuman olganda sanoat xavfsizligi (Safety) va obyektni qo'riqlash (Secrity) tushunchalarini farqlash lozim. Ko'rinib turibdiki, xavfsizlikni ta'minlashning ushbu ikki yo'nalishi xavfsizlikni amalga oshirish vositalari bilan ham, uni amalga oshirish uslublari bilan ham bir-biridan farq qiladi.

Gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishda hal qiluvchi shaxs muhandis-gidrotexnik hisoblanadi. Shuning uchun yirik gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligi bo'yicha mutaxassislar asosan malakali muhandis-gidrotexniklardan shakllantirilishi lozim. Shubhasiz, ular qo'shimcha maxsus tayyorgarlikdan o'tganlaridan so'ng, gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha korxona faoliyatini yuritishlari ancha oson bo'ladi.

Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligi bo'yicha mutaxassislarni tayyorlash quyidagi asosiy yo'nalishlarda olib borilishi lozim:

1) gidrotexnika ixtisosligi bo'yicha mutaxassislar tayyorlaydigan OTM va kollejlarda gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligi bo'yicha o'quv kurslarini tashkil etish;

2) sanoat xavfsizligi bo'yicha mutaxassislar tayyorlashni sanoatning mos sohasiga, shu jumladan gidrotexnika sohasiga, ixtisoslashtirishga yo'naltirish;

3) loyihalash, qurilish va ekspluatatsiya qilish tashkilotlari mutaxassislarini qayta tayyorlash;

4) gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligini baholash va ta'minlash masalalariga bag'ishlangan konferensiyalar, simpoziumlar, kengash va seminarlar tashkil etish hamda unga mazkur sohada loyihalash, qurilish va ekspluatatsiya qilish tashkilotlarida ishlayotgan mutaxassislarni jalb etish;

5) magistratura va aspiranturada muhandis-gidrotexniklar malakasini oshirish;

6) mustaqil o'qib, bilim orttirish.

Joylarda mutaxassislar malakasini oshirish gidrotexnika inshootlari xavfsizligi bo'yicha ma'muriy nazoratni tashkil etishning hal etuvchi elementi bo'lishi lozim. Buning uchun korxonaning Nizomiga o'z malakasini oshirishga harakat qilayotgan xodimlarni rag'batlantirish va loqayd xodimlarni jazolashning turli shakllarini ko'zda tutish lozim bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Texnogen xavfsizlikni boshqarish elementlariga nimalar kiradi?
2. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini qonun yo'li bilan boshqarish deganda nimani tushunasiz?
3. Gidrotexnika inshootlarini sohaviy boshqarishni ta'riflang?
4. Texnogen xavfsizlikni ma'muriy boshqarishni tushuntirib bering?
5. Davsuvxo'jnazoratning vazifalari nimalardan iborat?
6. Gidrotexnika obyektlarini ma'muriy nazoratini ta'minlash tuzilmasini izohlang?
7. Gidrotexnika inshootlarini qonun yo'li bilan nazorat qilish nimaga asoslangan?
8. Gidrotexnika inshootlarini sohaviy boshqarish o'z ichiga nimalarni oladi?
9. Gidrotexnika obyektlarini ma'muriy boshqarish nimalardan tashkil topgan?

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Алышев М.Я.* Индустриальные конструкции гидротехникческих сооружений. М., Энергия, 1969.

2. *Артюхина Т.С.* Водопропускные грунтовые сооружения. Обзорная инфор-мация. Энергетика и электрофикация сер. Гидроэлектростанция, вып.3. М, ЦНТИ по энергетике и электрофикации Минэнерго, 1981.

3. *Bakiyev M. R., Yangiyev A.A., Qodirov O.* Gidrotexnika inshootlari. T., «Fan», 2002.

4. *Bakiyev M., Nosirov B., Xo'jaqulov R.* Gidrotexnika inshootlari. T., «Bilim», 2004.

5. *Bakiyev M., Nosirov B., Xo'jaqulov R.* Gidrotexnika inshootlari. T., "Talqin", 2007.

6. *Бакиев М.Р.* Оценка надежности и безопасности водохранилищных гидроузлов. Материалы республиканской научно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений», посвященной к 60-летию факультета «Строительство и эксплуатация ирригационных гидротехнических сооружений. Т., 2006, с. 21...24.

