

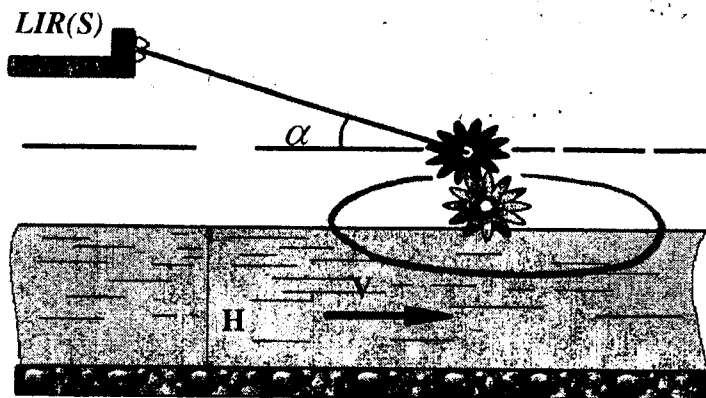
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

ABU RAYHON BERUNIY NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI

TASHMATOV X.K.

«GIDROENERGETIK O'LCHASHLAR»

O'QUV QO'LLANMA



TOSHKENT - 2007

Gidroenergetik o'lchashlar. O'quv qo'llanma. Tashmatov X.K. – Toshkent: ToshDTU, 2007.- 82 b.

Bu o'quv qo'llanma 5520300 - «*Gidroenergetika*» yo'nalishi bo'yicha ta'lim olayotgan bakalavriat talabalariga mo'ljallangan bo'lib, unda gidroenergetik obyektlarning asosiy parametrlarini o'lchash usullari va asboblari to'g'risida hamda yaratilayotgan zamonaviy o'lchov asboblarning asosiy tasniflari haqida ma'lumotlar berilgan, «Gidroenergetik izlanishlar» fani bo'yicha o'quv va ishchi dasturlariga mos ravishda tuzilgan.

O'quv qo'llanmadan «Gidroenergetika» yo'nalishi bazasida tashkil etilgan magistratura bosqichi talabalari, yosh mutaxassislar, aspirantlar, tadqiqotchilar va ilmiy xodimlar ham foydalanishlari mumkin.

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti ilmiy-uslubiy kengashining qaroriga asosan chop etildi.

Taqrizchilar: O'zR FA «Akademasbob» IIChB lab.mudiri, t.f.d.,
prof.**Klichev Sh.I.**
ToshDTU «Metrologiya, standartlashtirish va
sertifikatlashtirish» kafedrasi professori, t.f.d.,
Azimov R.K.

© Abu Rayhon Beruniy nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti, 2007.

SO`Z BOSHI

O'zbekiston Respublikasida Kadrlar tayyorlash milliy dasturida belgilangan maqsad va vazifalar bosqichma-bosqich amalga oshirila borib, ta'lim tizimini isloh qilish borasida qator tadbirlar belgilanmoqda. «Ta'lim to'g'risida»gi Qonunga muvofiq kasb-hunar kollejlari va oliy o'quv yurtlarida kadrlar tayyorlash hamda ularning malakasini oshirishni zamon talablariga javob beradigan darajada tashkil etish, talabalar saviyasining sifatiga qo'yiladigan zarur talablarni belgilab beruvchi davlat ta'lim standartlari va o'quv-uslubiy qo'llanmalarining hamda darsliklarning yangi avlodlarini yaratish vazifalari turibdi.

O'zbekiston mustaqillikka erishgandan keyin gidroenergetika sohasida ham katta imkoniyatlar yuzaga keldi, aynan ana shu sohada ko'p sonli kasb-hunarga ega bo'lgan yangi avlodlarga zaruriyat tug'ilmoqda.

Hozirgi paytlarda gidroenergetika va boshqa sanoat sohalarida texnologik jarayonlarning jadallik bilan rivojlanishi kuzatilmoqda, bu jarayonlarda har xil quvvatli qurilmalardan foydalanib kelinmoqda. Gidroenergetika sohasida qo'llanilayotgan qurilmalar quvvatlarining ortishi texnologik jarayonlarning tezligini ham oshirmoqda, undagi o'lchanayotgan parametrlar soni ham shu qadar ortib bormoqda.

Gidroenergetik qurilmalar texnologik jarayonlarida turli xil o'lchash asboblari keng miqyosda ishlatib kelinmoqda. Bu asboblarning to'g'ri va aniq ishlashi natijasi o'laroq gidroenergetik qurilmalarning ishonchliligi, davomiyligi va avariyasiz ishlashi ta'minlanadi hamda ularning ish unumdorligi ortib boradi.

Elektr energiyasini tejash masalalariga Respublikamizda katta ahamiyat berilayotganligi va so'nggi paytlarda shu masala bo'yicha qator davlat ahamiyatiga molik qarorlar qabul qilinayotganligini inobatga olsak, gidroenergetik o'lchashlar muhim ahamiyatga egaligini ko'rishimiz mumkin.

O'lchash asboblari ishlab chiqarishga keng joriy etish uchun har bir muhandis-texnik xodim, qaysi soha mutaxassisi bo'lishidan qat'iy nazar, metrologiya asoslaridan, texnologik o'lchash usullari va vositalaridan, hisoblash texnikasidan o'lchash jarayonlarini avtomatlashtirishda foydalanish imkoniyatlaridan xabardor bo'lishi zarur.

Ushbu o'quv qo'llanma 5520300 - «Gidroenergetika» yo'nalishi o'quv rejasidan o'rin olgan «Gidroenergetik izlanishlar» kursi dasturi asosida yozilgan bo'lib, unda suvning harorati, bosimi, tezligi, sarfi, sathi va boshqa parametrlarini o'lchash usullari hamda asboblari to'g'risida asosiy ma'lumotlar keltirilgan.

O'quv qo'llanmaning yozilishida ToshDTU professorlari M.M.Muxammadiyev va B.E.Muhamedov tarafidan berilgan qimmatli maslahatlar uchun o'z minnatdorchiligimni bildiraman.

Muallif

I. HOZIRGI ZAMON SUV XO'JALIGI VA SUV ENERGETIKASI MUAMMOLARINI TEKSHIRISH MASALALARI

1.1. SUV XO'JALIGI VA SUV ENERGETIKASI MUAMMOLARI TO'G'RSIDA MA'LUMOTLAR

Hozirgi vaqtda suv xo'jaligi tarmoqlarini va kompleks gidrouzellarini loyihalash va qurish xalq xo'jaligini suv bilan ta'minlash, sug'orish, gidroenergetika, suv transporti, baliqchilik xo'jaligi va boshqa sohalar talablariga binoan amalga oshiriladi.

Hozirgi zamon xalq xo'jaligining asosiy muammosi - suv resurslaridan ratsional ravishda kompleks foydalanish va uni muhofaza qilish muammosidir. Sanoat va qishloq xo'jaligining rivoji, shahar va ijtimoiy ahvolning yaxshilanishi ko'pgina suv resurslaridan foydalanish va ularni muhofaza qilish talablarini keltirib chiqarmoqda.

1961-yildan 1980-yilgacha MDHda suv iste'moli 2 baravardan oshdi. Har yili xalq xo'jaligi 300 km^3 hajmdan ortiq suvdan foydalanadi, bu umumiy yillik daryo suv miqdorining 6% ini tashkil qilib, 4,74 ming km^3 hajmga tengdir.

Hozirgi eng muhim suv iste'molchisi qishloq xo'jaligi bo'lib, (sug'oriladigan yerlar) 60% gacha, sanoat esa 30% gacha umumiy suv miqdoridan foydalaniladi. Suvga ko'p ehtiyoj sezadigan sohalariga issiqlik energetikasi, metallurgiya, yoqilg'i, neft, kimyo, sanoatlari kiradi. Kommunal xo'jaligida ishlatiladigan suv miqdori unchalik katta emas.

Suvdan foydalanish darajasi oshishi bilan sanoat, qishloq hamda kommunal xo'jaliklar chiqindilari daryo va suv havzalariga ko'plab quyilishi kuzatilyapti. Natijada ko'pgina suv manbalarining ifloslanishi yoki suv sifatining yomonlashuvi kuzatilmoqda.

Suv bilan kam ta'minlangan regionlarga Ukrainaning janubiy, Moldova, Qrim, Azovoldi, Volgaorti, Kaspiy tekisligi, G'arbiy Sibirning janubi, Qozog'iston, Markaziy Yoqutiston, O'zbekiston va Turkmanistonlar kiradi.

MDHni sotsial va iqtisodiy rivojlantirishning 1996-2010-yillarga mo'ljallangan asosiy yo'nalishlarida, suv resurslari muhofazasiga va ulardan ratsional foydalanish muammosiga e'tibor jalb qilingandir.

Uzoq Sharq, Sibir va O'rta Osiyo daryolarida katta GESlar qurilishi, kichik daryolar gidroenergetik resurslaridan foydalanishning kompleks ravishda amalga oshirilishi belgilangandir.

1996-2010- yillarda sug'oriladigan yerlar maydonini 3,3 mln. ga yerdagi sug'orish tarmoqlarining texnik holatlarini yaxshilash, tezda sug'orishga ishlatiladigan suv sarfini tejashga o'tish, suv manbalarini va yerdan foydalanishni ehtiyotlash, suv resurslarini qayta ratsional taqsimlash muammolarini o'rganishni yanada rivojlantirish, tabiatni muhofaza qilish sohasida katta ishlarni amalga oshirish, Qora, Azov, Boltiq, Kaspiy, Orol dengizlari va boshqa MDHning asosiy sanoat rayonlarida suv muhofazasini amalga oshirishni tezlashtirish, suv manbalarining muhofazasini yaxshilash, jumladan kichik daryo va ko'llarni ifloslanish va qurib qolishdan, katta tabiiy komplekslardan ratsional foydalanish hamda muhofaza ishlarini davom ettirish hozirgi sharoitda asosiy ilmiy va muhandislik izlanishlarning asosiy masalasidir.

Bu masalalarni yechishda asosiy qidiruv ishlariga gidrometrik-gidrologik izlanish va tekshirish ishlarini bajarish kiradi. Shuni aytish kerakki, hozirgi izlanishda ishlatiladigan asboblarning o'zining texnik sifati jihatidan geodezik, geologik, meteorologik tekshirish ishlarida qo'llaniladigan asboblardan orqada turadilar.

Shuning uchun hozirgi kundagi vazifa zamonaviy o'lchash asboblari yaratish, izlanish va tekshirish ekspeditsiya guruhlarini shu asboblarning bilan ta'minlab, gidrologik va gidrometrik ma'lumotlarning xatoliklarini kamaytirishdan iborat. Bundan tashqari gidroenergetik qurilmalar (GEQ) asosiy parametrlarini sifatli nazorat qilish usuli va asboblari yaratish va tekshirish hozirgi kunning dolzarb masalalaridan biri hisoblanadi.

1.2. GIDROENERGETIK O'LCHASHLARNING QISQACHA TARIXI

Eng birinchi suv sathini o'lchash ishlari Misrda bundan 4000 yil oldin bajarilgan. O'rta Osiyoda Zarafshon, Murg'ib va boshqa daryolarda bundan 3000 yil oldin sug'orish kanallariga suv taqsimlash qurilmalari ishlatilgani ma'lum.

Birinchi rus daryo va ko'llari haqidagi ma'lumotlar Nikolay Novikov tomonidan 1677- yil chop etilgan.

Rossiyada suv izlanishlari va tekshirish ishlarining rivojlanishi suv transporti masalalari bilan bog'liqdir.

1875-yil Fadyev P.A. raisligida tashkil etilgan Aloqa yo'llari vazirligi kemalar qatnovi hay'ati tomonidan daryolar rejali ravishda har tomonlama o'rganiladigan bo'lindi.

Bu komissiya tomonidan bajarilgan ishlar suv izlanishlari usuliga ko'pgina yangiliklar olib keldi. Masalan: Boguslovskiy N.A., Loxtin V.M. va boshqalarning ishlari shu sohada bajarilgan asosiy ishlardir. Gusin D.D. tomonidan 1881-yilda yozilgan "Daryolarda tezlik va suv sarfini aniqlash usullari" nomli asar muhim rol o'ynadi.

1909-yil Rossiyada idoralararo komissiya tashkil bo'lib, bu komissiya suv yo'llarini rivojlantirish va yaxshilash maqsadida 1911-1915 yillar uchun gidrografik izlanishlar rejasini tuzdi. Natijada katta-katta qidiruv guruhleri tashkil qilindi. Bu guruhlarga Blizyak E.V., Fedmon A.I., Belyavin L.N., Vasilyev S.A. va boshqalar rahbarlik qildilar.

Shu davrlarda O'rta Osiyoda Glushkov V.G. boshchiligidagi Turkiston gidrometrik bo'limi ishlab, unda yerlarni sug'orish sharoitini yaxshilash, daryolar to'g'risida gidrometrik ma'lumotlar to'plash ishlari bajarilgan. 1910-1915-yillarda 62 ta daryo tekshirilgan bo'lib, ularda 14 ta gidrometrik stansiya va 120 ta suv o'lchash postlari o'rnatilgan. Shu tekshirish ishlari natijasida «Turkiston gidrometrik qismining hisoboti» (≈ 20 ta kitob) nashr qilingan.

Agar XIX asrda suv izlanishlaridan faqat suv transporti va sug'orish masalalarini hal qilishda foydalanilgan bo'lsa, XX asr boshlarida tekshirishlar daryo suvi energiyasidan foydalanish masalalarini ko'zlab amalga oshirila boshlangan.

O'zbekiston Respublikasida 4 tomli «O'zbekiston irrigatsiyasi» kitobi 1979-yilda nashr qilingan bo'lib, unda Respublikamiz suv resurslari, geologiyasi, iqlimi, topografiyasi to'g'risidagi hamda asosiy gidroenergetik obyektlar qurilishi haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Hozirgi zamon suv xo`jaligi va suv energetikasi muammolari nimalardan iborat?
2. Suv bilan kam ta`minlangan regionlarni aytib bering.
3. Suv energetikasi muammolarini yechishda ishlatiladigan usullarni ayting.
4. Birinchi o`lchov ishlari qayerda va qachon olib borilgan va unda qaysi parametr o`lchangan?
5. XX asrda suv xo`jaligi va suv energetikasini rivojlantirish bo`yicha qanday ishlar olib borilgan?
6. O`zbekiston Respublikasida suv energetikasini rivojlantirish bo`yicha qilinayotgan asosiy ishlar va tadbirlarni aytib bering.

II. GIDROMETRIYA

2.1. GIDROMETRIYA HAQIDAGI ASOSIY TUSHUNCHALAR

Gidrometriya grekcha so'z bo'lib, suyuqliklarning harakatini va holatini xarakterlaydigan kattaliklarni va suv obyektlarining rejimini aniqlash usullari majmuasidir. Gidrometriya - gidrologiyaning bir bo'limidir va suv obyektlari rejimini kuzatish usullarini ishlab chiqish hamda kuzatishda ishlatiladigan asbob va qurilmalar, kuzatish natijalarini qayta ishlashni amalga oshiradi.

Gidrometrik kuzatishlarni bajarishdan maqsad suv obyektlari xarakteristikalarini olish, ularning o'zgarish qonuniyatlarini o'rganish, son va sifat jihatdan suv manbalari to'g'risida ma'lumotlar to'plashdir. Bu ma'lumotlar suv energetikasi va suv xo'jaligi hisoblarida ishlatiladi. Bu hisoblar natijasida gidrotexnik inshootlar, gidromelioratsiya tarmoqlari, gidroenergetik qurilmalar va boshqa xalq xo'jaligi obyektlari loyihalari yaratiladi, hamda bu ma'lumotlar ilmiy izlanishlar uchun ham zarurdir.

Gidrologiya har xil suv manbalariga bo'lingani kabi, gidrometriya ham:

1. Atmosfera suvi gidrometriyasi;
2. Yer usti suvi gidrometriyasi;
3. Okean va dengizlar gidrometriyasi;
4. Quruqlik suvi gidrometriyasi;
5. Yer osti suvlari gidrometriyalariga bo'linadi.

Asosiy gidrometrik ishlar hisobiga, ya'ni daryo, ko'l va suv havzalarida bajariladigan ishlarga quyidagi masalalar kiradi:

1. Gidrologik stansiya va postlar jihozi va ularning joylashtirilishi;
2. Suv obyektlarining relyefini va chuqurligini o'rganishdagi o'lchash ishlari;
3. Suv sathi o'zgarishini kuzatish;
4. Suv sathi qiyaligini kuzatish;
5. Suv haroratini, muzlashini va muz qatlamini tekshirish;
6. Suv oqimi yo'nalishini va tezligini o'lchash;
7. Suv miqdorini va cho'kindilarni aniqlash;
8. Cho'kindi va suv tagidagi yotqiziqlarni aniqlash;

9. Suvning rangini, tozaligini, zichligini va kimyoviy tarkibini kuzatish va boshqalar. _

2.2. SUV ENERGETIKA IZLANISHLARI KLASSIFIKATSIYASI

Kompleks qidiruv va tekshiruv ishlarini bajarishda suv manbalaridan foydalanuvchi hamma xalq xo'jaligi sohalarining talablari hisobga olinadi. Katta suv xo'jaligi tarmoqlari loyihasini bajarishdagi izlanishlar, gidrouzellar loyihasidagi kompleks iste'molchilar va boshqalar (suv transporti, baliqchilik xo'jaligi, suv bilan ta'minlash) shular jumlasidandir.