7. *Бакиев М.Р., Засов С.В., Кириллова Е.И., Хужакулов Р.Т.* Влияние срока эксплуатации гидротехнических сооружений на надежность ирригационных систем. Материалы международной научно-практической конференции «Роль природообустройства сельских территорий в обеспечении устойчивого развития АПК». Часть II. М. 2007, с. 41...44.

8. *Бакиев М.Р., Кириллова Е.И.* Курс лекций по «Безопасности гидротехнических сооружений». Т., 2008.

9. Бетонные плотины (на скальных основаниях). М.: «Стройиздат», 1975.

10. *Векслер А.Б., Иваншинцов Д.А, Стефанишин Д.В.* Надежность, социальная и экологическая безопасность гидротехнических объектов: оценка риска и принятие решений. Санкт-Петербург: ОАО «ВНИИГ им Б.Е. Веденеева», 2002.

11. *Волков И.М., Кононенко П.Ф, Федичкин И.К.* Гидротехнические сооружения. -М.: «Колос», 1968.

12. *Волков И.М. и др.* Проектирование гидротехнических саоружений. М., Колос, 1977.

13. Гидротехнические сооружения./*Под ред.Н.П.Розанова.* -М., «Стройиздат», 1978.

14. Гидротехнические сооружения. / *Под ред.Н.П.Розанова.* М., «Агропромиздат», 1985.

15. Гидротехнические сооружения. / *Под ред. М.М. Гришина.* -М.: «Высшая школа», 1979, части 1 и 2.

16. Гидротехнические сооружения. Справочник проектировщика. -М.: «Стройиздат», 1983.

17. Госводхознадзор «Положение о централизованном обследовании и оценке технического состояния гидротехнических сооружений Республики Узбекистан». Т., 2001.

18. *Гришин М. М.* Гидротехнические сооружения. М., «Энергия», 1962.

19. *Данелия Н.Ф.* Водозаборные сооружения на реках с обильными донными наносами. -М.: «Колос», 1964.

20. *Дмитриев Ф.Д.* Крушение инженерных сооружений. М., «Госстройиздат», 1953.

21. *Журавлев Г. И.* Гидротехнические сооружения. М., «Колос», 1979.

22. *Замарин Е.А., Фандеев В.В.* Гидротехнические сооружения.-М.: «Колос», 1965.

23. Инструкция по определению прочности бетонных сооружений. ВСН 02-74 Минэнерго, Л, Энергия, 1974.

24. Ирригация Узбекистана.- Технический прогресс в ирригации. -Т.: «Фан», 1981.

25. *Мирцхулава Ц.Е.* Надежность гидромелиоративных сооружений. М. 1974.

26. *Моисеев С.Н., Моисеев И.С.* Каменно-земляные плотны. М., «Энергия», 1977.

27. *Михайлов А.В.* Внутренные водные пути. М., «Стройиздат», 1973.

28. *Ничипорович А.А.* Плотины из местных материалов. М., «Стройиздат», 1973.

29. *Покровский Г.И., Федоров И.С.* Возведение гидротехнических сооружений направленным врывом. М., «Госстройиздат», 1971.

30. Порядок проведения Госинспекций «Госводхознадзор» экспертизы надежности технического состояния и безопасности работы эксплуатируемых гидротехнических сооружений. Т., 2001.

31. Постановление Кабинета Министров Республики Узбекистан «О мерах повышения безопасности работы и надежности эксплуатации крупных и особо важных водохозяйственных объектов на период 1999 – 2005 гг.». Т., 1999.

32. *Raximboyev F. M.* «Gidrotexnikadan ruscha-o'zbekcha qisqacha izohli lug'at». T., «O'qituvchi», 1996.

33. Рекомендации по гидравлическому расчету водосливов. Прямые водосливы. -Л.: «Энергия», 1974, ч. I.

34. *Розанов Н.Н.* Плотины из грунтовых материалов. М., «Стройиздат», 1983.

35. *Румянцев И. С., Мацея В. Ф.* Гидротехнические сооружения. М., «Агропромиздат», 1988.

36. *Слисский С.М.* Гидравлические расчеты высоконапорных гидротехнических сооружений. М., «Энергия», 1974.

37. Справочник по гидравлическим расчетам/ *Под ред. П.Г. Киселева.* -М.: «Энергия», 1972.