Xalq xo'jaligining har bir sohasi uchun bajariladigan tekshirishlar alohida o'tkaziladi:

1. Suv transporti uchun;
2. O'rmon xo'jaligi uchun;
3. Sug'orish, melioratsiya ishlari uchun;
4. Suv bilan ta'minlash, sa'noat korxonalari, issiqlik va atom elektr stansiyalari uchun;
5. Daryolardan o'tadigan quvurlar, elektr uzatish liniyalari, temir yo'llar uchun;
6. Baliqchilik xo'jaligi uchun;
7. Suv oqimining zararli oqibatlari oldini olish uchun loyiha ishlash;
8. Inson faoliyatining tabiatga salbiy oqibatlarini kamaytirish yo'llarini ishlab chiqish;
9. Dam olish hududlarini, suv sporti va sayyohlar ishini yaxshilash uchun.

Izlanishlarni suv obyektlari xili bo'yicha ham klassifikasiyalash mumkin: daryo, ko'l, suv ombori, kanal izlanishlari va tekshirishlari.

Tekshirish ishlari gidrouzel qurilishigacha, qurilishi vaqtida va ishlatilish vaqtida har xil tartibda bajariladi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. Gidrometriya deb nimaga aytiladi?
2. Gidrometriya qanday bo'limlarga bo'linadi?
3. Suv havzalarida bajariladigan asosiy gidrometrik ishlarni ayting.
4. Xalq xo'jaligining sohalari bo'yicha bajariladigan ishlarni aytib bering.
5. Suv obyektlari bo'yicha izlanishlar qanday klassifikatsiyalanadi?
6. Gidroenergetikada nazorat qilinadigan asosiy parametrlarni aytib bering.

III. GIDROENERGETIK OBYEKTlardagi ASOSIY PARAMETRLARNI NAZORAT QILISH USULLARI VA ASBOBLARI

Nazorat-o'lchash asboblari to'g'risida ma'lumotlar

O'lchash texnikasi xalq xo'jaligining barcha sohalarida fan-texnika taraqqiyotining muhim omillaridan biridir. Keyingi yillarda texnologik jarayonlarning o'sish tezligi oshdi, bir agregatda o'lchanadigan parametrlar soni ko'paydi. Shu boisdan o'lchash vositalarining va axborot-o'lchov tizimlarining ishonchliligi ko'p hollarda agregatning umuman ishonchliligini belgilaydi. Parametrlarning to'g'ri qiymatlarini bilmasdan turib va bu qiymatlarni avtomatik nazorat qilmasdan turib, texnologik jarayonlarni yoki agregatlarni to'g'ri boshqarib bo'lmaydi, o'lchov vositalarisiz esa avtomatlashtirib bo'lmaydi.

Bugungi kun texniklari va muhandislari yangi texnologiya hamda texnikadan foydalanishga, texnologik jaryonlarni avtomatlashtirishni keng joriy etishga, ishlab chiqarish rezervlarini (zaxiralarini) aniqlash va uni jadallashtirishga qodir bo'lishlari kerak. Xususan, texniklar va muhandislar oldida fan-texnika taraqqiyotining yo'l boshlovchisi bo'lishdek mas'uliyatli vazifa turibdi. Kuzatuvchi idrok qilishi uchun qulay shakldagi o'lchov informatsiyasi signalini ishlab chiqishga xizmat qiladigan o'lchov vositasi ***o'lchov asbobi*** deyiladi. O'lchov asbobida kuzatuvchi o'lchanayotgan kattalikning son qiymatini o'qishi yoki sinashi mumkin. O'lchov asboblari analogli va raqamli bo'lishi mumkin. Analogli o'lchov asboblarida asbobning ko'rsatishi o'lchanayotgan kattalik o'zgarishlarining uzluksiz funksiyasidan iborat bo'ladi, raqamli o'lchov asboblarida esa ko'rsatishlari o'lchov informatsiyasi signalini diskret o'zgartirishi natijasidan iborat bo'lgan raqamli shaklda ifodalangan bo'ladi.

O'lchashga doir axborotni uzatish, o'zgartish, ishlov berish va saqlash uchun qulay bo'lgan, ammo kuzatuvchi bevosita idrok qilishi mumkin bo'lmaydigan shakldagi signalni ishlab chiqish uchun xizmat qiladigan o'lchash vositasi ***o'lchash o'zgartirgichi*** deb ataladi. Birlamchi o'lchash o'zgartirgichlari, ko'pincha, ***datchik*** deb yuritiladi. O'lchov asboblari va o'zgartirgichlari o'lchanayotgan kattalikning turiga qarab tegishli nomlarga ega bo'ladi. Masalan: termometrlar; manometrlar; difmanometrlar; sarf

o'lchagichlar; sath o'lchagichlar; konsentratomerlar; nam o'lchagichlar va boshqalar.

3.1. SUV CHUQURLIGINI O'LCHASH USULLARI

O'lchash ishlarini bajarishdan maqsad, daryo, ko'l, suv havzalari chuqurligini va suv tagi relyefi xarakterini aniqlashdir. O'lchash natijalari suv transportiga, gidravlik inshootlar loyihasini tuzishga, gidrouzel quyi byeflaridan suv yuvib ketadigan zonalarini aniqlashga, suv tagi uzunlik va ko'ndalang profillarini aniqlashga va boshqalarga kerak bo'ladi. Gidrometrik stvorlarda esa o'lchash ishlari daryodagi suvning ko'ndalang kesim yusasini va barometrik xarakteristikalarini aniqlash uchun bajariladi.

Suv chuqurligi tik chiziq bo'yicha suv yuzasidan to tagigacha o'lchanadi. Chuqurlik o'lchanadigan joy, **o'lchash vertikalari** deyiladi.

Har xil vaqtda o'lchangan chuqurlik bir xil bo'lishi uchun, vaqt davomida suv sathi o'zgarishini kuzatish zarur.

O'lchash ishlarini bajarishda gidrometrik stvorda bir necha o'lchash vertikalari olinadi. Agar daryo uncha keng bo'lmasa, o'lchash har bir metr oralig'ida bajariladi. Masofani o'zgarmas nuqtadan tros yoki o'lchash lentasi orqali olinadi.

Agar daryo keng bo'lsa, o'lchash vertikalari kamroq olinadi, bunda o'zgarmas nuqtadan masofani uglomer orqali topiladi. Daryoda ko'ndalang harakatlanish uchun gidrometrik ko'priklar, parom yoki qayiqli o'tishdan foydalaniladi.

Daryo o'zani mustahkam bo'lmasa, o'lchash ishlarini to'g'risiga va orqasiga harakatlanib har bir o'lchash vertikasi uchun bajarish kerak. Chuqurlik uchun o'rtacha qiymat olinib, uning aniqligi talab darajasida qabul qilinadi.

Chuqurlik o'lchash qo'lda, mexanik ravishda va exo-tovush bo'yicha o'lchanishi mumkin.

Qo'lda bajariladigan o'lchash qurilmalari soddaroq bo'lib, ularga gidrometrik **shtanga**, **tayoq** va **lotlar** kiradi.

Chuqurlik o'lchaydigan tayoq dumaloq qirqimli, 4÷5 sm diametrli 5÷7 m uzunlikka ega asbobdir. Bu tayoq almashib keladigan bo'yoqqa bo'yalgan. O'lchash xatoligi -5 sm.

Gidrometrik shtanga - ikkita seksiyadan iborat bo'lib, 28 mm diametrli po'lat trubadan yasilib, har biri 1,5 m dandir. Shtanganing pastki qismi uchliroq qilib yasaladi, sirtida esa har

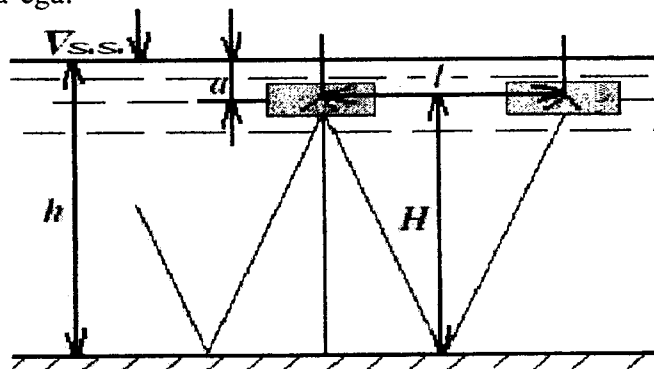
10 smda belgilar qilingan, nol belgisi esa shtanganing uchiga to'g'ri keladi. Shtangalar yordamida 3 m gacha chuqurlik o'lchash mumkin, xatoligi esa 5 sm atrofida.

Lot - shnurga 2÷5 kg li yuk bog'langan qilib yasaladi. Lotni belgilash: 10 m uzunlikdagi detsimetrlarda, 5 m uzunlikdagi 20 sm dan, keyingi uzunlikda esa 0,5 m dan tayyorlanadi. Standart lot - 4,5 kg og'irlikka ega va 25 m chuqurlik o'lchashga mo'ljallangan. Oqimsiz suv havzalarida esa 100 m gacha chuqurlikni o'lchash mumkin. O'lchash xatoligi - 10 sm ni tashkil etadi.

Mexanik qurilmaga - *mexanik lot* kiradi. Bu lot lebyodkadan, trosdan, chuqurlik hisoblagichidan, so'ri shakldagi yukdan iborat.

Neva va Luga lebyodkalari bir xil detallardan tayyorlanadi. Tros uzunligi - 22 m ni tashkil etadi.

Tros ichida elektr uzatgich joylashtirilgan. Neva lebyodkasi 50 kg gacha, Luga lebyodkasi 30 kg gacha yuk ko'tarish qobiliyatiga ega.



3.1 - rasm. Ultratovush usulida suv chuqurligini o'lchash

O'lchash exolotlari - aks-sadoli o'lchash qurilmalariga kiradi. Tebratgichdan tovush impulsini daryo tubiga jo'natib, tebratgich - qabul qiluvchi apparatlar yana impuls qabul qiladi, shu oraliqda ketgan vaqt, suv chuqurligiga proporsional bo'ladi (3.1-rasm).

Ultratovush tebranishlarining suvdagi tezligi ($g=1462$ m/s) va impulsning o'tish vaqti orqali suv chuqurligini topish mumkin.

$$h + H + h = \sqrt{\left(\frac{gt}{2}\right)^2 - \left(\frac{l}{2}\right)^2} + a \quad (3.1)$$

bu yerda a - impuls tarqatish nuqtasidan suv sathigacha masofa; l - impuls tarqatuvchi va qabul qiluvchi apparatlar orasidagi masofa.

Exolot yordamida 0,5÷20 m oralig'ida chuqurlik o'lchash mumkin. O'lchash xatoligi 5 m gacha 0,1 m, 5 m dan oshiq chuqurlikda chuqurlikning 2% ini tashkil etadi.

3.1.1. DARYOLAR. DARYO O'ZANI KO'NDALANG KESIMINI QURISH VA UNING MORFOMETRIK XARAKTERISTIKALARINI HISOBLASH

Daryo deb - atmosfera yog'ingarchiligidan to'plangan suv miqdorining yer yuzasida qiyalik bo'yicha harakat qiluvchi o'zgarmas suv oqimiga aytiladi.

Daryoning boshlang'ich qismini - *boshi* (manbai), oxirgi qismini uning *etagi* deb yuritiladi. Daryoning bosh va oxirgi qismini - uning *uzunligi* (L) deyiladi. Daryo *havzasi* yoki *suv maydoni* (F) deb, suv ajratib yoki qoplab turgan maydonga aytiladi.

Daryoning boshlang'ich (N_1) va oxirgi (N_2) qismi balandliklari orasidagi farq uning *napori* (dami) deyiladi.

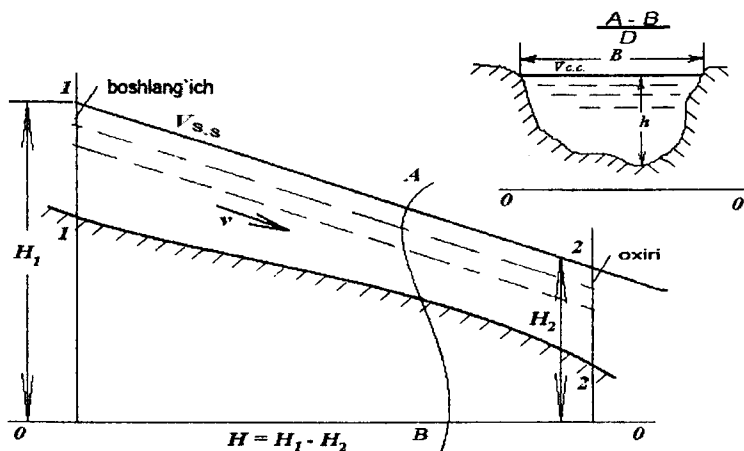
Daryoning uzunlik bo'yicha qiyaligi i quyidagicha aniqlanadi.

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L} \quad (3.2)$$

Daryo vodiysi deb - havzaning pasayib daryoga tutashgan qismiga aytiladi (3.2-rasm).

Daryoning qayiri (poymasi) - deb, toshqin suv paytida suv ostida qoladigan vodiyning qirg'oqqa yaqin qismiga aytiladi (o'tloq bilan qoplangan yerlar) (3.3-rasm).

Daryolar uzunligi bo'yicha har xil to'g'ri va egri uchastkalarga bo'linadi. Daryoning azaliy o'zani *chuqur* va *sayoz* uchastkalarga bo'linadi.



3.2-rasm. Daryoni tushuntirishga oid chizma

Daryo vodiysi deb - havzaning pasayib daryoga tutashgan qismiga aytiladi (3.2-rasm).

Daryoning qayiri (poymasi) - deb, toshqin suv paytida suv ostida qoladigan vodiyning qirg'oqqa yaqin qismiga aytiladi (o'tloq bilan qoplangan yerlar) (3.3-rasm).

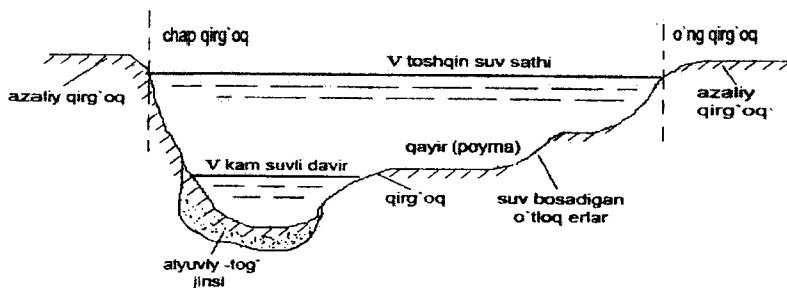
Daryolar uzunligi bo'yicha har xil to'g'ri va egri uchastkalarga bo'linadi. Daryoning azaliy o'zani **chuqur** va **sayoz** uchastkalarga bo'linadi.

Qirg'oq urezi deb - suv yuzasi tekisligining daryo o'zani qirg'og'i tekisligi bilan kesishgan chizig'iga aytiladi.

Urez chap va o'ng qirg'oqqa oid bo'ladi.

Daryolarda suv sathi balandligi H , vertikal balandlik bo'lib, oldindan belgilangan gorizont tekislikdan suv sathi tekisligigacha bo'lgan balandliklar. Daryo oqimini kuzatish va o'lchash ishlarini maxsus stvorlarda olib boriladi.

Daryo stvori deb - daryo suvi oqimini kesib o'tadigan vertikal (tik) tekislikka aytiladi.



3.3-rasm. Daryoni ko'ndalang qirgim bo'yicha elementar tushuntirish chizmasi

Daryo o'zani ko'ndalang kesimini qurish va morfometrik xarakteristikalarini hisoblash

Chuqurlik o'lchash natijalari bo'yicha daryoning ko'ndalang kesimi profili quriladi. Qurish ishlari quyidagicha bajariladi. Chizmaga o'zgarmas nuqta qo'yilib, gorizontali chiziq chiziladi - bu chiziq suv sathi tekisligiga mos keladi, bu chiziqdan pastga o'lchangan chuqurliklar joylashtiriladi. Vertikal masshtabni gorizontalligiga nisbatan kattaroq olinsa, daryo relyefi yaxshiroq tasvirlanadi. Profil tagida jadval joylashtiriladi, bu jadvalga o'lchangan kattaliklar yoziladi. So'ng jadvalga asosiy morfometrik xarakteristikalar yoziladi (3.4-rasm).

Daryoning morfometrik xarakteristikalari:

1. Suv kesimi yuzasi - ω , m^2 ;
2. Sath bo'yicha daryo kengligi - V , m ;
3. Ho'llangan perimetr uzunligi - X , m ;
4. Maksimal chuqurlik - h_{max} , m ;
5. O'rtacha chuqurlik - $h_{o'rt} = \omega / V$;
6. Gidravlik radius - $R = \omega / \chi$.

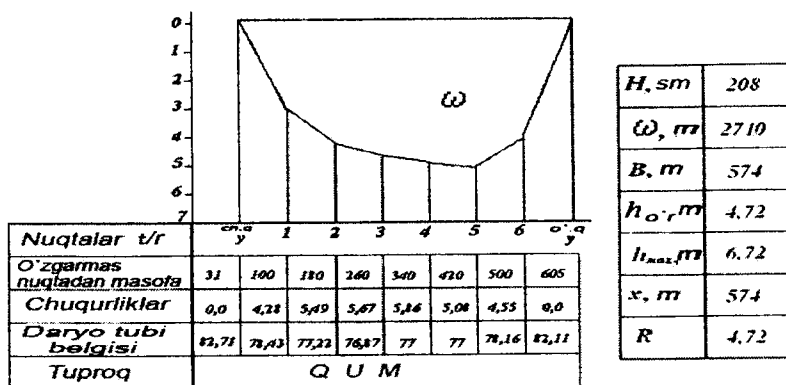
Suv kesimi yuzasi planimetr yordamida yoki analitik usulda aniqlanishi mumkin.