38. Справочник проектировщика. «Гидротехнические сооружения». *Под общей ред. В.П. Недриги.* М., «Стройиздат», 1983.

39. Справочник «Мелиорация и водное хозяйство. Сооружения». *Под ред. П. А. Поладзаде.* М., «Агропромиздат», 1987.

40. *Фролов Н.Н., Засов С.В., Хужакулов Р.* Особенности напряженно-деформативного состояния лессовых просадочных оснований сооружения. НИИТЗИ агропром Минсельхоза РФ, № 69, ВС-96, Деп., М., 1996.

41. *Хужакулов Р.* Оценка надежности работы оросительной сети на юге Узбекистана. В журнале межгосударственного совета по аграрной науке и информации стран СНГ «Аграрная наука». М., 2001, №8, с. 23—24.

42. *Хужакулов Р.* Эксплуатационная надежность внутри-хозяйственной фосительно-дренажной сети на юге республики Узбекистан. Материалы республиканской нучно-практической конференции «Проблемы надежности и безопасности гидротехнических сооружений». Т., ТИИМ, 2006, с. 295-296.

43. *Хужакулов Р.* Опыт проектирования гидросооружений и оросительных каналов на просадочных грунтах в аридной зоне. Сб.науч. тр. «Гидромелиорация и гидротехническое строительство». Национальный университет водного хозяйства Украины. Вып.32, г.Ровно,2007, с.80-85.

44. *Хужакулов Р., Рахматов М.* Надежность функционирования гидромелиоративных систем в аридной зоне земледелия. Сб.науч. тр. «Гидромелиорация и гидротехническое строительство». Национальный университет водного хозяйства Украины. Вып.32, г.Ровно,2007, с.86-90.

45. *Xusanxo'jayev Z.X.* Gidrotexnika inshshotlari. T., «O'qituvchi», 1968.

46. *Xusanxo'jayev Z.X.* Daryodan suv olish inshootlari. T., «O'qituvchi», 1978.

47. *Xusanxo'jayev Z.X.* Gidrotexnika inshootlari hisobi T., «O'qituvchi», 1972.

48. *Xusanxo'jayev Z.X.* Suv omborlaridagi gidrotexnika inshootlari. T., «Mehnat», 1986.

49. *Чугаев Р.Р.* Гидротехнические сооружения. М., «Агропромиздат», Части I и II.

50. *Чугаев Р.Р.* Гидравлика. -М.: «Энергоиздат», 1982.

51. *Чугаев Р.Р.* Гидротехнические сооружения. Водосливные плотины. М., «Высшая школа», 1978.

52. QMQ. 2.06.01-97. Gidrotexnika inshootlari. Loyihalashtirishning asosiy nizomlari. O'zR Davlat arxitektura va qurilish qo'mitasi. T., 1997.

53. QMQ. 2.06.08-97. Gidrotexnika inshootlari. Beton va temir-beton tuzilmalari. O'zR Davlat arxitektura va qurilish qo'mitasi. T., 1998.
54. QMQ. 3.07.01-96. Daryo gidrotexnika inshootlari. T., 1996.
55. QMQ. 3.06.05-98. Temir yo'llar, avtomobil yo'llari va gidrotexnika tunnellari. Metropolitenlar. Ishlarni bajarish va qabul qilish. T., 1998.
56. QMQ. 3.07.02-96. Daryo va suv omborlarida gidrotexnika transporti inshootlari. T., 1996.
57. QMQ. 2.06.04-97. Gidrotexnika inshootlariga bo'ladigan yuklanish va ta'sirlar (to'lqin, muz va kemalar orqali). T., 1998.
58. QMQ. 2.01.03-96. Zilzilaviy hududlarda qo'riqlish. T., 1997.
59. QMQ. 2.06.02-98. Gidrotexnika tunnellari. T., 1998.
60. QMQ. 2.09.10-96. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini saqlash va ularga ishlov berish uchun binolar va xonalar. T., 1996.
61. QMQ. 2.02.02-98. Gidrotexnik inshootlarning zaminlari. T., 1998.
62. O'zRST 770-97. O'zbekiston Respublikasi standarti. Texnikaviy shartlar. Quyma beton va temir-beton konstruksiyalarni ko'tarish uchun mo'ljallangan yig'ma ko'chma maydato'siqli inventar qolip. T., 1997.
63. QMQ. 2.06.06-97. Gidrotexnika inshootlarini loyihalashtirishning asosiy nizomlari. Toshkent, 1997.

MUNDARIJA

SO'ZBOSHI 3

VIII bo'lim. Daryodan suv olish inshootlari

8.1. Suv olish inshootlari haqida umumiy ma'lumotlar 6
8.1.1.Suv olish shartlari va tasnifi 6
8.1.2. Suv olish inshooti turini tanlash 9
8.2. To'g'onsiz suv olish 13
8.2.1. To'g'onsiz suv olish inshootlarining umumiy ishlash sharoitlari 13
8.2.2. To'g'onsiz suv olishning asosiy turlari 15
8.2.3. Daryodan suv olish inshootlari quriladigan joyni tanlash 21
8.2.4. To'g'onsiz suv olish tugunlarining bosh inshootlari 23
8.2.5. Bosh inshoot gidravlik hisobi 24
8.3. Daryodan to'g'onli suv olish gidrouzellari 26
8.3.1. Umumiy ma'lumotlar va qo'llanish shartlari 26
8.3.2. Yon tomonga suv olish 28
8.3.3. Frontal suv olish 38
8.3.4. Panjarali-to'g'onli suv olish gidrouzellari 46

IX bo'lim. Tindirgichlar

9.1. Tindirgichlar haqida umumiy ma'lumotlar 61
9.1.1. Tindirgichlarning vazifasi va tasnifi 61
9.1.2. Tindirgichlarga qo'yiladigan talablar 62
9.1.3. Tindirgichda cho'kindilarni cho'kish jarayoni 63
9.1.4. Tindirgichlarning loyqaligi va cho'kindilarning fraksion tarkibi o'zgarishi 67
9.1.5. Tindirgichlarning umumiy tavsifi 69
9.2. Tindirgichlar konstruksiyalarining o'ziga xos xususiyatlari... 73
9.2.1. Davriy yuviladigan tindirgichlar 73
9.2.2. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlar 80
9.2.3. Irrigatsiya tindirgichlari 85
9.2.4. Uzluksiz yuviladigan tindirgichlarning ba'zi bir turlari 87
9.3. Tindirgichlar hisoblari 91

9.3.1. Tindirgichlar hisobining umumiy shartlari 91
9.3.2. Davriy yuviladigan tindirgich hisoblari 93
9.3.3. Uzluksiz yuviladigan tindirgich hisoblari 97

X bo'lim. Gruntli va boshqa mahalliy materiallardan barpo etiladigan to'g'onlar

10.1.Gruntli to'g'onlar 101
10.1.1. Gruntli to'g'onlar haqidagi umumiy ma'lumotlar 101
10.1.2. Gruntli materiallardan barpo etiladigan to'g'onlarning umumiy tasnifi 105
10.1.3. Muhandislik – geologik qidiruvlar va gruntli materiallarning fizik-mexanik tavsiflari 106
10.1.4. To'g'onlarni barpo etish uchun ishlatiladigan gruntli materiallar 108
10.1.5. Gruntli to'g'onlar zaminlariga qo'yiladigan talablar va ularning stvorini tanlash 110
10.1.6. To'g'on tepasining sath belgisini aniqlash 111
10.2. Gruntli ko'tarma to'g'onlar 118
10.2.1. Gruntli ko'tarma to'g'onlarning tasnifi 118
10.2.2. To'g'onning ko'ndalang profili va uning konstruktiv elementlari 120
10.2.3. Gruntli ko'tarma to'g'onlarning drenajlari 130
10.2.4. Drenajlarning teskari filtrlari 132
10.2.5. Gruntli ko'tarma to'g'onlar tanasidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar 134
10.3. Gruntli to'g'onlar filtratsiya va ustuvorlik hisoblari 139
10.3.1. Gruntli to'g'onlarda barqaror fiitratsiyahisoblarining asoslari 139
10.3.2. Suv o'tkazmaydigan zamindagi to'g'onlar filtratsiya hisobi 142
10.3.3. Suv o'tkazadigan zamindagi to'g'onlar filtratsiya hisobi 149
10.3.4. Gruntli baland to'g'onlar filtratsiya hisobi (V.P. Nedriga va G.I. Pokrovskiy bo'yicha) 152
10.3.5. Filtratsiyaga qarshi qurilmasi bo'lmagan portlatish bilan barpo etiladigan to'g'onlar filtratsiya hisobi (V.P. Nedriga va G.I. Pokrovskiy bo'yicha) 156
10.3.6. Gruntli to'g'onlarda nobarqaror filtratsiya 159
10.3.7. Bir jinsli yuvma to'g'onlarni barpo etish jarayonidagi filtratsiya hisobi (V.P. Nedriga bo'yicha) 164
10.3.8. Gruntli to'g'onlar qiyaliklarining ustuvorlik hisoblari 187