Analitik usulda har bir o'lchash vertikali oralig'idagi yuzalarni bir-biriga qo'shish natijasida topiladi :

$$\omega = \frac{h_1}{2} b_0 + \frac{h_1 + h_2}{2} b_1 \dots + \frac{h_{n-1} + h_n}{2} b_{n-1} + \frac{h_n}{2} b_n \quad (3.3)$$

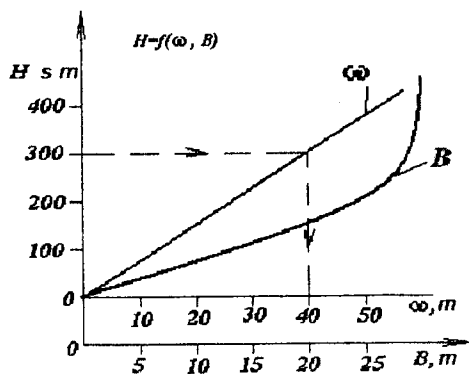
Ho'llangan perimetrni analitik topish quyidagicha bo'ladi:

$$X = \sqrt{b_0^2 + h_0^2} + \sqrt{e_1^2 + (h_2 - h_1)^2} + \dots + \sqrt{e_{n-1}^2 + (h_n - h_{n-1})^2} + \sqrt{b_n^2 + h_n^2} \quad (3.4)$$



3.4-rasm. Daryoning ko'ndalang kesimi profilini qurish

Morfometrik xarakteristikalar uchun suv sathiga bog'liqlik grafiklarini chizish mumkin (3.5-rasm). Daryo o'zani mustahkam bo'lsa, bunday grafiklardan hisoblashlarda foydaliniadi. Agar daryo o'zani deformatsiyalansa, bu grafiklarga tuzatishlar kiritish kerak bo'ladi.



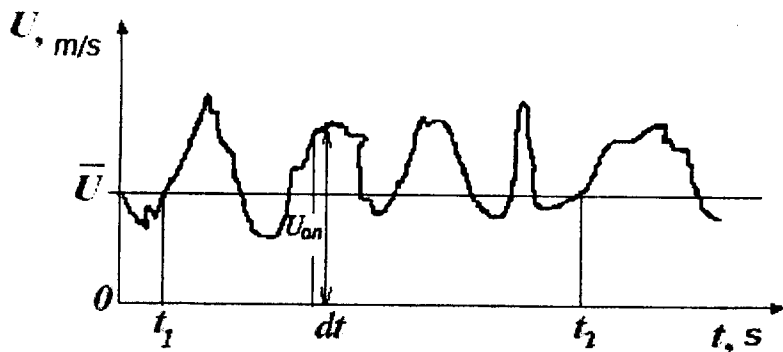
3.5-rasm. Morfometrik xarakteristikalarining suv sathiga bog'liqlik grafigi

3.2. DARYO SUVI TEZLIGINING TAQSIMLANISH XARAKTERI

Daryo suvi og'irlik kuchi ta'sirida, o'zan bo'yicha qiyalikning kamayishiga qarab xarakterlanadi. Uzunlik bo'yicha qiyalik qancha katta bo'lsa, suv shuncha tez harakatlanadi, ya'ni oqadi.

Tezlik xarakteriga daryo tubining g'adir - budurligi katta ta'sir ko'rsatadi va harakat kesimining har xil nuqtalarida suv tezligi har xil qiymatlarga ega bo'ladi.

Daryo tubida joylashgan qum uyumlari, katta toshlar, eroziya ta'siridagi o'zan o'zgarishlari suvda uyurmali oqim hosil qiladi va bu uyurmali oqimlar oqimning hamma qismida harakatlanadi. Bunday oqimlar turbulent rejim hosil qiladi. Turbulent rejimida tezlik maydoni juda ham o'zgaruvchan bo'lib, vaqt birligida murakkab xarakterda bo'ladi va tezlik pulsatsiyasi vujudga keladi. Natijada, gidrometriyada oniy va o'rtacha mahalliy tezlik tushunchalari ishlatiladi (3.6-rasm).



3.6-rasm. Daryo suvi tezligining taqsimlanish grafigi

Oniy tezlik deb - shunday nuqtadagi tezlikka aytiladiki, bu tezlik bir onda kuzatiladi. Gidrometriyada oniy tezlik vektori, balki uni tashkil etuvchilari: uzunlik bo'yicha, ko'ndalang va tik yo'nalishdagi tezliklari qaraladi.

O'rtacha mahalliy tezlik quyidagicha topiladi:

$$U = \frac{1}{t_0} \int_{t_1}^{t_2} U_{only} \cdot dt, \quad t_0 = t_2 - t_1 \quad (3.5)$$

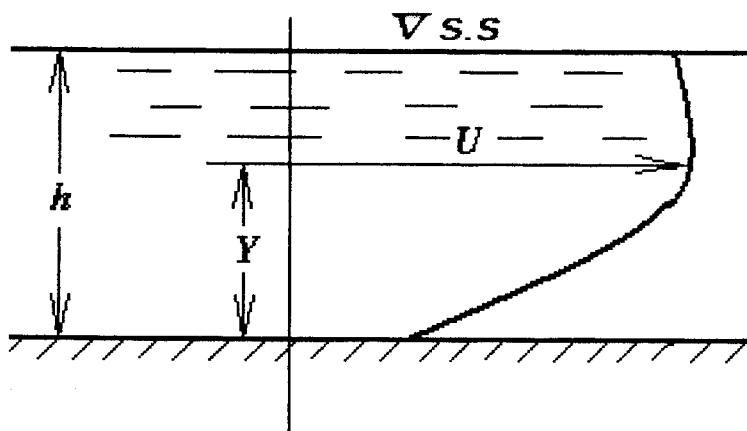
bu yerda $\int_{t_1}^{t_2} U_{only} \cdot dt$ - tezlik pul'sasiyasining $(t_2 - t_1)$ oralig'idagi yuzasi.

Tezlikning suv chuqurligi bo'yicha taqsimlanishi ma'lum qonuniyatga bo'ysunadi, bu qonuniyatni bilish, ayrim hollarda tezlikni o'lchamasdan formulalar yordamida hisoblash imkonini beradi.

Tezlik profili U , tik chiziq va suv oqimi sathi tekisligi orqali hosil qilingan figura, tezlikning suv chuqurligi bo'yicha **taqsimlanish epyurasi** deyiladi (3.7-rasm).

To'g'ri taqsimlanish tezlik epyurasi uchun matematik formulalardan biri 1/7 qonunidir:

$$U = U_{\max} \cdot \left(\frac{y}{h} \right)^{1/7} \quad (3.6)$$

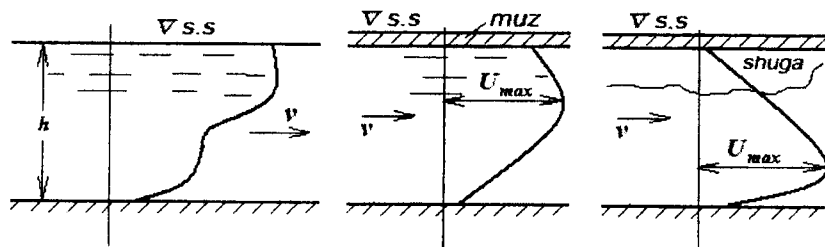


3.7-rasm. Tezlikning suv chuqurligi bo'yicha taqsimlanish epyurasi

Agar tezlik epyurasi yuzasini suv yuzasiga bo'lsak, vertikalidagi o'rtacha tezlik kattaligini topamiz:

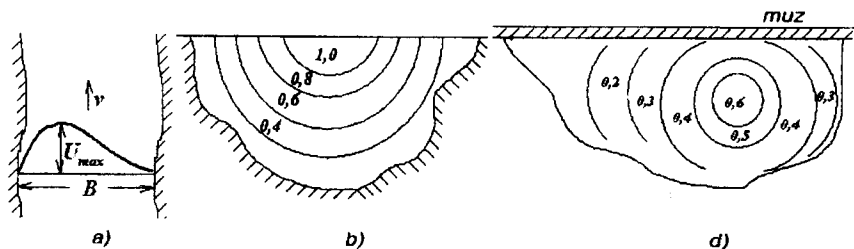
$$\bar{U}_v = \frac{1}{h} \int_0^h U \cdot dh \quad (3.7)$$

To'g'ri taqsimlangan tezlik epyurasi uchun o'rtacha tezlik daryo oqimi vertikalining 0,6 h chuqurligida kuzatiladi (3.8-rasm).



3.8 - rasm. Daryo oqimi uchun o'rtacha tezlikni aniqlash chizmasi

Tezlikning daryo kengligida, butun harakat kesim bo'yicha, muz tagida taqsimlanishi 3.9-rasm a), b), d) da keltirilgan.



3.9-rasm. Tezlikning daryo kengligida, butun harakat kesim bo'yicha muz tagida taqsimlanishi:
a-daryo kengligi bo'yicha tezlik epyurasi; b-ochiq daryo izotoxalari; d-muz ostidagi izotoxalar.

3.2.1. SUV TEZLIGINI O'LGHASHDA QO'LLANILADIGAN ASBOBLAR

Suyuqlik oqimi tezligini o'lchash uchun ko'pgina asbob va usullar qo'llaniladi. Shulardan ko'pginasi ilmiy-tekshirish amaliyotida gidravlik laboratoriyalarda ishlatiladi.

Gidrometrik stvorlarda esa suv tezligini o'lchash uchun gidrometrik vertushkalar, qalqitmalar va boshqa batometrlar ishlatilishi mumkin.

Gidrometrik vertushkalar yordamida tezlikni o'lchash parrakli vint aylanishiga asoslangan. O'lchash vaqtida umumiy vint aylanishlar soni va vaqt hisoblanadi. Tezlik kattaligi esa tarirovka grafigidan bir sekunddagi aylanishlar soniga qarab aniqlanadi.

Vertushkalarining konstruksiyalari juda ko'p, lekin ular o'lchamlari, parrakli vint, kontakt va hisoblash mexanizm qurilmalari bilan farq qiladi (3.10-rasm).

Masalan, aylanishlar o'qi joylashishiga qarab, gorizontall o'qli (Gr-55, J-3) va vertikal o'qli (Prays vertushkasi) bo'lishi mumkin.

Hamma vertushkalar shtangada yoki trosda suvga tushirish imkoniyatini hisobga olib yasaladi.

Hisoblash kontaktiga ko'ra vertushkalar mexanik va elektr signalli turlarga bo'linadi.

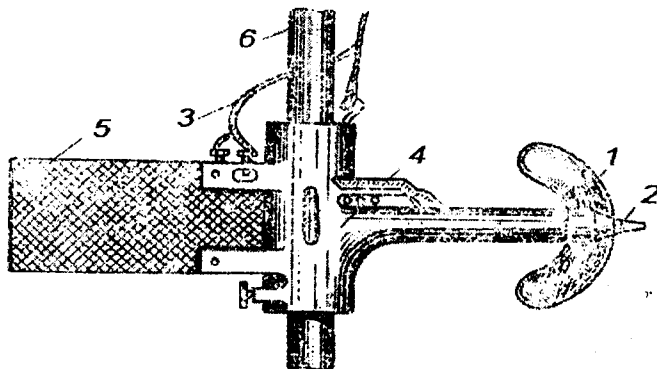
Gidrometrik vertushka

Vertushka (3-10-rasm) val 2 ga o'rnatilgan, aylanma kurakchalar 1 ga ega bo'lgan g'ildirak bo'lib, asosiy korpusga mahkamlangan bo'ladi. Vertushkani suv oqimiga to'g'ri yo'naltirish uchun korpus 4 ga qanotcha o'rnatilgan. Vertushkadan elektr qo'ng'iroqqa o'tkazgichlar 3 tortilgan bo'lib, kurakchalar aylanganida elektr zanjiri tutashishi tufayli qo'ng'iroq jiringlaydi yoki maxsus hisoblagich aylanish sonini avtomatik ravishda hisoblaydi. Suvga tushirilgan vertushkalarining kurakchalari suvning tezligiga qarab sekinroq yoki tezroq aylanadi. Shuning uchun suyuqlikning tezligi hisoblagichning ko'rsatishi yoki vaqt birligida qo'ng'iroqning jiringlash soniga qarab aniqlanadi.

Zanjir kontakt mexanizmi orqali gidrometrik vertushka parrakli vintining har 20 aylanishida tutashtiriladi.

Gidrometrik vertushkalarni tarirovka qilish maxsus havzalarda bajariladi. Bunda vertushkani o'zgarmas tezlik bilan 0,05 m/s dan 2,5 m/s harakatlantiriladi. Har bir holatda vint aylanishlar soni n bir sekund davomida hisoblanadi. Shu ma'lumotlar orqali tarirovka grafigi $u=f(n)$ quriladi va bu vertushkaning asosiy hujjati (pasporti) hisoblanadi. O'lchash xatoligi 0,2% ni tashkil etadi.

Bir sekundda aylanishlar soni $n = N/t$, bu yerda N - rotor aylanishlar soni; t - vaqt.

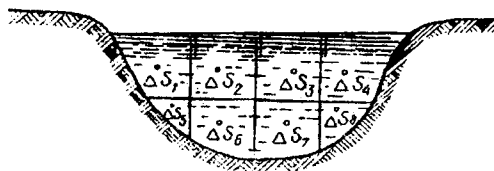


3.10-rasm. Gidrometrik vertushka:

1-kurakchalar; 2-val; 3-o'tkazgichlar; 4-korpus; 5-qanotcha; 6-vertushkaning dastagi

Kanallarda suyuqlik sarfini topish uchun ularning ko'ndalang kesimini $\Delta S_1, \Delta S_2, \dots, \Delta S_p$ elementar yuzachalarga bo'lib chiqamiz (3.11-rasm). Bu yuzachalarning geometrik markazlardagi tezliklarini vertushka yordamida o'lchab, ularni yuzachalarga ko'paytirsak, har bir kesim bo'yicha sarf kelib chiqadi:

$$\begin{aligned}
 q_1 &= v_1 \Delta S_1, \\
 q_2 &= v_2 \Delta S_2 \\
 &\dots\dots\dots \\
 q_n &= v_n \Delta S_n
 \end{aligned}
 \tag{3.8}$$



3.11-rasm. Kanalda vertushka yordamida tezlikni o'lchashga doir chizma

Kanalda oqayotgan suyuqlik sarfi bu sarflarning yig'indisiga teng:

$$Q = \Sigma q = v_1 \Delta S_1 + v_2 \Delta S_2 + \dots + v_n \Delta S_n \quad (3.9)$$

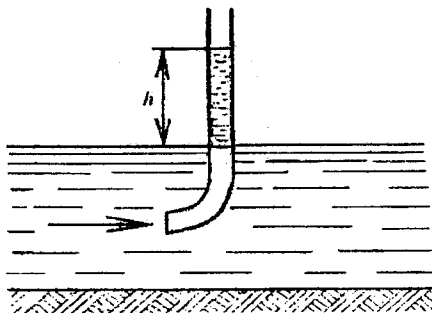
Bu usul gidrometrik o'lchashlarda eng ko'p qo'llaniladigan usuldir.

Pito naychasi uchi to'g'ri burchak hosil qilib egilgan naycha bo'lib, uning egilgan uchi suyuqlik oqimi yo'nalishiga qarama-qarshi qilib qo'yiladi, naychanning ikkinchi uchi suyuqlikdan tashqariga chiqib turadi (3.12-rasm). Bu holda erkin sirt va naychadagi suyuqlik sathida bosim atmosfera bosimiga teng. Shu sababli naychadagi suyuqlikning balandligi oqimning tezlik bosimidan iborat bo'ladi, ya'ni

$$h = \frac{v^2}{2g} \quad (3.10)$$

Bundan tezlikni topish formulasi kelib chiqadi:

$$v = \sqrt{2gh} \quad (3.11)$$



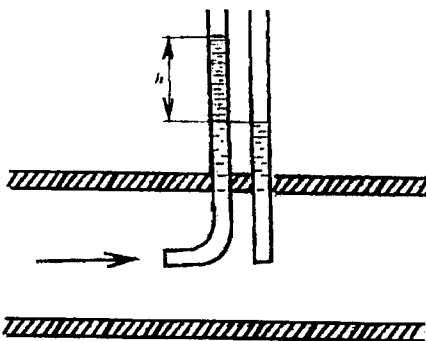
3.12-rasm. Pito naychasi

Tezlikning haqiqiy miqdori, suyuqlikka tushirilgan naycha harakat tartibini buzganligi uchun, oxirgi formula bilan hisoblangan miqdorga to'g'ri kelmaydi. Shuning uchun bu formulaga tuzatish koeffitsienti a kiritiladi:

$$v = a\sqrt{2gh} \quad (3.12)$$

bu yerda a koeffitsient har bir naycha uchun alohida tajribada aniqlanadi.

Pito naychasi ochiq sirtli oqimlarda tezlikni o'lchash uchun qo'llaniladi.

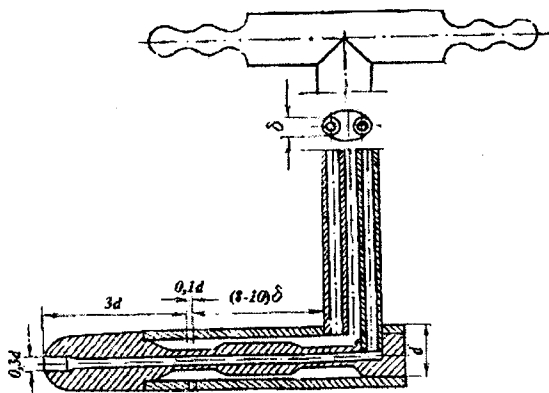


3.13-rasm. Prandtl naychasi

Prandtl naychas Pito naychasining qulaylashtirilgani bo'lib, u trubalardagi tezliklarni o'lchash uchun qo'llaniladi (3.13-rasm) va ikkita naychadan iborat bo'ladi. Ulardan biri Pito naychasi, ikkinchisi pyezometrdir. Pyezometrdagi suyuqlik balandligi pyezometrik bosim $\frac{p}{\gamma}$ dan iborat bo'lsa, Pito

naychasidagi suyuqlik balandligi to'liq bosim $\frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}$ dan iborat bo'ladi. Shuning uchun bu ikki naychadagi balandliklar farqi tezlik bosimidan iborat bo'ladi va tezlikni topishga yordam beradi:

$$v = a_1\sqrt{2gh} \quad (3.13)$$



• 3.14-rasm. Amaldagi Prandtl naychasi

Hozirgi mavjud asboblarda bu ikkita naycha bitta katta naycha ichiga joylashtirilgan (3.14-rasm) bo'lib, ularning uchlari mikromanometr yoki differensial manometrlarga tutashtirilgan. Agar manometrlardagi suyuqlik oqayotgan suyuqlikdan farq qilsa, Prandtl naychasining uchi tushirilgan nuqtadagi tezlik quyidagi formula bilan topiladi:

$$v = a_1 \sqrt{2gh \left(\frac{\gamma_1}{\gamma} - 1 \right)} \quad (3.14)$$

bu yerda h - difmanometr naychalaridagi sathlar farqi; γ_1, γ - difmanometrdagi va tekshirilayotgan suyuqliklarning solishtirma og'irliklari; a_1 - eksperimentdan topiladigan, qiymati 1 dan 1,04 gacha o'zgaruvchi koeffitsient.

Prandtl naychasi yordamida suyuqlik oqimi kesimining har xil nuqtalaridagi tezlikni o'lchab, bu kesim bo'yicha tezlikning o'zgarishini va sarfini topish mumkin.

3.3. GIDROENERGETIK QURILMALARDA HARORATNI NAZORAT QILISH TO'G'RI SIDA ASOSIY TUSHUNCHALAR

Nasos va gidroelektr stansiyalari texnologik jarayonlarida haroratni nazorat qilish asosiy masalalardan biridir. *Harorat* – texnologik jarayonlarning muhim parametri bo'lib, amalda ham past, ham yuqori haroratlar bilan ish ko'rishga to'g'ri keladi. Nasos va gidroelektr stansiyalaridagi ba'zi elementlarning, podshipniklarning, moylash tizimidagi moylarning, bosimli quvurlardagi suv va havolarning haroratini nazorat qilishda, eng qulay, aniq va ishonchli o'lchash usullari – haroratning birlamchi datchiklari sifatida qarshilikning termoo'zgartirgichi hamda termoelektr o'zgartirgichlari kontakli usullaridan keng foydalansa bo'ladi.

Agar jismning harorati turlicha bo'lsa, ular bir-biriga tegib turganida energiyalarning tenglashuvi ro'y beradi: yuqoriroq haroratga va demak, molekulalarining ko'proq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jism o'z issiqligini (energiyasini) kamroq haroratga va demak, molekulalarining kamroq o'rtacha kinetik energiyasiga ega bo'lgan jismga beradi. Shunday qilib, harorat issiqlik almashish, issiqlik o'tkazish jarayonlarining ham sifat, ham miqdoriy tomonlarini xarakterlaydigan parametridir. Ammo haroratni bevosita o'lchash mumkin emas: uni jismning haroratga bir qiymatli bog'liq bo'lgan qandaydir boshqa fizik parametrlari bo'yichagina aniqlash mumkin. Haroratga bog'liq parametrlarga masalan, hajm, uzunlik, elektr qarshilik, termoelektr yurituvchi kuch, nurlanishning energetik ravshanligi va hokazolar kiradi.

Harorat o'lchaydigan asbobni 1598-yilda Galiley birinchi bo'lib tavsiya etgan. So'ngra M.V.Lomonovov, Farengeytlar termometr ishlab chiqishgan.

Zamonaviy termometriya o'lchashning turli usul va vositalariga ega. Har bir usul o'ziga xos bo'lib, universallik xususiyatiga ega emas. Berilgan sharoitda optimal o'lchash usuli o'lchashga qo'yilgan aniqlik sharti va o'lchashning davomlilik sharti, haroratni qayd qilish va avtomatik boshqarish zarurati yordamida belgilanadi.

3.3.1. SUVNING HARORATINI NAZORAT QILISHDA ISHLATILADIGAN ASBOBLAR

Haroratni o'lchash asbobi ishlash prinsipiga qarab quyidagi guruhlarga bo'linadi:

1. **Kengayish termometrlari.** Bu termometrlar harorat o'zgarishi bilan suyuqlik yoki qattiq jismlar hajmining yoxud chiziqli o'lchamlarining o'zgarishiga asoslangan.

2. **Manometrik termometrlar.** Bu asboblarda moddalar hajmi o'zgarish bo'lganda harorat o'zgarishi bilan bosimning o'zgarishiga asoslangan.

3. Harorat ta'sirida o'zgargan termoelektr yurituvchi kuchning o'zgarishiga asoslangan **termoelektr termometrlar.**

4. O'tkazgich va yarim o'tkazgichlarning harorati o'zgarishi sababli elektr qarshilikning o'zgarishiga asoslangan **qarshilik termometrlari.**

5. **Nurlanish termometrlari.** Ular orasida eng ko'p tarqalganlari: a) **optik pirometrlar** – issiq jismning ravshanligini o'lchash asbobi; b) **rangli pirometrlar** (spektral nisbat pirometrlari) - jismning issiqlikdan nurlanish spektridagi energiya taqsimlanishini o'lchashga asoslangan; d) **radiasion pirometrlar** – issiq jism nurlanishining quvvatining o'zgarishiga asoslangan.

6. Eng qulay, aniq va ishonchli o'lchash usullari haroratning birlamchi datchiklari sifatida **qarshilikning termoo'zgartkichi** va **termoelektr o'zgartkichlardan** foydalanadigan kontaktli usullardan iborat.

3.1-jadvalda sanoatda eng ko'p tarqalgan o'lchash vositalari keltirilgan va seriyali o'lchash vositalarining qo'llanish chegaralari ko'rsatilgan. Quyida gidroenergetik obyektlarda keng ishlatiladigan harorat o'lchash asboblari to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

3.1-jadval

Sanoatda haroratni o'lchash vositalaridan foydalanish chegaralari

O'lchash vositasi turi	O'lchash vositalarining turli- tumanligi	Davomli foydalanish chegarasi, °C	
		3	4
1	2	3	4
Kengayish termometrlari	Suyuqlikka oid shisha termometrlar	- 200	750
	Dilatometrik, bimetalli termometrlar	- 150	700
	Gazli	- 150	1000
Manometrik termometrlar	Suyuqlikli	- 150	600
	Bug`-suyuqlikli (kondensatsion)	- 50	300
		- 200	2500
Termoelektrik termometrlar	Termoelektrik termometrlar		
Qarshilik termometrlari		- 260	1100
	Metall (o'tkazgichlik) qarshilik termometrlari	- 272	600
	Yarim o'tkazgichli qarshilik termometrlari	700	6000
Pirometrlar		300	2800
	Kvazimonoxromatik pirometrlar	50	3500
	Spektral nisbatli pirometrlar		
	To'liq nurlanish pirometrlari		

Kengayish termometrlari

Suyuqlikli termometrlar – 200°C dan $+750^{\circ}\text{C}$ gacha oraliqdagi haroratni o'lchash uchun ishlatiladi. Shisha termometrlarining ishlatilish usuli sodda, aniqligi yetarli darajada yuqori va arzon bo'lgani sababli laboratoriya va sanoatda keng tarqalgan. Suyuqlikli termometrlarning ishlash prinsipi termometr ichiga solingan termometr suyuqligining hajmi harorat ko'tarilishi yoki pasayishida o'zgarishiga asoslangan. Shisha termometrlarining suyuqligi sifatida simob, toluol, etil spirt (etanol), kerosin, petroleiy efir, pentan va boshqalar ishlatiladi. Ularning qo'llanish chegaralari 3.2-jadvalda keltirilgan.

Suyuqlikli termometrlar orasida eng ko'p tarqalgani simobli termometrlardir.

Simob kengayish koeffitsientining kichikligi termometriya nuqtai nazaridan uning kamchiligi hisoblanadi. Suyuqlikning issiqlikdan kengayishi *hajmiy kengayish koeffitsienti* β bilan xarakterlanadi.

β koeffitsient qancha katta bo'lsa, hajmiy kengayish haroratining 1°C ga o'zgarishiga shuncha ko'proq moslashadi. Termometrlarda hajmiy kengayish harorat koeffitsienti yuqori bo'lgan suyuqliklardan foydalanish maqsadga muvofiq. O'lchashning maqsadi va diapazoniga qarab termometrlar kengayish koeffitsienti kichik bo'lgan turli markali shishalardan ishlanadi.

Vazifasi va qo'llanish sohasiga ko'ra suyuqlikli termometrlar odatda laboratoriya termometrlari, umumsanoat va maxsus vazifalarni bajaruvchi texnik termometrlar, qishloq xo'jalik uchun mo'ljallangan termometrlar, metrologik, maishiy termometrlarga bo'linadi.

Suyuqlikli shisha termometrlarning kamchiligiga shkala bo'yicha hisoblash noqulayligi, ko'rsatishlarni qayd qilib, ularni masofaga uzatib bo'lmasligi, issiqlik inersiyasining kattaligi

(ko`rsatishlarning kechikishi) va asboblarning mexanik nuqtai nazardan mustahkam emasligi kiradi.

3.2-jadval

Termometrlarga solinadigan suyuqliklar

Suyuqlik	Qo`llanish chegaralari, °C da	
	Pastki	Yuqori
Simob	- 35	750
Toluol	- 90	200
Etil spirti (etanol)	- 80	70
Kerosin	- 60	200
Petroley efir	- 120	25
Pentan	- 200	20

Manometrik termometrlar

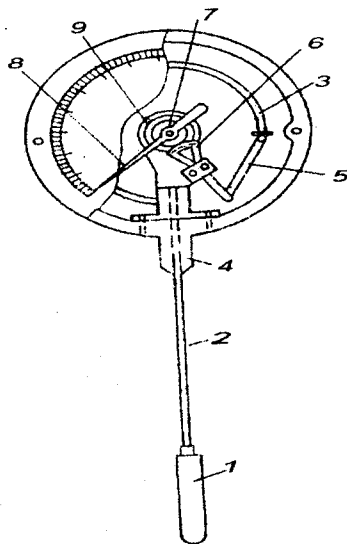
Manometrik termometrlar texnik asbob bo`lib, termotizimning ish moddasi jihatidan gazli, suyuqlikli va kondensatsion (bug`-suyuqlikli) termometrlarga bo`linadi. Bu asboblarda suyuq va gazsimon muhitlarning – 150 dan +1000°C gacha bo`lgan haroratini o`lchash uchun qo`llaniladi.

Manometrik termometrlar ko`rsatuvchi va o`ziyozar qilib ishlanadi. O`ziyozar termometrlar doiraviy yoki lentasimon diagramma qog`ozi bilan ta`minlanadi. Diagramma qog`ozini sinxron dvigatel, ba`zi turlarida esa soat mexanizmi siljitadi.

Manometrik termometrlar gidroenergetikada keng qo`llaniladi, ular portlash xavfi bor joylarda ishlatilishi ham mumkin. Bu holda diagramma qog`ozi soat mexanizmi bilan yuritiladi. Manometrik termometrlarning sxemasi 3.15-rasmda ko`rsatilgan. Asbob termoballon 1, kapillyar naycha 2 va manometrik qism 3,9 dan iborat. Manometrik prujina 3 ning bir uchi tutqich 4 ga kavsharlangan. U kanal orqali prujinaning ichki bo`shlig`ini termoballon bilan ulaydi. Prujinaning ikkinchi bo`sh

uchi mahkamlangan va tortqich 5 yordamida sektor 6 bilan bog'langan. Bu sektor o'z navbatida trubka 7 bilan tishli ushlashish vositasida ulangan. Trubka 7 ning o'qiga strelka 8 o'rnatilgan. Uzatish mexanizmidagi oraliqni to'ldirish uchun spiral tola 9 o'rnatilgan, uning ichki o'ramining uchi trubka o'qiga ulangan.

Asbob tizimi (termoballon, kapillyar va manometrik prujina) moddasi asosan, gaz (gazli termometrlarda) va suyuqlik (suyuqlik termometrlarda) bilan boshlang'ich bosimda to'ldiriladi. Termoballon isishi bilan ish moddasining mahkamlangan termotizimdagi bosimi oshadi, buning natijasida prujina yoyila boshlaydi va uning bo'sh uchi siljiydi. Prujina bo'sh uchining siljishi uzatish mexanizmi orqali (tortqich, sektor va trubka) ko'rsatkichning holati bo'yicha hisobga olinadi.



3.15-rasm. Manometrik termometr

Termoballon, odatda zanglamas po'latdan ishlanadi, kapillyar esa jezdan yoki po'latdan ishlanib, uning tashqi diametri 2,5 mm, ichki diametri esa 0,35 mm ga teng bo'ladi. Asbob

vazifasiga ko`ra kapillyar naychaning uzunligi turlicha (0,6 m dan 60 m gacha) bo`ladi. Manometrik termometrlarda bir chulg`amli, ko`p chulg`amli (chulg`amlar soni 6 dan 9 gacha) va spiralli manometrik prujinalar ishlatiladi.

3.4. SUYUQLIKLAR BOSIMINI O`LCHASH HAQIDAGI ASOSIY MA`LUMOTLAR

Bosim gidroenergetik qurilmalar texnologik jarayonlarining asosiy parametrlaridan biridir. Ishlab chiqarish jarayonlarining to`g`ri olib borilishi, ko`pincha, bosim kattaligiga bog`liq bo`ladi.

Tekis sirtga normal ta`sir ko`rsatuvchi tekis taqsimlangan kuch *bosim* deb ataladi va quyidagicha ifodalanadi:

$$P = \frac{F}{S}, \quad (3.15)$$

bunda S - tekislik yuzi; F -shu tekislik yuziga bir xil va tik ta`sir qiladigan bosim kuchi.

Bosim xalqaro birliklar tizimida paskal (Pa) bilan o`lchanadi. 1 Pa miqdori jihatidan kuchga perpendikulyar bo`lgan 1 m² yuzaga tekis taqsimlangan 1 N kuch hosil qilgan bosimga teng (N/m²). Karrali kPa va MPa birliklar keng qo`llaniladi, kg·k/sm<sup>2</sup>, bar, kgk/m<sup>2</sup> (mm suv ust.) mm sim.ust. kabi birliklardan foydalanish mumkin. 3.3-jadvalda ko`p uchraydigan bosim birliklarining nisbati keltirilgan.

O`lchashda mutlaq, ortiqcha, atmosfera va vakuum bosimlar mavjuddir.  $P_{mut}$  -mutlaq bosim – modda holatining (suyuqlik, gaz, bug`) parametri bo`lib,  $P_{atm}$  - atmosfera va  $P_{ort}$  - ortiqcha bosimlar yig`indisidan iborat:

$$P_{mut} = P_{atm} + P_{ort} \quad (3.16)$$

3.3-jadval

Bosimning turli o'lchov birliklari orasidagi nisbati.

Birliklar	Pa	bar	kgk/sm ²	kgk/m ² (mm suv. ust.)	mm sim. ust.
1 Pa	1	10 ⁻⁵	1,0197·10 ⁻⁵	0,10197	7,6006·10 ⁻⁵
1 bar	10 ⁵	1	1,0197	1,0197·10 ⁴	750,06
1 kgk/sm ²	9,8066·10 ⁴	0,98066	1	10 ⁴	735,56
1 kgk/m ² (mm suv ust.)	9,8066	0,98066·10 ⁻⁴	10 ⁻⁴	1	7,3566·10 ⁻²
1 mm sim. ust.	133,32	1,3332·10 ⁻³	1,33595·10 ⁻³	13,595	1

Ortiqcha bosim mutlaq va atmosfera bosimlari oralaridagi farqdan iborat:

$$P_{\text{ort}} = P_{\text{mut}} - P_{\text{atm}} \quad (3.17)$$

Atmosfera bosimi – yer atmosferasidagi havo ustunining bosimi. Uning qiymati *barometrlar* bilan o'lchanadi. Shuning uchun bu bosim ko'pincha *barometrik bosim* deb ataladi. Agar mutlaq bosim atmosfera bosimidan kichik bo'lsa, vakuum yoki siyraklanish sodir bo'ladi.

$$P_b = P_{\text{atm}} - P_{\text{mut}} \quad (3.18)$$

3.4.1. SUYUQLIKLAR BOSIMINI O'LCHAYDIGAN ASBOBLAR

Bosim asboblari ishlash prinsipiga va o'lchanayotgna katalikning turiga ko'ra quyidagi turlarga bo'linadi.

Bosim o'lchaydigan asboblari ishlash prinsiplariga ko'ra suyuqlikli, deformatsion (prujinali), yuk-porshenli, elektr-ionli va issiqlik turlariga bo'linadi.

O'lanayotgan kattalikning turiga ko'ra bosim o'lchash asboblari quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Manometr – mutlaq va ortiqcha bosimni o'lchaydi;
2. Barometr – atmosfera bosimini o'lchaydi;
3. Vakuummetr – berk idish ichidagi suyuqlik va gaz bosimining siyraklanishini o'lchaydi;
4. Manovakuummetr – ortiqcha bosim va bosim siyraklanishini o'lchaydi;
5. Naporomer – kichik qiymatli ortiqcha bosimni o'lchaydi;
6. Tyagomer – kichik qiymatli bosim va siyraklanishlarni o'lchaydi;
7. Differensial manometrlar – ikki bosim ayirmasini (bosim farqini) o'lchaydi.