10.3.9. Ekran va himoya qatlamini ustuvorlik hisobi 192
10.3.10. To'g'on tanasi va zaminining cho'kish hisoblari 193
10.4. Tosh-to'kma va tosh-gruntli to'g'onlar 198
10.4.1. Umumiy ma'lumotlar 198
10.4.2. Tosh-to'kma (tosh) to'g'onlar 200
10.4.3. Tosh-gruntli to'g'onlar 204
10.4.4. Tosh-to'kma va tosh-gruntli to'g'onlar hisoblari 207
10.5. Gruntli to'g'onlarning boshqa turlari 209
10.5.1. Yuvma to'g'onlar 209
10.5.2. Yo'naltirilgan portlatish bilan barpo etiladigan inshootlar 220
10.5.3. Doimiy muzliklardagi to'g'onlar 223
10.6. Yog'och to'g'onlar 228
10.6.1. To'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar 228
10.6.2. To'g'on turlari 229
10.6.3. To'g'onlar flutbetlari 234

XI bo'lim. Daryodagi gidrouzellar va suv omborlari

11.1. Daryodagi gidrouzellarni joylashtirish 238
11.1.1. Daryodagi gidrouzellar tasnifi 238
11.1.2. Gidrouzellarni joylashtirishda qo'yiladigan asosiy talablar ... 239
11.1.3. Past bosimli gidrouzellarda inshootlarni joylashtirish ... 241
11.1.4. O'rta bosimli gidrouzellarda inshootlarni joylashtirish .. 246
11.1.5. Yuqori bosimli gidrouzellar inshootlarini joylashtirish ... 251
11.2. Suv omborlari 255
11.2.1. Yuqori bef tasnifi 255
11.2.2. Suv omborini tashkil qilish 257
11.2.3. Dimlangan beflardagi tadbirlar 259
11.2.4. Gidrouzel pastki beflaridagi tadbirlar 260

XII bo'lim. Ustidan suv o'tkazmaydigan grunt to'g'onli gidrouzellarning suv o'tkazuvchi inshootlari

12.1. Suv tashlovchi va suv chiqaruvchi inshootlarturlari va ularni qo'llanish shartlari 264
12.2. Qirg'oqda joylashgan ochiq tashlovchi inshootlar 267
12.2.1. Frontal suv tashlagichlar 269
12.2.2. Xandaqli suv tashlagichlar 278
12.3. Qirg'oqda joylashgan yopiq suv tashlagichlar 282
12.3.1. Quvurli-minorali suv tashlagichlar 282
12.3.2. Quvurli-cho'michsimon suv tashlagichlar 284

12.3.3. Shaxtali suv tashlagichlar 285
12.3.4. Tunnelli suv tashlagichlar 291
12.3.5. Sifonli suv tashlagichlar 294
12.3.6. Suv tashlagich turini tanlash 297
12.4. Suv chiqaruvchi inshootlar 298
12.4.1.Umumiy ma'lumotlar va ularning tasnifi 298
12.4.2. Quvurli suv chiqargichlar 298
12.4.3.Tunnelli suv chiqargichlar 303
12.4.4. Suv chiqargich turini tanlash 305
12.4.5. Suv chiqargichlar hisoblari 305

XIII bo'lim. Betonli va temir-betonli to'g'onlar

13.1. Betonli va temir-betonli to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar va ularni loyihalashga qo'yiladigan talablar 308
13.1.1. To'g'onning asosiy turlari va ularning tavsiflari 308
13.1.2. Gidrotexnik betonga qo'yiladigan talablar va uning asosiy fizik-mexanik xossalari 315
13.1.3. To'g'on inshootlari uchun zaminni tayyorlash va uni yaxshilash usullari 323
13.1.4. Betonni zonalar bo'yicha yotqizish va to'g'on qirralarining himoya qatlamlari 335