Quyida gidroenergetik obyektlarda bosimni nazorat qilishning eng ko'p tarqalgan usullar va asboblari keltirilgan.

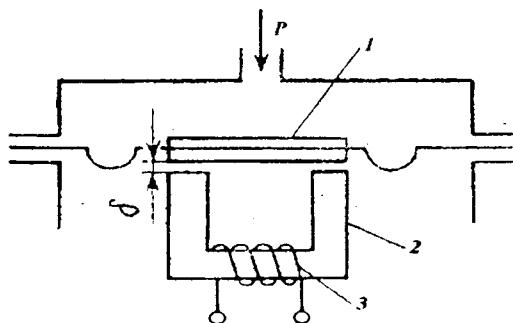
Induktiv manometrlar

Induktiv manometrlarning ishlash prinsipi g'altak induktivligining tashqi bosim ta'siridan o'zgarishiga asoslangan.

3.16-rasmda induktiv o'zgartiruvchi element bilan jihozlangan bosimni o'lchash o'zgartkichining sxemasi ko'rsatilgan.

Bosimni qabul qiluvchi membrana 1 o'ramli elektromagnit 2 ning harakatlanuvchi yakori hisoblanadi. O'lanayotgan bosim ta'sirida membrana siljiydi, bu induktiv o'zgartkichli elementning elektr qarshiligini o'zgartiradi. Agar g'altakning aktiv qarshiligi, magnit oqimlari hisobga olinmasa va o'zakda yo'qotilsa, o'zgartkich elementning L induktivligini quyidagi formula bo'yicha aniqlash mumkin.

$$L = W^2 \mu_0 \cdot S / \delta \quad (3.19)$$



3.16-rasm. Induktiv manometr sxemasi

bu yerda W – g'altak o'ramlari soni; μ_0 – havoning magnit singdiruvchanligi; S –magnit o'tkazgich ko'ndalang kesimining yuzi; δ –havo oralig'ining uzunligi. Membrananing deformasiya kattaligi o'lchanayotgan bosimga mutanosibligini e'tiborga olib

$$\delta = K \cdot P \quad (3.20)$$

(3.19) tenglamani quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$L = W^2 \cdot \mu_0 \cdot S / K \cdot P \quad (3.21)$$

(3.21) tenglama bosimni o'lchash induktiv o'zgartkichining statik xarakteristikasini ifodalaydi. L ni o'lchash, odatda, o'zgaruvchan tok ko'priklari yoki rezonansli LC -konturlar tomonidan amalga oshiriladi. $0,5 \div 0,3$ mm, bosim $20 \div 30$ mPa bo'lganda esa 1,3 mm membrananing siljishi millimetrning yuzdan bir ulushini tashkil etadi. Induktiv bosim o'zgartkichlarning asosiy xatosi $\pm(0,2 \div 5)\%$ ni tashkil etadi.

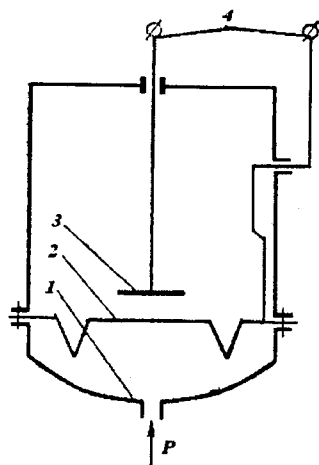
Sig'imli manometrlar

Sig'imli manometrlarning ishlash prinsipi bosim o'zgarishi bilan yassi kondensator qoplamalari o'rtasidagi masofani o'zgartirishi natijasida uning sig'imining o'zgarishiga asoslangan. Sig'imli manometrning prinsipial sxemasi 3.17-rasmda keltirilgan. O'lchanayotgan bosim asbobga naycha 1 orqali keladi va membrana 2 orqali qabul qilinadi. Membrana 2 va elektrod 3 kondensator qoplamalarini hosil qiladi. Kondensator esa o'lchash

sxemasiga qisma 4 lar orqali ulanadi. Kondensator sig`imining qoplamalar o`rtasidagi masofaga bog`liqligi quyidagi formula bo`yicha aniqlanadi:

$$C = \frac{S \cdot \varepsilon}{l}, \quad (3.22)$$

bunda S -qoplamalar yuzi; ε -qoplamalar orasidagi muhitning dielektrik singdiruvchanligi; l -qoplamalar o`rtasidagi masofa.



3.17-rasm. Sig`imli manometrning prinsipial sxemasi

Bosim ta`sirida membrana egilib, elektrod 3 ga yaqinlashadi. Membrananing egilishi natijasida  $l$  masofa o`lchanayotgan bosimga nisbatan mutanosib o`zgaradi. Qoplamalar yuzi va dielektrik singdiruvchanlik o`lchash jarayonida o`zgarmaydi. Shuning uchun (3.22) ifodani quyidagicha yozish mumkin:

$$C = K/l \quad (3.23)$$

bundan

$$K = S \cdot \varepsilon$$

Shunday qilib, kondensator sig`imi o`lchanayotgan bosimga mutanosibdir. S ni o`lchoy axboroti signaliga aylantirish uchun, odatda, o`zgaruvchan tok ko`priklaridan yoki rezonansli  $LC$ -konturlardan foydalaniladi. Sig`imli asboblari 120 MPa gacha bo`lgan bosimni o`lchashda qo`llanadi. Membrananing qalinligi  $0,05 \div 1$  mm ulardan tez o`zgaruvchi bosimlarni o`lchashda foydalaniladi. Sig`imli manometrlarning ko`rsatishiga atrof-muhitning harorati ta`sir qiladi. Chunki harorat o`zgarishi natijasida qoplamalar o`rtasidagi masofa o`zgaradi. O`lchash xatoligi asbob shkalasining $\pm 0,2 \div 5\%$ idan oshmaydi.

Pyezoelektrik manometrlar

Pyezoelektrik manometrlarning ishlash prinsipi ba`zan kristall moddalarning mexanik kuch ta`sirida elektr zaryad hosil qilish qobiliyatiga asoslangan. Bu hodisa *pyzeoeffekt* deb ataladi. Pyzeoeffekt kvars, turmalin, segnet tuzi, bariy titanat va boshqa moddalar kristallarida kuzatiladi. Bu tipdagi asboblarda ko`pincha kvars ishlatiladi. Kvarsning pyzeoelektr effekti  $+500^{\circ}\text{C}$  gacha bo`lgan haroratga bog`liq emas, lekin  $+570^{\circ}\text{C}$  dan oshgan haroratda bu effekt nolga teng bo`lib qoladi.

F kuch ta`sirida kristall plastinka yuzalarida paydo bo`ladigan elektr zaryad ushbu formula bilan topiladi:

$$Q = K_n \cdot F, \quad (3.24)$$

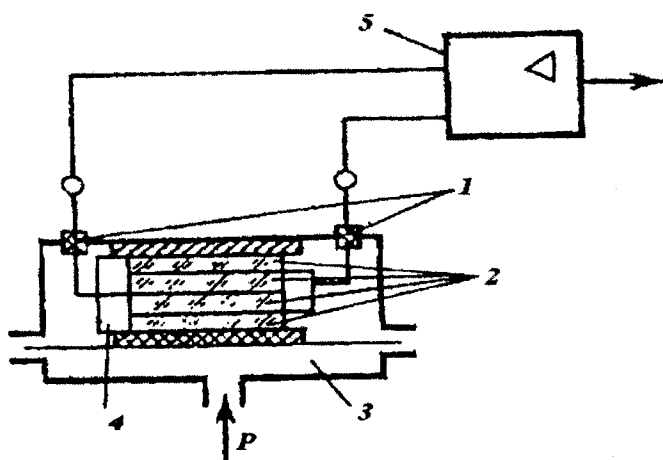
bu yerda K_n – pyzeoelektrik doimiy, Kl/H . K_n ning qiymati plastinkaning o`lchamiga bog`liq emas va kristallning tabiati bilan belgilanadi. Kvars uchun $K_n = 2,1 \cdot 10^{-12}$ Kl/H .

3.18-rasmda pyzeoelektrik manometrning sxemasi ko`rsatilgan. O`lchanayotgan bosimni 4 membrana kuchga aylantiradi, bu kuch esa diametri 5 mm va qalinligi 1 mm bo`lgan kvars plastinkalar 2 ning ustunlarini siqilishga majbur qiladi.

Vujudga kelayotgan Q elektr zaryad 1 chiqishlar orqali katta kirish qarshiligiga (10^{13} Om) ega bo'lgan elektron kuchaytirgich 5 ga uzatiladi. Zaryadning qiymati o'lchanayotgan P bosim bilan quyidagicha bog'langan:

$$Q = K_n \cdot S \cdot P \quad (3.25)$$

bunda S -membrananing samarali yuzi.



3.18-rasm. Pyzoelektrik manometr sxemasi

Asbobning inersionligini kamaytirish uchun kamera 3 ning hajmi kichiklashtiriladi.

100 MPa (1000 kgk/sm^2) gacha bosimlarni o'lchashga imkon beruvchi pyezokvarsli manometrlar tez o'zgaruvchi bosimlarni o'lchashda keng qo'llanadi. Pyzeoeffektning afzalligi uning inersionsizligidir. Bu asboblarning bosimlari tez o'zgaradigan jarayonlarni (kavitatsiya) o'rganishda juda qulay. Pyzeoelektr manometrlarning aniqlik sinfi 1,5; 2,0.

3.5. SUVNING SARFI VA MIQDORINI O'LGHASH TO'G'RSIDA ASOSIY MA'LUMOTLAR

Sarf o'lgash uchun ishlatiladigan asboblarni *sarf o'lgagichlar* deb ataladi. Suyuqlikning berilgan kanal kesimi orqali vaqt birligi ichida o'tgan miqdori *suyuqlik sarfi* deyiladi. Sarf o'lgaydigan asboblarni oniy sarfni o'lgaydi va texnologik rejimlar (ayniqsa uzluksiz jarayonlarda) ishining barqarorligini nazorat qilishga, texnologik jarayonning o'tishini har bir onda avtomatik ravishda rostlashga va rejimni berilgan yo'nalishga sozlashga imkon beradi.

Suyuqlikning hajmiy sarfi l/s, m³/s, m³/soat, massa sarfi esa kg/s, kg/soat, t/soat va hokazolarda o'lganadi. Asboblarni hisoblagichlar (integratorlar) bilan ta'minlanishi mumkin, unda bu asboblarni hisoblagichli *sarf o'lgagichlar* deyiladi.

Suyuqlik miqdorini o'lgaydigan asboblarni *hisoblagichlar* deb ataladi. Hisoblagichlar o'zlaridan o'tgan modda miqdorini istalgan vaqt (sutka, oy va hokazo) mobaynida o'lgaydi. Uning miqdori hisoblagich ko'rsatkichlari farqi bilan aniqlanadi. Modda miqdori hajmi (litr, m³) yoki massa (kg, t) birliklarida ifodalaydi. Hisoblagichlar bevosita o'lgash asboblari bo'lib, ularning shkalasi bo'yicha olingan ko'rsatkichlar qo'shimcha hisoblashni talab qilmaydi.

Gidroenergetikada keng tarqalgan sarf va miqdor o'lgagichlar ishlash prinsipi va tuzilishlariga ko'ra bir qancha guruhlariga bo'linadi.

O'lganayotgan moddani turiga ko'ra sarf o'lgagichlar suv, mazut, bug', gaz va boshqalarni o'lgagichlarga bo'linadi.

Suyuqlik va gazlarning miqdorini o'lgaydigan hisoblagichlar quyidagi asosiy guruhlariga ajratiladi:

1. Hajm hisoblagichlari;
2. Tezlik hisoblagichlari;
3. Vazn hisoblagichlari.

3.5.1. «TEZLIK - YUZA» USULIDA SUV SARFINI O'LCHASH

Bu usulda to'liq, asosiy, qisqartirilgan va tezlashtirilgan o'lchash ishlari bajariladi.

To'liq usul - suv tezligini tezlik vertikalining ko'p nuqtalarida (hammasi 5 ta) o'lchashga asoslangan. Agar daryo tubi tekis bo'lsa, tezlik vertikallari orasidagi masofa bir xil intervalda ushbu 3.4-jadvalga asosan qabul qilinadi.

$$g = 0,1(U_{yuza} + 3U_{0,2} + 2U_{0,6} + 2U_{0,8} + U_T). \quad (3.26)$$

Asosiy usulda - tezlik vertikallari kamroq, lekin 5 tadan kam emas, har bir vertikalda esa uchtdan nuqtada tezlik o'lchanadi. Xatoligi esa 3%, to'liq usulga nisbatan.

$$g = 0,25(U_{0,2} + 2U_{0,6} + 2U_{0,8}) \quad (3.27)$$

Qisqartirilgan usulda - suv sarfi har bir vertikalda 1 yoki 2 ta nuqtada tezlik o'lchash orqali aniqlanadi. Agar suv sathi muz bilan qoplangan bo'lsa, tezlik 2 yoki 3 nuqtada o'lchanadi. Bu usul daryo o'zani mustahkam bo'lganda, suv sarfini tez aniqlashda, uncha chuqur bo'lmagan daryolarda qo'llaniladi.

$$g = 0,5(U_{0,2} + 2U_{0,8}). \quad (3.28)$$

Tezlashtirilgan usul - suv sathi o'zgarishi juda sezilarli paytda tez suv sarfini aniqlash uchun foydalaniladi (asosan toshqin suvli davrda). Asbobning suvda ushlab turilish vaqti 30 sekundgacha kamaytiriladi. Bu usulni to'liq, asosiy va qisqartirilgan hollarda ham qo'llash mumkin.

$$g = U_{0,6}. \quad (3.29)$$

Suv tezligini gidrostvor kengligida o'lchash uchun tezlik vertikallari tanlanadi. Tezlik vertikallarining joylashish holati daryoning kengligi va gidrostvor jihoziga bog'liq bo'ladi.

3.4-jadval

Daryo kengligi va tezlik vertikal o'rtasidagi bog'liqlik

Daryo kengligi V, m	Tezlik vertikal oraliq'i, m
< 20	0.5 - 2.0
20 - 30	2.0
30 - 40	3.0
40 - 60	4.0
60 - 80	6.0
100-200	10
200-300	20
300-500	30
500-800	40
> 800	50

Gidrosvorda tezlik vertikalining joyi o'zgarmas nuqtadan boshlab aniqlanadi va navbati raqamlarda belgilanadi, ya'ni 1 vertikal, 2 vertikal, 3 vertikal va h.k.

Suv sarfini gidrometrik vertushka yordamida topishda, quyidagi kuzatish va o'lchashlar "suv sarfini o'lchash kitobchasiga" yozilishi shart:

1. Daryoning holati, ob-havo, qo'llaniladigan asbop va boshqa faktorlar;
2. Suv sathini kuzatish;
3. Gidrosvorda chuqurlik o'lchashlari;
4. Tezlik vertikallarining har xil nuqtalarida tezlikni o'lchash;
5. Qiyali suv o'lchash postida suv sathini kuzatish.

Chuqurlik o'lchash natijalari yordamida gidrosvor ko'ndalang kesimi yuzasi quriladi va tezlik vertikallari tanlanadi. Tezlik vertikallarining soni, sarfni o'lchash usuliga bog'liq bo'ladi.

O'lchash ishlarida bitta gidrometrik vertushkadan foydalaniladi. O'lchashdan oldin gidrosvordagi va suv o'lchash postidagi suv sathi yozib olinadi. Agar o'lchash davomida suv sathi sezilarli o'zgarib tursa, uni har bir tezlik vertikalida ikki marta o'lchashdan oldin va keyin yozib olinadi. Vertushka

tushiriladigan ishchi chuqurlik alohida har bir tezlik vertikalida uchun hisoblab topiladi.

Ishchi chuqurlik deb - suv sathi yuzasidan daryo tubigacha bo'lgan tik masofaga aytiladi. Agar suv sathi muz bilan qoplangan bo'lsa, ishchi chuqurlik muz qatlamining pastki yuzasidan boshlab hisoblanadi.

Suv sarfini to'liq usulda topishda tezlikni 5 ta nuqtadan topiladi, bunda vertushkalarni 3.19-rasmda ko'rsatilganidek o'rnatiladi. O'rtacha tezlik quyidagi ifodadan topiladi:

$$U_{o,r} = 0,1(U_{yuza}^{1V} + 3U_{0,2}^{2V} + 3U_{0,6}^{3V} + 2U_{0,8}^{4V} + 3U_{tub}^{5V}). \quad (3.30)$$

Agar o'lchash ishlari muz tagida bajarilsa, tezlik vertikalida yana bitta nuqta 0,4h chuqurlikda olinadi.

Asosiy usulda - suv sarfini topishda tezlik vertikalida soni va tezlik o'lchash nuqtalari ham qisqartiriladi.

1-nuqta 0,2 h chuqurlikda,

2-nuqta 0,6 h chuqurlikda,

3-nuqta 0,8 h chuqurlikda.

O'rtacha tezlik esa:

$$U_{o,r} = 0,25(U_{0,2} + 2U_{0,6} + U_{0,8}) \quad (3.31)$$

ifodadan hisoblanadi.