XIV bo'lim. Qoyali zaminlardagi ustidan suv o'tkazmaydigan betonli gravitatsion to'g'onlar

14.1. Massiv gravitatsion to'g'onlar 342
14.1.1. To'g'on profili 342
14.1.2. To'g'on tanasidagi filtratsiyaga qarshi qurilmalar 346
14.1.3. To'g'on zaminidagi drenajlar 348
14.1.4. Gravitatsion to'g'on choklari 350
14.1.5. To'g'on yonida barpo etilgan gidroelektrostansiyaning gravitatsion to'g'onlar konstruksiyalariga ta'siri 357
14.1.6 Chuqur joylashgan suv o'tkazuvchi inshootlarni joylashtirishning o'ziga xos xususiyatlari 359
14.2. Yengillashtirilgan betonli gravitatsion to'g'onlar 362
14.2.1. Kengaytirilgan (keng) chokli to'g'onlar 364
14.2.2. Zamin yaqinidagi bo'ylama bo'shliqli to'g'onlar 365
14.2.3. To'g'onlarda betonni oldindan zo'riqtirish 366
14.2.4. Kataksimon to'g'onlar 368
14.2.5. Gravitatsion to'g'onlarni kelajakda takomillashtirish va arzonlashtirish yo'llari 370

14.3. Qoyali zaminlardagi gravitatsion to'g'onlarni mustahkamlik va ustuvorlik hisoblash asoslari 372
14.3.1. Hisobning asosiy shartlari 372
14.3.2. To'g'on tanasi kuchlanganlik holatlari hisoblari va mustahkamlik shartlari 373
14.3.3. Gravitatsion to'g'onlarni siljishga ustuvorlik hisoblari asoslari 379
14.4. Betonli suv tashlovchi to'g'onlar 382
14.4.1. Suv tashlovchi to'g'onning asosiy turlari va sxemalari .. 384
14.4.2. Suv tashlovchi to'g'onlarning konstruksiyalari 387
14.5. Arkali to'g'onlar 400
14.5.1. Arkali to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar va ularning tasnifi 400
14.5.2. Arkali to'g'onlarni loyihalash va konstruksiyasining o'ziga xos xususiyatlari 405
14.5.3. Arkali to'g'onlar mustahkamlik va ustuvorlik hisoblari asoslari 410
14.6. Kontrforsli to'g'onlar 416
14.6.1. Kontrforsli to'g'onlar to'g'risida umumiy ma'lumotlar va ularning tasnifi 416
14.6.2. Bosimli yassi yopmali kontrforsli to'g'onlar 419
14.6.3. Ko'p arkali kontrforsli to'g'onlar 423
14.6.4. Massiv - kontrforsli to'g'onlar 426
14.6.5. Kontrforsli to'g'onlar elementlarini mustahkamlik va ustuvorlik hisoblari asoslari 430

XV bo'lim. Maxsus gidrotexnika inshootlari

15.1. Suv yo'llari, kema qatnaydigan kanallar va inshootlar 438
15.1.1. Suv yo'llari 438
15.1.2. Kema qatnaydigan daryolarni va kanallarni shlyuzlash 439
15.1.3. Suv yo'llarini loyihalashning asosiy prinsiplari 443
15.1.4. Kema o'tkazuvchi shlyuzning vazifasi, asosiy qismlari va o'lchamlari 450
15.1.5. Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning tasnifi, turlari va shlyuz kameralari konstruksiyasi 453
15.1.6. Kema o'tkazuvchi shlyuzlarning to'yintiruvchi tizimlari ... 458
15.1.7. Shlyuzlarning o'tkazish qobiliyati va shlyuzlashga ketadigan suv sarfi 462
15.1.8. Kema o'tkazuvchi inshootlarni gidrouzellarda va kanallarda joylashtirish 465
15.1.9. Kema ko'targichlar 470

15.2. Baliq xo'jaligi gidrotexnika inshootlari 472
15.2.1. Daryodagi gidrotexnika inshootlarini baliq xo'jaligiga ta'siri va baliq zaxiralarini saqlash tadbirlari 472
15.2.2. Baliq o'tkazuvchi joylar 474
15.2.3. Baliq ko'targichlar 478
15.2.4. Baliq o'tkazishning boshqa usullari 482
15.2.5. Baliqlarni himoyalovchi qurilmalar va baliq o'tkazuvchi inshootlar ishlashini yaxshilash tadbirlari 484
15.3. Yog'och o'tkazuvchi inshootlar 489
15.3.1. Yog'och tushurgichlar 489
15.3.2. Sol yo'llari 492
15.4. Eroziyaga qarshi inshootlar 494
15.4.1. Suv yig'uvchi maydonlarda gidrotexnika inshootlarining turlari va vazifalari 494
15.4.2. Suv yig'uvchi maydondagi oddiy (gruntli) gidrotexnika inshootlari 495
15.4.3. Jarlik tepasida o'zandagi va tubdagi eroziyaga qarshi gidrotexnika inshootlari 499
15.5. Selga qarshi gidrotexnika inshootlari 502
15.5.1. Sel oqimlari to'g'risida tushuncha 502
15.5.2. Sel oqimlari bilan kurashishda gidrotexnik tadbirlar va inshootlar 503

XVI bo'lim. Gidrotexnika inshootlarida ilmiy tadqiqot

16.1. Laboratoriya tadqiqotlari 508
16.1.1. Gidrotexnika inshootlari tadqiqotlari masalalari, turlari va ularni rivojlantirish 508
16.1.2. O'xshashlik nazariyasi asoslari 509
16.1.3. Gidravlik modellashtirish 519
16.2. Gidrotexnika inshootlarining tabiiy tadqiqotlari 527

XVII bo'lim. Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi va xavfsizligi

17.1. Gidrotexnika inshootlari ishonchliligi.....545
17.1.1. Umumiy holatlar. Ba'zi bir avariya, shikastlanish va buzilganlik to'g'risida misollar.....545
17.1.2. Ishonchlilik nazariyasining asosiy tushunchalari 550
17.1.3. Ishonchlilikning asosiy mezonlari va tavsiflari 555
17.1.4. Ishonchlilik hisoblarida Bul algebrasi uslubini qo'llash ... 568
17.2. Suv xo'jalik obyektlari ishonchliligi 570

17.2.1. Gidrotexnika inshootlari zaminlari ishonchliligini baholash 570
17.2.2. Mahalliy yuvilishda tutashtiruvchi inshootlar ishonchliligini baholash 583
17.2.3. Gidrotexnika inshootlari zaminlarini filtratsiya deformatsiyalariga inshonchliligini baholash 587
17.2.4. Nasos stansiyalar ishonchliligi 594
17.2.5. Ishonchliiikning iqtisodiy masalalari 598
17.2.6. Gidrotexnika inshootlari chidamliligi 612
17.2.7. Ishonchlilikni oshirish bo'yicha umumiy tavsiyalar 622
17.3. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligi 634
17.3.1. Xavfsizlik bo'yicha O'zbekiston Respublikasining qonun asoslarini va texnika xavfsizligi bo'yicha amaldagi me'yorlar va qoidalarni o'rganish 634
17.3.2. Gidrotexnika inshootlari xavfsizligini baholash, ularning xavfsizligi mezonlari tushunchasi 640
17.3.3. Gidrotexnika inshootlari holatini nazorat qilish tizimlari, ularni doimiy tadqiqot qilish 649
17.3.4. Gidrotexnika inshootlarining xavfsizligi bo'yicha davlat nazorati 670

Foydalanilgan adabiyotlar 688

Bakiyev Masharif Ruzmetovich,
Majidov Inomjon Urishevich,
Nosirov Bahriddin Shamsiyevich,
Xo'jaqulov Rustam,
Rahmatov Mahmud Ismatovich

GIDROTEXNIKA INSHOOTLARI

(2-JILD)

Muharrir *S. Abdunabiyeva*
Texnik muharrir *M. Alimov*
Kompyuterda sahifalovchi *A. Ro'ziyev*

Bosishga ruxsat etildi 02.10.2009. Qog'oz bichimi $60x84^{1}/_{16}$.
Hisob-nashr tabog'i 43,75. Adadi 500.
Buyurtma №28.

«IQTISOD-MOLIYA» nashriyotida tayyorlandi.
100084, Toshkent, H. Asomov ko'chasi, 7-uy.
Hisob-shartnoma 40-2009.

«HUMOYUNBEK - ISTIQLOL MO'JIZASI» bosmaxonasi
100000, Toshkent, Qori-Niyoziy ko'chasi, 39-uy.