Qisqartirilgan usulda - suv tezligi vertikalining 0,2h va 0,8h chuqurliklarida o'lchanadi, o'rtacha tezlik esa:

$$U_{o,r} = 0,5(U_{0,2} + U_{0,8}) \quad (3.32)$$

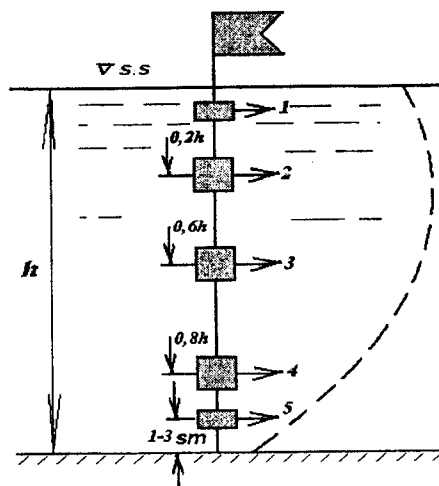
orqali aniqlanadi.

Tezlashtirilgan usulda - suv tezligi 0,6 h chuqurlikda o'lchanadi. Suv tezligi: $U_{o,r} = U_{0,6}$ ga teng deb olinadi.

Tezlikni o'lchashda gidrometrik vertushkaning vinti har 20 aylanishda beradigan signalini yozib boriladi.

Signalni qabul qilishga ketadigan vaqtni "kitob"ga yozib boriladi va uni **qabul vaqti** deyiladi. Qabul vaqti umumiy soni nuqtada juft, olinib asosan 6 martadan katta qiymatlarda, ya'ni tezlik o'lchash vaqti 100 s dan ortiq bo'lishi kerak.

Tezlik o'lchanib, har bir vertikal uchun "kitobchadagi" katakchalarga tezlik epyurasini qurish tavsiya etiladi. Qurilgan epyura tezlikning to'g'ri yoki noto'g'ri o'lchanganligini tahlil qilishda yordam beradi.



3.19-rasm. «Tezlik-yuza» usulida suv sarfini o'lchash sxemasi

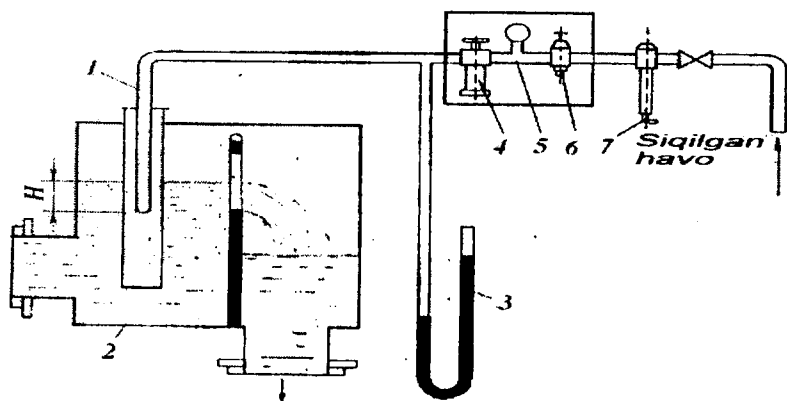
Gidrometrik vertushkalar bilan suv tezligini 0,5 m/s dan 4-5 m/s gacha o'lchash tavsiya etiladi.

3.5.2. GIDROENERGETIK OBYEKTlarda SUV SARFINI O'LCHASHDA ISHLATILADIGAN ASBOBLAR VA QURILMALAR

O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlarning ishlash prinsipi suyuqlikning idish tubidagi yoki uning yon devorlaridagi teshikdan erkin oqib chiqishidagi sathni o'lchashga asoslangan. Bu asboblarda gidroenergetik va nasos stansiyalarda o'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar suyuqliklar sarfini o'lchashda, shuningdek, gaz bilan aralashgan pulslanuvchi oqim va suyuqliklar sarfini o'lchashda ishlatiladi. O'zgaruvchan sathli sarf o'lchagichlar

barcha hollarda suyuqlik sarfini atmosfera bosimida o`lchaydi, shuning uchun bu asboblarning ishlatilishi cheklangan.

O`zgaruvchan sathli sarf o`lchagichlar tarkibiga qabul qiluvchi sig`im (idish) va suyuqlik sathini o`lchaydigan asbob ishlatilishi mumkin. Qabul qiluvchi sig`im sifatida esa dumaloq (diafragma) yoki tirqish teshikli silindrik yoxud to`rtburchak idish xizmat qiladi. Bunday idishlardagi suyuqlik sarfi uning sath balandligi bo`yicha aniqlanadi. Diafragma idish tagida yoki uning yon devorlarida joylashishi mumkin, lekin suyuqlik sathi u oqib chiqadigan teshikdan yuqorida bo`lishi lozim. Tirqish teshiklari idishning faqat yon devorlarida joylashgan bo`lishi kerak, bu holda idishdagi suyuqlik sathi teshikning ustki chetidan baland bo`lmasligi lozim.



3.20-rasm. Suyuqlik oqib chiqadigan tirqish teshikli sarf o`lchagich

3.20-rasmda ko`rsatilgan sarf o`lchagich ikki shtutserli to`rtburchak korpus 2 dan iborat. Shtutserlardan biri korpusning yonida joylashgan bo`lib, suyuqlikni kiritish uchun, ikkinchisi esa pastda joylashgan bo`lib, suyuqlikning oqib chiqishi uchun xizmat qiladi. Korpus ichki tomonidan to`siq bilan bo`lingan, bu to`siqqa profillangan teshikli shchit germetik ravishda mahkamlangan. Idishdagi suyuqlik oqib chiqadigan tirqish oldiga muhofazalovchi g`ilofli pyezometrik naycha 1 cho`ktiriladi. Haydalgan havo miqdori nazorat stakanchasi 4 yordamida tekshiriladi. Havo bosimi reduktor 6 orqali o`zgaras qilib saqlanib turiladi va manometr 5 bilan o`lchanadi. Filtr 7 havoni tozalaydi. Pyezometrik naychadagi

bosim tirqish oldidagi suyuqlik ustunining zichligi va balandligi bilan demak, suyuqlikning massaviy sarfi bilan bir xilda bogʻliq. Pyezometrik naychadagi gidrodinamik bosimning qiymati difmanometr 3 bilan olchanadi. 3.20-rasmda keltirilgan sarf oʻlchagichning xususiyatlaridan biri ikkilamchi asbob shkalasining boʻlinmalari tengligidadir.

Elektromagnit sarf oʻlchagichlar

Elektromagnit (induksion) sarf oʻlchagichlarning ishlash prinsipi tashqi magnit maydoni taʼsirida elektr tokini oʻtkazuvchi suyuqlik oqimida hosil boʻlgan EYuK ni oʻlchashga asoslangan. Induksion sarf oʻlchagichning sxemasi 3.21-rasmda koʻrsatilgan.

Magnitning N va S qutblari orasida magnit maydoni kuch chiziqlari yoʻnalishiga perpendikulyar ravishda suyuqlik quvuri l oʻtadi. Quvurning magnit maydonidan oʻtadigan qismi nomagnit material (ftoroplast, ebonit va boshqalar)dan tayyorlanadi. Quvur devorlarida bir-biriga diametral qarama-qarshi yoʻnalgan oʻlchash elektrodleri 2 oʻrnatilgan. Magnit maydoni taʼsirida suyuqlikdagi ionlar harakatga keladi va zaryadlarini oʻlchash elektrodlarigi berib, ularda EYuK hosil qiladi, u oqim tezligiga proporsional, EYuK ning qiymati, magnit maydoni dzgarmas boʻlganda, elektromagnit induksiya-sining asosiy tenglamasi orqali aniqlanadi:

$$E = B \cdot D \cdot v_{o, n} \quad (3.33)$$

bu yerda B – magnit qutblari oraligʻida hosil boʻlgan elektr magnit induksiya, Tl; D - quvurning ichki diametri (elektrodler orasidagi masofa), m; $v_{o, n}$ - oqimning oʻrtacha tezligi, m/s.

Tezlikni Q hajmiy sarf orqali ifodalasak,

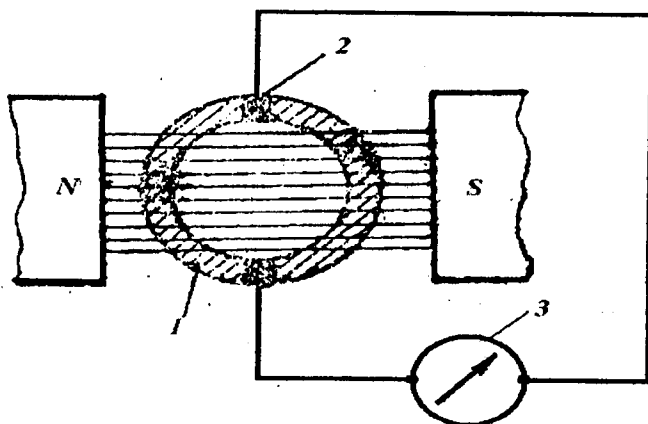
$$E = \frac{4B}{\pi D} Q, \quad (3.34)$$

bu formuladan oʻzgarmas magnit maydonida EYuK ning qiymati sarfga toʻgʻri proporsional ekanligi kelib chiqadi. Hozir induksion sarf oʻlchagichlar elektr oʻtkazish qobiliyati $10^{-3} \div 10^{-5}$ sm/m dan kam boʻlmagan suyuqliklarda ishlatiladi. Oʻzgarmas magnit

maydonga ega bo'lgan induksion sarf o'lgagichlarning asosiy kamchiligi – magnit elektrodlarida qutblanish va galvanik EYuKning paydo bo'lishidadir. Bu kamchiliklar harakatdagi suyuqlikda magnit maydon tomonidan induksiyalangan EYuK ni to'g'ri o'lchashga yo'l qo'ymaydi yoki qiyinlashtiradi. Shuning uchun o'zgarmas magnit maydoniga ega bo'lgan sarf o'lgagichlar suyuqlikning pulslanuvchi oqimi sarfini o'lchashda va qutblanish o'z ta'sirini ko'rsatishga ulgurmaydigan qisqa vaqtli o'lchashlarda ishlatiladi. Hozir induksion sarf o'lgagichlarning ko'pchiligida o'zgaruvchan magnit maydonidan foydalaniladi. Agar magnit maydon τ vaqtda f chastota bilan o'zgarsa, EYuK quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$E = \frac{4 \cdot Q \cdot B_{\max}}{\pi \cdot D} \cdot \sin 2\pi \cdot f \tau \quad (3.35)$$

bu yerda $B_{\max} = \frac{B}{\sin 2\pi \cdot f \tau}$ induksiyaning amplituda qiymati.



3.21-rasm. Elektromagnit sarf o'lgagich sxemasi

Elektromagnit sarf o'lgagichlarning kamchiliklariga o'lchanayotgan muhit elektr o'tkazuvchanligi qiymatining minimalligiga qo'yilgan talabni kiritish lozim, bu ularni qo'llanish doirasini cheklaydi. O'lchash sxemasi ham murakkab hisoblanadi.

Induksion sarf o'lhagichlar $1\div 2500 \text{ m}^3/\text{soat}$ va undan katta diapazonda diametri $3\div 1000 \text{ mm}$ va undan katta truboprovodlarda, suyuqlikning chiziqli tezligi $0,6\div 10 \text{ m/s}$ gacha bo'lganda, sarf o'lchashlarni ta'minlay oladi. Asboblarning aniqlik sinfi 0,6; 1; 1,5; 2; 2,5.

Issiqlik (kalorimetrik) sarf o'lhagichlar

Issiqlik (kalorimetrik) sarf o'lhagichlarning ishlash prinsipi suyuqlik oqimining yordamchi energiya manbai yordamida qizdirilishiga asoslangan. Bu energiya manbai oqim tezligi va qizdiruvchi qurilmalardagi issiqlik sarfiga bog'liq bo'lgan haroratlar farqini vujudga keltiradi. Agar oqimning atrof muhitga bergan issiqligini e'tiborga olmasak, qizdiruvchi asbob sarflangan va oqimga uzatilgan issiqlik o'rtasidagi issiqlik balansi tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$g_1 = K \cdot Q_m \cdot C_p \cdot \Delta t \quad (3.36)$$

bu yerda g_1 - qizdirgichning suyuqlikka bergan issiqlik miqdori, Vt ; K - quvvur kesimi bo'yicha haroratning notekis tarqalishiga tuzatish koeffitsienti; Q_m - muhitning massa sarfi, kg/s ; C_p - muhitning o'zgarmas bosimdagi solishtirma issiqlik sig'imi, J/(kg K) ; Δt - oqim haroratining qizdirishdan avvalgi va keyingi o'rtacha qiymatining farqi, K .

Kalorimetrik sarf o'lhagichlarda oqimga issiqlik, odatda, elektr qizdirgich orqali beriladi. Bu holda

$$g_1 = 0,24 \cdot I^2 \cdot R \quad (3.37)$$

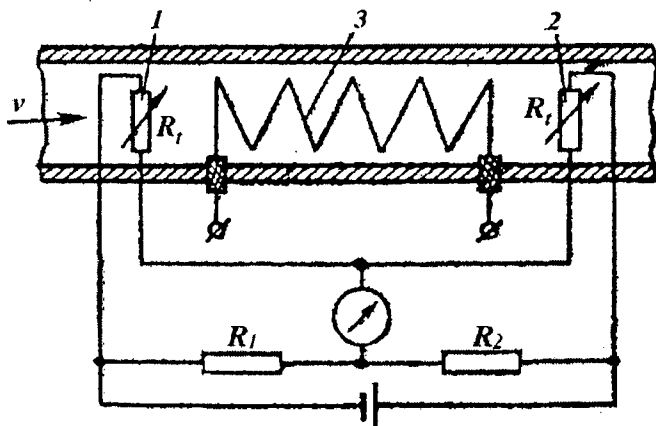
(4.45) va (4.46) ifodalar asosida massa sarfini topamiz:

$$Q_m = \frac{0,24 \cdot I^2 \cdot R}{K \cdot C_p \cdot \Delta t} \quad (3.38)$$

Kalorimetrik sarf o'lhagichlar ikki guruhga bo'linadi. Ulardan birinchisida sarf qizdirgich iste'mol qilgan quvvat miqdoridan aniqlanadi. Bu quvvat o'zgarmas haroratlar farqi Δt ni ta'minlaydi. Ikkinchi guruhdagi kalorimetrik sarf o'lhagichlar sarf qizitgichga berilgan o'zgarmas quvvatdagi Δt haroratlar

farqidan aniqlanadi. Haroratlar farqi, odatda, termojuftlar yoki qarshilik termometrlari orqali oʻlchanadi. Qarshilik termometrlarini bir meʼyorli oqim kesimini qoplaydigan toʻr shaklida tayyorlab, kesim boʻyicha oʻrtacha haroratni oʻlchash mumkin oʻlchanayotgan muhit odatda, $1\div 3^{\circ}\text{C}$ ga qizdiriladi, shuning uchun sarf oʻlchangan paytdagi isteʼmol qilingan quvvat katta boʻlmaydi.

Suyuqlik sarfini oʻlchashda, koʻpincha, ikkinchi guruh sarf oʻlchagichlari ishlatiladi. 3.22-rasmda ikkinchi guruh sarf oʻlchagichining prinsipial sxemasi tasvirlangan. Sarf oʻlchagich korpusiga ketma-ket ulangan ikkita qarshilik termometrlari 1 va 2 oʻrnatilgan. Termometrlarning ketma-ket ulanishi ulardagi tokning tengligini taʼminlaydi. Bu hol termometrlarni qizitgich 3 dan avvalgi va undan keyingi haroratlar farqi boʻyicha darajalashga imkon beradi. Qarshilik termometrlarining ikki tirsagi R_1 va R_2 doimiy qarshilikdan iborat boʻlgan koʻprik tirsaklariga ulanadi.



3.22-rasm. Kalorimetrik sarf oʻlchagich sxemasi

Kalorimetrik sarf oʻlchagichlarning afzalliklari: yuqori aniqlik sinfiga ega (xatosi $\pm 0,5\div 1\%$); oʻlchash diapazoni katta (10:1); pulslanuvchi va kichik sarflarni oʻlchash imkoni bor. Bu asboblarning kamchiligi – berilgan haroratlar farqi va oqimni isitish uchun elektr quvvatining doimiyligini avtomatik ravishda saqlash murakkab. Kalorimetrik sarf oʻlchagichlar asosan kichik sarflarni oʻlchash uchun ishlatiladi.

3.6. SUV SATHINING BALANDLIGINI O'LGHASH HAQIDA ASOSIY TUSHUNCHALAR

Suyuqlik sathining balandligini o'lgash GEQ texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishda muhim ahamiyatga ega. Sath balandligini o'lgash suvning idishdagi miqdorini aniqlash va texnologik jarayonda ishtirok etayotgan GEQlarda sath holatini nazorat qilishdan iborat.

Ishlash xarakteri jihatidan sath balandligini o'lgagichlar uzluksiz va uzlukli (releli) bo'ladi. Releli sath o'lgagichlar suvning sathi ma'lum balandlikka yetganda ishlay boshlaydi, ular signalizatsiya maqsadida ishlatiladi va *sath balandligi signalizatori* deyiladi.

Bu asboblarda ishlash prinsipi va tuzilishi jihatidan bir-biridan farq qiladi. Masalan, suyuqlik sath balandligini o'lgashga mo'ljallangan asboblarning ko'pi sochiluvchan moddalar sathini o'lgash uchun yaroqsiz, usti ochiq idishlarda ishlatiladigan asboblarda esa yuqori bosimda ishlaydigan idishlar uchun yaroqsizdir va hokazo.

Sath balandligini nazorat qilish asboblari shkalali va shkalasiz bo'ladi. Shkalasiz asboblarda, odatda, ikkilamchi asboblarda bilan birga ishlaydi, yoki sath balandligining chegarasi haqida mustaqil signal beradi.

O'lganadigan muhitning xarakteri va ishlash prinsipiga ko'ra sath balandligini o'lgash asboblari quyidagi guruhlarga bo'linadi: ko'rsatish oynasi; qalqovichli; gidrostatik; elektrik (sig'imli, aktiv qarashliklarning o'zgarishiga muvofiq va induktiv); radioizotopli; ultratovushli; radioto'lqinli; termokonduktorli; vaznli va boshqalar. Gidroenergetikada ko'proq qo'llaniladigan ba'zi bir sath o'lgagichlari bilan tanishib chiqamiz.

3.6.1. GIDROENERGETIK OBYEKTlarda SUV SATHINI NAZORAT QILUVCHI ASBOBLAR VA ULARNING TURLARI

Qalqovichli sath balandligi o'lgagichlari

Bu asboblarda bilan idishdagi suyuqlik sathi balandligi o'lganadi. Asbobning sezgir elementi – qalqovich suyuqlik sirtida qalqib turadi (3.23-rasmda) va suyuqlik sathi balandligidagi o'rni

unga ta'sir qiladigan kuchlar muvozanatiga bog'liq bo'ladi. Arximed qonuniga muvofiq, qalqovich og'irligi uning suyuqlikka botgan hajmidagi suyuqlik og'irligiga teng bo'ladi. Undan tashqari, qalqovichni o'rab olgan suyuqlik ustidagi muhit havo bo'lmay, zichligi ρ_0 ga teng bo'lgan modda bo'lsa, unda qalqovich hajmidagi bu modda og'irligi ham qalqovichni pastga bosadi, uning suyuqlikka botishini oshiradi. Bu ikki kuchga qarshi yo'nalgan, qalqovichni yuqoriga ko'taradigan kuch F ni quyidagicha hisoblash mumkin:

$$F(x) = \rho_0 \cdot g \cdot V + (\rho - \rho_0) g \int_0^x S(x) dx \quad (3.39)$$

bunda ρ_0 - suyuqlik ustidagi muhit zichligi; g - og'irlik kuchi tezlanishi; V - qalqovichning hajmi; ρ - qalqovich botib turgan suyuqlik zichligi; x - qalqovich botgan qismning balandligi; S - qalqovichning ko'ndalang kesim yuzi.

Agar qalqovichning ko'ndalang kesimi S , balandligi h bo'yicha o'zgarmas bo'lsa,

$$F = S h \rho_0 g + (\rho - \rho_0) g \cdot S \cdot x \quad (3.40)$$

bo'ladi.

Suyuqlik ustidagi muhit gaz yoki havo bo'lsa, $\rho_0 = 0$, u holda

$$F = \rho \cdot g \int_0^x S(x) dx \quad (3.41)$$

ko'rinishda bo'ladi.

Qalqovichning ko'ndalang kesimi o'zgarmas bo'lsa,

$$F = \rho \cdot g \cdot S \cdot x \quad (3.42)$$

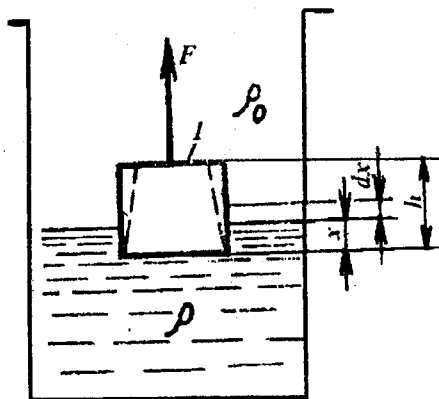
ifoda bilan aniqlanadi.

Qalqovichli sath balandligini o'lchagichlarida doimiy va davriy cho'kadigan (buykali) qalqovichlar ishlatiladi.

Doimiy cho'kadigan qalqovichli sath balandligini o'lchagichlarda qalqovichni yuqoriga ko'taradigan

muvozanatlovchi kuch qalqovich og'irligiga teng va o'zgarmas bo'ladi:

$$F = G = const \quad (3.43)$$



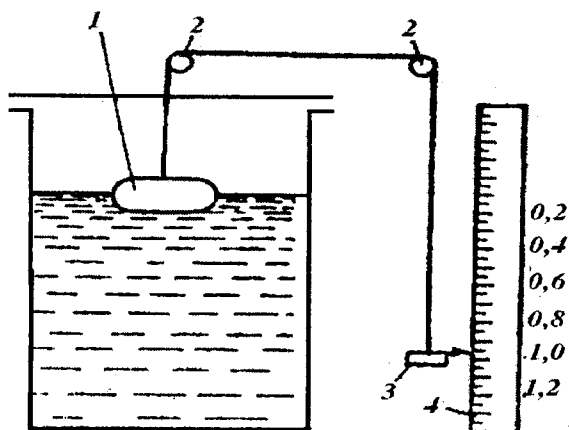
3.23-rasm. Qalqovich siljishining sxemasi

Bundan foydalanib, qalqovichning suyuqlikka botgan qismining balandligini topish mumkin:

$$x = \frac{G}{S \cdot \rho \cdot g} = const \quad (3.44)$$

Bu holda kuchlar muvozanatini ta'minlaydigan qalqovich suyuqlik sathi balandligiga muvofiq siljiydi. 3.24-rasmda shu prinsipga asosan ishlaydigan doimiy cho'kadigan qalqovichli sath balandligi o'lchagichning oddiy sxemasi ko'rsatilgan. Gidroenergetikada qo'llaniladigan ko'pchilik sath o'lchagichlar shu sxema asosida ishlaydi. Qalqovich 1 roliklar 2 yordamida muvozanatlovchi yuk 3 bilan elastik tros (po'lat sim) orqali bog'langan. Yuk bilan birlashtirilgan strelka shkala 4 ga muvofiq suyuqlik sath balandligini ko'rsatib turadi.

Bu o'lchagichning asosiy kamchiligi – shkalasining teskariligi va tros og'irligining o'zgarishi hisobga olinmasligi, baland idishlarda hisoblash qiyinligi va hokazo.



3.24-rasm. Qalqovichli suyuqlik sathi balandligini o`lchash sxemasi

Qalqovichli sath balandligi o`lchagichlarning turli modifikatsiyalari mavjud. Ular bir-biridan tuzilishi, o`lchash xarakteri (uzluksiz yoki qayd qiluvchi), masofaga uzatish tizimini (pnevmatik, elektr va boshqalar) ishlatish shartlari va boshqa xususiyatlari bilan farq qiladi.

Agressiv suyuqliklar sath balandligini o`lchashda qalqovich korroziyaga bardoshli materialdan tayyorlanadi.

Qalqovichli sath balandligi o`lchagichlar ma`ulm afzalliklarga ega: qurilma sodda, o`lchash chegarasi katta, aniqligi yetarlicha katta, agressiv va qovushqoq muhitlar sathini o`lchash ham mumkin, o`lchashning harorat chegarasi keng. Ularni qo`llanishni chegaralovchi kamchiliklari: idishda qalqovich borligi, metall ko`p ketishi, kinematik qismlari borligi sababli yetarli mustahkam emasligi.

Gidrostatik sath balandligi o`lchagichlari

Gidrostatik sath balandligi o`lchagichlari ochiq idish hamda bosim ostidagi idishlarda turli suyuqliklar (jumladan, agressiv, tez kristallanuvchi va qovushqoq moddalar) sath

balandligini o'lchashda ishlatiladi. Bu asboblarda suyuqlik sath balandligini o'lchash suyuqlik ustuni hosil qiladigan bosimni o'lchash bilan amalga oshiriladi, ya'ni

$$P = H \cdot \rho \cdot g \quad (3.45)$$

bu yerda P - suyuqlik ustuni hosil qilgan bosim, Pa; H - suyuqlik sathi balandligi, m; ρ - suyuqlik zichligi, kg/m³; g - og'irlik kuchi tezlanishi, m/s².

(3.45) tenglama bosimni o'lchash asosida ishlaydigan sath balandligi o'lhagichlari qurish mumkinligini ko'rsatadi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini difmanometr yordamida o'lhaydigan gidrostatik sath o'lhagichlar **difmanometrik sath balandligi o'lhagichlari** deb ataladi.

Suyuqlikning gidrostatik bosimini havo bosimiga o'zgartiruvchi gidrostatik sath balandligi o'lhagich **pyezometrik sath o'lhagich** deb ataladi.

Difmanometr bilan ochiq va yopiq idishlardagi suyuqliklar sath balandligini, ya'ni bosim ostidagi yoki siyraklanish sharoitidagi suyuqliklar sathini o'lchash umkin. Bunday asboblarning ishlash prinsipi ikki suyuqlik ustunining gidrostatik bosimlar farqini o'lchashga, ya'ni idishdagi suyuqlik sathiga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan suyuqlik ustuni bosimini va solishtirish o'lchovi vazifasini bajaruvchi doimiy ustun bo'yicha bosimlar farqini o'lchashga asoslangan. 3.25-rasmda ochiq idishdagi suyuqlik sath balandligini difmanometr bilan o'lchash sxemasi ko'rsatilgan difmanometrning ikkala impulsli naychasi 1 nazorat suyuqlik (agar u agressiv bo'lmasa) bilan to'ldiriladi. Difmanometr uning sezgir elementiga ta'sir etadigan P_1 va P_2 bosimlar farqini o'lhaydi. Shu bosimlar uchun (3.45) tenglamaga mos ravishda quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$P_2 = h_2 \cdot \rho_2 \cdot g, \quad P_1 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g; \quad (3.46)$$

Shunday qilib, difmanometr idish 2 dagi nazorat qilinadigan sath balandligi H orqali ifodalanadigan bosimlar farqini o'lhaydi:

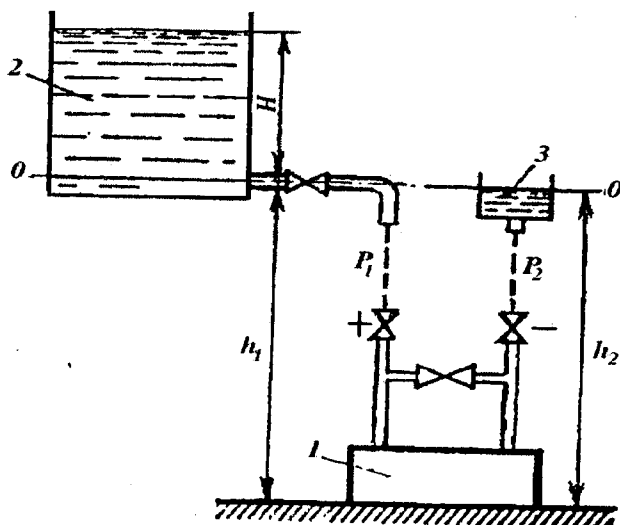
$$\Delta P = P_1 - P_2 = (H + h_1) \cdot \rho_1 \cdot g - h_2 \cdot \rho_2 \cdot g. \quad (3.47)$$

Agar ikkala impulsli naychadagi suyuqlik zichligi ρ_1 va ρ_2 bir xil bo'lsa va $h_1 = h_2$ bo'lsa, u holda

$$\Delta P = H \cdot \rho \cdot g, \quad (3.48)$$

bunda

$$\rho = \rho_1 = \rho_2. \quad (3.49)$$



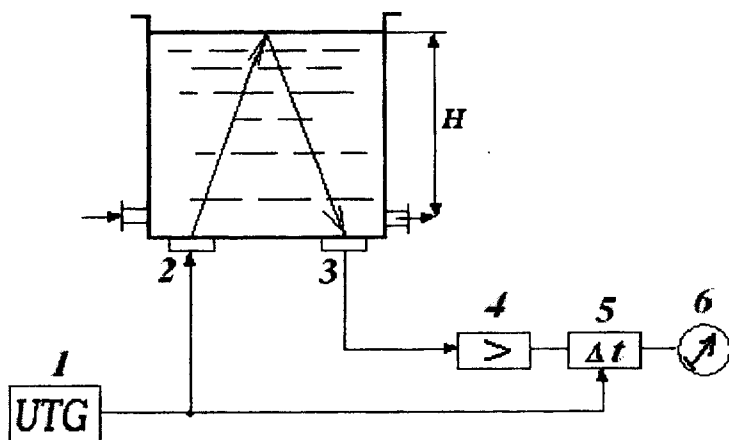
3.25-rasm. Ochiq idishda suyuqlik sathi balandligini difmanometr bilan o'lchash sxemasi

(3.47) va (3.48) lardan ko'rinadiki, difmanometrik sath balandligi o'lchagichining ko'rsatishi nazorat qilinayotgan muhitning zichligi o'zgarishi bilan o'zgaradi. Agar impulsli naychalarda ρ_1 va ρ_2 zichliklar ayirmasi mavjud bo'lsa, ko'rsatishlarda ham xatolik paydo bo'ladi (shu xatolikni yo'qotish uchun impulsli naychalar yonma-yon yotqiziladi). Buni ta'minlash uchun shu impulsli naychada muvozanatlashtiruvchi idish 3 o'rnatiladi. Idish va impulsli naycha sath o'lchagich shkalasining boshlang'ich belgisi deb qabul qilingan 00 sathigacha suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Ultratovushli sath balandligi o'lhagichlari

Hozirgi paytda gidroenergetik qurilmalar texnologik jarayonlarida ultratovushli sath balandligi o'lhagichlari keng tarqalmoqda. Bu asboblarda boshqa asboblarga nisbatan kontaktsizlik, yuqori aniqlik, kichik inersionlik, katta chegarada va agressiv suyuqliklarda ham ishlatilishi kabi bir qator muhim afzalliklarga ega. Ammo o'lchash sxemalarining murakkabligi, shuningdek, yetarli darajada ishonchli bo'lmagani sababli, bu asboblarda boshqa qurilmalardan foydalanish mumkin bo'lmagandagina ishlatiladi.

Ultratovushli sath balandligi o'lhagichlarining ishlash prinsipi suyuqlik, gaz (havo) chegarasidan tovush to'lqinlarining qaytish prinsipiga asoslangan. Ultratovush impulsining havo va o'lchanayotgan muhit (suyuqlik) chegarasi sirtidan qaytish kattaliklari akustik qarshilikning keskin farqi natijasida sodir bo'ladi. 3.26-rasmda ultratovushli sath balandligi o'lhagichining struktura sxemasi ko'rsatilgan.



3.26-rasm. Ultratovushli sath balandligi o'lhagichining sxemasi

Impuls ultratovushli tebranishlar generatori 1 dan nurlatgich 2 orqali sathi o'lchanayotgan sig'imga uzatiladi.

Ultratovush to'liqlar o'lanayotgan muhitda tarqaladi va suyuqlik havo chegarasidan qaytadi. Qaytgan to'liqlar muhitdan teskari yo'nalishda o'tadi, nurlatgich 2 ga o'xshash ultratovush tebranishlar qabul qilgichi 3 ga keladi, u yerdan ultratovushli impuls kuchaytirgich 4, vaqt oralig'ini hisoblaydigan qurilma 5 va o'lchash asbobi (potensiometr) 6 ga keladi.

Suyuqlik sathi o'lchash impulsining yuborilishi va qaytishi orasidagi τ vaqt bo'yicha aniqlanadi, ya'ni

$$\tau = \frac{2H}{C}, \quad (3.50)$$

bu yerda H – suyuqlik sathi; C – suyuqlikda ultratovushning tarqalish tezligi.

Vaqt o'lchagichda olinadigan akslangan (qaytgan) signalning kechikish vaqtiga proporsional bo'lgan o'zgarmas kuchlanish shkalasi sath balandligi birliklarida darajalangan potensiometrga beriladi. Nurlatgich sifatida bariy titanat, pezoqvars, magnitostriksion elementlar ishlatiladi. Ko'pincha ultratovushli tebranishlarni yuboradigan va qabul qiladigan asbob sifatida bir qurilmadan foydalaniladi. Bu asbob o'lchash jarayonining boshida nurlatgich vazifasini bajarib, impuls yuborilganidan so'ng qabul qilgich sifatida ishlaydi.

Ultratovushli sath balandligi o'lchagichlar 45 mm dan bir necha o'n metrgacha o'lchash diapazoniga ega. O'lanayotgan muhit harorati – 50 dan +200°C gacha yetishi mumkin. Yo'l qo'yiladigan asosiy xatolik $\pm 2,5\%$ ni tashkil etadi.

NAZORAT SAVOLLARI

1. O'lchov asbobi deb nimaga aytiladi?
2. O'lchash o'zgartkichiga ta'rif bering.
3. Datchiklardan nima maqsadlarda foydalaniladi?
4. Suv chuqurligini o'lchash usullarini sanab bering.
5. O'lchash vertikalari nima maqsadlarda qo'llaniladi?
6. Gidrometrik shtanga qanday elementlardan tuzilgan?
7. Lotlarning qo'llanilishini tushuntirib bering.
8. Ultratovush usulida suv chuqurligi qanday tartibda o'lchanadi?

9. Mexanik lotlarning asosiy elementlarini aytib bering.
10. O'lchash exolotlarining asosiy afzalliklarini aytib bering.
11. Daryo deb nimaga aytiladi?
12. Daryolarning uzunligi, havzasi, etagi, manbai, naporini deganda nimalarni tushunasiz?
13. Daryoning qayiri deb nimaga aytiladi?
14. Qirg'oq urezini tushuntirib bering.
15. Daryo stvori deganda nima tushuniladi?
16. Daryoni ko'ndalang qirgim bo'yicha elementar tushuntirish sxemasini chizib bering.
17. Daryoning morfometrik xarakteristikalarini nimalardan iborat?
18. Ho'llangan perimetr analitik usulda qanday topiladi?
19. Daryoning ko'ndalang kesim profili qanday quriladi?
20. Morfometrik xarakteristikaning suv sathiga bog'liqlik grafigini chizing va tushuntirib bering.
21. Daryo suvi tezligi deganda nimani tushunasiz?
22. Oniy tezlik deb nimaga aytiladi va u qanday topiladi?
23. Tezlikning suv chuqurligi bo'yicha taqsimlanish epyurasini keltiring.
24. Tezlikni o'lchashda qo'llaniladigan asosiy asboblarni sanab bering.
25. Gidrometrik vertushka nima maqsadlarda ishlatilishi va uning ishlash prinsipini tushuntirib bering.
26. Pito naychasi qanday tartibda ishlatiladi?
27. Prandtl naychasining qo'llanilishini tushuntirib bering.
28. Gidroenergetik qurilmalarda haroratni nazorat qilishda ishlatiladigan asboblarni aytib bering.
29. Kengayish termometrlarining o'lchash diapazoni qanday?
30. Manometr, termometrlarning ishlash prinsipini tushuntiring.
31. Suyuqliklar bosimining turlari va ularni o'lchash asboblari aytib bering.
32. Induktiv manometrlar ishlash prinsipi nimaga asoslangan?
33. Sig'imli manometrlarning asosiy afzalliklari nimalardan iborat?

IV. ISSIQLIK O'ZGARTIRGICHLARINING ISHLAB CHIQLIGAN KONSTRUKSIYALARI VA ULARNI AMALDA QO'LLASH

4.1. ISSIQLIK O'ZGARTIRGICHLARINING QISQACHA TAVSIFI

Muallif tomonidan yaratilgan issiqlik o'zgartirgichlarining bir necha turdagi konstruksiyalari va ularning amalda qo'llanilishi quyida keltirilgan. Issiqlik o'zgartirgichlari boshqa o'lchov o'zgartirgichlaridagidek bir nechta statistik o'lchash xatoliklariga ega.

Dinamik xususiyatlari bo'yicha issiqlik o'zgartirgichlar boshqa tipdagi hamma o'zgartirgichlarni qo'llashga yo'l ochib beradi. Biroq, shuni aytish joizki, issiqlik o'zgartirgichlarida o'tkinci jarayon vaqt doimiysi sanoatda keng qo'llaniladigan bir qator o'zgartirgichlar, masalan termopara, qarshilik termometri va boshqalarning vaqt doimiysidan ortmaydi. Bundan tashqari, ayrim hollarda (pulslanib harakatlanayotgan oqimlarning parametrlari o'zgarganda) yuqori inersionlik o'zining ijobiy tomonini ko'rsatadi va o'lchanayotgan parametrlarning o'rtacha qiymatini aniqlash uchun imkon yaratadi.

Nokontakt issiqlik o'zgartirgichlarda oqimga uzatiladigan elementlarning hech biri mavjud emas. O'zgartirgichlar konstruksiyasi nisbatan sodda tuzilganligi bilan farq qiladi. Bu xususiyatlar nokontakt tipdagi issiqlik o'zgartirgichlarning ishonchlilikini yuqori darajada bo'lishini ta'minlaydi.

O'zgartirgichlar konstruksiyasi bo'yicha xohlagan diametrdagi (millimetrlarning o'ndan bir qismidan tortib to bir necha metr gacha) quvurlardan tayyorlanishi mumkin. Quvur devori qalinligiga ham hech qanday chegara o'rnatilmagan. Bu issiqlik o'zgartirgichlari xohlagan bosim ostidagi o'lchamlarni olishni ta'minlashidan dalolat beradi.

Issiqlik o'zgartirgichlari nisbatan istiqbolli asbob hisoblanuvchi sohalar quyida keltirilgan:

1. Suyuqliklar va gazlar sarfini xohlagan bosim ostida va xohlagan haroratda *mm/soat* dan 10lab *metr/soat* gacha o'lchash;

2. Suyuq va qattiq moddalar, suyuqlik hamda gazlar va turli xil aralashmalar sarfini o'lchash;
3. Gazlar, suyuqlik va sochiluvchan materiallar namligini o'lchash;
4. Suyuqliklar va gazlar tarkibi hamda konsentratsiyasini o'lchash va boshqalar.

Foydalanishning yuqorida ko'rsatilgan sohalaridan tashqari issiqlik o'zgartirgichlari murakkabroq asboblarning bir tarkibi sifatida ham keng qo'llanilsa bo'ladi.

Gidroenergetik obyektlarda asosiy parametrlarni nazorat qiluvchi, hozirgi kunda ishlatilayotgan barcha o'lchash asboblari va usullari tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, issiqlik usuli va uning asosidagi o'lchov asboblari barcha ko'rsatkichlari jihatidan bugungi kun talabiga javob beradi hamda bu turdagi o'lchov asboblarini gidroenergetika sohasida keng qo'llash imkoniyatlari mavjud ekanligi ko'pgina ilmiy-tekshirish ishlarida o'z tasdig'ini topgan.

Issiqlik usuli va uning asosidagi o'lchash asboblari juda ko'p afzalliklarga ega: bu asboblarda statsionar ravishda o'rnatilishi mumkin, ularning ko'rsatishlarini masofaga uzatish yoki avtomatik ravishda yozib olish va ular yordamida kerakli parametrlarni rostdlash mumkin. Issiqlik usuli asosidagi o'lchash asboblari juda sezgir, aniq o'lchovchi, mexanik mustahkam, juda ixcham, ko'rsatishlari juda yaqqol, o'lchash chegarasi juda keng, xatoliklari juda kichik, konstruksiyalari juda sodda, ancha arzonidir.

Issiqlik usuli asosidagi o'lchash asboblarida xatoliklar asosan tashqi muhit haroratining, oqim tarkibining, qizdirish quvvatining o'zgarishidan va o'zgartirgichlarga nisbatan yuqori issiqlik inersiyasiga ega bo'lganligidan hosil qilinishi mumkin.

Yuqoridagi ko'rsatilgan xatoliklarga qaramay, issiqlik usuli asosidagi asboblarda har xil gaz va suyuqliklardagi sarfini, sathni, haroratni, bosimni va boshqa texnologik parametrlarni o'lchashda keng qo'llanilsa bo'ladi. Bu usul asosidagi asboblarda asosan konstruksiyasi sodda, chidamli, juda sezgir va qiyin sharoitlarda ham ishlatilishi bilan boshqa asboblardan ajralib turadi.

Hozirgi vaqtda sanoatning turli sohalarida qo'llanilayotgan issiqlik o'lchov asboblarining aksariyati raqamli o'lchov

asboblari. Bu turdagi asboblarning natijasini bema'lol EHMLar yordamida nazorat qilib tursa bo'ladi.

4.2. TURLI XIL BOSIMLI QUVURLARDAGI SUV SARFINI TERMOANEMOMETRIK SARF O'LCHAGICHLAR YORDAMIDA NAZORAT QILISH VA UNING ASOSIY XARAKTERISTIKALARI

Issiqlik o'zgartirgichlari asosidagi turli xil qurilmalarni tadqiq etish, ishlab chiqish va ulardan foydalanish bo'yicha olingan natijalar tahlili ushbu o'zgartirgichlarni turli sohalaridagi o'lchov asboblari konstruksiyalash vaqtida ishlatishning afzalliklari haqida ijobiy xulosa chiqarishga imkon beradi. Issiqlik o'zgartirgichlarini yaratish bo'icha ishlarning keng rivoj topganining isboti sifatida ushbu yo'nalishdagi ko'p sonli tadqiqot va kashfiyotlarni ko'rsatish mumkin.

Sarfni o'lchash asboblari gidromeliyativ va sug'orish tizimlarida keng ko'lamda qo'llaniladi. Olingan natijalar asosida bu sohadagi ishlarning ishlarning quyidagi yo'nalishlarini taxmin qilish mumkin:

- issiqlik sarf o'lchagichlari metrologik xarakteristikalarining optimalligi;

- nisbatan kichik va juda katta suyuqlik sarflarini o'lchash uchun issiqlik sarf o'lchagichlarini yaratish qulayligi.

Turli gidrotexnik obyektlarda (nasos stansiyalarda, vertikal joylashgan quduqlarda), quvurlardagi suvning sarfini nazorat qilish va uni boshqarish kerak. Bunda faqat suvning tezligi va sarfini emas, balki qator hollarda oqim yo'nalishi va uning mavjudligini ham nazorat qilish lozim. Ushbu masalalarga konstruktiv jihatdan yarim o'tkazgichli termosezgir elementiga ega sterjenli issiqlik o'tkazgich ko'rinishida tayyorlangan termooanemometrik tipdagi issiqlik o'tkazgichlari yordamida echim topish mumkin. Sterjenli tipdagi issiqlik o'zgartirgichlari konstruksiyalarining asosiy variantlari 4.1-rasmda keltirilgan. Bu yerda 1-quvurning tashqi tomonida joylashtirilgan qizdirgichli issiqlik o'tkazgich; 2-o'lchanayotgan muhitning oqimida joylashtirilgan qizdirgichli issiqlik o'tkazgich; 3-qizdirgichga ega bo'lmagan issiqlik o'tkazgich. Sterjenli issiqlik o'zgartirgichlarining hamma variantlarida issiqlik o'tkazgichning turli uchastkalarida sezgirligini oshirish, diapazonni kengaytirish va boshqalar yo'lida qo'yilgan

maqsadlarga qarab, turli o'lchov sxemalariga ega bo'lgan, turli xil termosezgir elementlar (markazlashgan yoki taqsimlangan) joylashtirilishi mumkin.

Ko'rilayotgan issiqlik o'zgartirgichlarining 4 ta varianti ichida 4.1-rasm (c) da ko'rsatilgan konstruksiyasi eng samarali hisoblanadi. Unda isitgich oqimda joylashgan va quvur devoridan uchinchi uchastka yordamida uzoqlashtirilgan. Shuning uchun isitgichning hamma issiqlik quvvati muhit bilan issiqlik almashinuvida qatnashadi, undan tashqari kerak bo'lmagan issiqlik yo'qolishlari mavjud emas. Bu esa o'lchashning yuqori aniqligini ta'minlaydi. Quyida 4.1, c-rasmda keltirilgan variant asosida ishlab chiqilgan suv sarf o'lchagichining konstruksiyasi va o'lchov sxemasi keltirilgan.

Issiqlik o'zgartirgichining yanada murakkab fizik modelini ko'rib chiqamiz (4.1, a-rasm). Ushbu model matematik jihatdan issiqlik to'rtqutblilikning tenglamalari yordamida yozilishi mumkin:

$$\left| \frac{\theta_1(x, p)}{\Phi_1(x, p)} + \frac{\theta_q(x, p)}{r(p)} \{1 - ch[\gamma(p)x]\} \right| = \left| \frac{A(x, p)B(x, p)}{C(x, p)D(x, p)} \right| \cdot \left| \frac{Q(o, p)}{\Phi(x, p)} \right| \quad (4.1)$$

bu yerda $\theta_1(x, r)$, $\theta(o, r)$, $F(x, r)$, $F_1(o, r)$ – o'zgartirgichning issiqlik o'tkazgichidagi harorat va issiqlik oqimlari kirish va chiqish qiymatlarining Laplas bo'yicha mos keluvchi ko'rinishlari;

x – koordinata; r – operator; $r = \frac{1}{\lambda F}$ va $g = \alpha \cdot \pi \cdot D$ - issiqlik

o'tkazgichning birlamchi uzunligiga bo'lingan issiqlik qarshiligi va issiqlik o'tkazuvchanligi; λ , F – issiqlik o'tkazgichning issiqlik o'tkazuvchanligi va kesimi; α - issiqlik uzatish koeffitsienti; $\pi = 3,14$; D – issiqlik o'tkazgich diametri.

(4.1) tenglamadan o'zgartirgichning issiqlik o'tkazgichi bo'ylab haroratning taqsimlanishini olamiz:

$$\theta_1(x, p) = \theta_1(o, p)ch[\gamma_1(p)x] - Z(p)\phi_1(o, p)ch[\gamma_1(p)x] + \frac{q}{p(c_1 p + g_1)} \{1 - ch[\gamma_1(p)x]\} \quad (4.2)$$

$x = 0$ bo'lganda $F_1(0, r) = 0$ (issiqlik izolyatsiyalangan qism) ekanligini hisobga olib, (4.2) ni quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\theta_1(x, p) = \left[\theta_1(0, p) - \frac{q}{p(c_1 p + g_1)} \right] \text{ch}[\gamma_1(p)x] + \frac{q}{p(c_1 p + g_1)} \quad (4.3)$$

$l_1 \leq x \leq l_1 + l_2$ uchastkasi uchun quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\theta_2(x, p) = [\theta_2(l_1, p) \text{ch}[\gamma_1(p)x] - Z_2(p) \theta_2(l_1, p) \text{ch}[\gamma_2(p)x]] + \frac{q}{p(c_2 p + g_2)} \{1 - \text{ch}[\gamma_2(p)x]\} \quad (4.4)$$

$x = l_1$ bo'lganda faqat $\theta_1(l, p) = \theta_2(l, p)$ lar emas, balki ularning hosilalari bo'lmish

$$\left. \frac{d\theta_1(x, p)}{dx} \right|_{x=l_1} = \left. \frac{d\theta_2(x, p)}{dx} \right|_{x=l_1}$$

lar ham o'zaro tengdir. Bularni hisobga olib:

$$\begin{aligned} \theta_2(l_1, p) = & \frac{\gamma_1(p)}{\gamma_2(p)} \left[\frac{q}{p(c_1 p + g_1)} - \theta_1(0, p) \right] e^{-\gamma_2(p)(x-l_1)} \text{sh}[\gamma_1(p)l_1] + \\ & + \frac{q}{p(c_2 p + g_2)} \{1 - \text{ch}[\gamma_2(p)x] + \text{sh}[\gamma_2(p)l_1]\} \end{aligned} \quad (4.5)$$

va quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\theta_1(0, p) = \frac{q}{p(c_1 p + g_1)} - \frac{\frac{q}{p(c_2 p + g_2)} \{1 - \text{ch}[\gamma_2(p)l_1] + \text{sh}[\gamma_2(p)l_1]\}}{\text{ch}[\gamma_1(p)l_1] + \frac{\gamma_1(p)}{\gamma_2(p)} \text{sh}[\gamma_1(p)l_1]} \quad (4.6)$$

(4.6) formulaga asoslanib issiqlik o'zgartirgichining statik va dinamik xarakteristikalarini aniqlash mumkin. Shunga mos ravishda 4.1, c-rasmda keltirilgan sterjenli issiqlik o'zgartirgichning matematik modelini olish mumkin.

4.2-rasmda quvurning bir uchastkasidan tashkil topgan issiqlik sarf o'lhagichining konstruksiyasi keltirilgan. Quvur diametri asosiy quvur o'tkazgichning diametriga teng. Asosiy quvur o'tkazgichda 100-120 mm masofa oralig'ida germetik ravishda 7,8 bobishkalar va 9,10 gaykalar yordamida tiqinli qilib ikki issiqlik o'zgartgichi o'rnatilgan, undan tashqari ular 2 yoki 3 issiqlik o'tkazgichlari va yarim o'tkazgichli termoqarshiliklar 4 va 5 dan tashkil topgan. Bu termoqarshiliklarning asosiysi 5 isituvchi chulg'am 6 bilan ta'minlangan. O'lchash va isitish zanjirlarini chiqarish uchun shtepselli yig'ich 11, 12 lardan foydalanilgan. Sarf o'lhagich quvuri 1 ning uchastkasini ishchi quvur o'tkazgichi bilan birlashtirish uchun 13, 14 flaneslaridan foydalanilgan. Ular quvur 1 ning uchastkasiga payvandlanadi.

Bir vaqtning o'zida 2 va 3 quvurlar 4 va 5 qarshiliklarining termometrlari uchun himoyalovchi korpus sifatida xizmat qiladi.

Qarshiliklar R_1 va R_2 ko'rinishida ko'priqli o'lchov sxemalari yelkalariga ulangan (4.3-rasm), boshqa ikki elka R_3 va R_4 lar esa o'zgarmas (doimiy) qarshiliklardir. R_5 qarshilik R_2 qarshiligining kompensatsion termometriga parallel ravishda ulangan bo'lib, o'lchov sxemasidagi harorat kompensatsiyasi zanjirini korreksiyalash uchun xizmat qiladi.

O'zgaruvchi qarshilik R_6 mikroampermetr 7 yoki sonli voltmetr 8 ga uzatiluvchi o'lchov sxemasining chiqish kuchlanishini korreksiyalash uchun ishlatiladi.

Isitish elementi 9 ning isish kattaligini aniq bilish uchun o'zgaruvchi qarshilik 10 dan foydalaniladi.

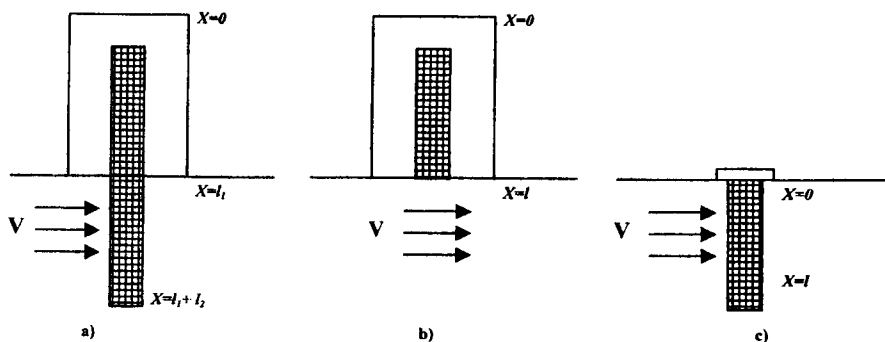
Ko'priqli o'lchov sxemasi va isituvchi chulg'am 9 ning isish zanjirlari iste'moli ajratuvchi transformator 11, tekislagich 12, filtrlovchi sig'im 13 larga ega bo'lgan iste'mol bloki yordamida amalga oshiriladi.

Isituvchi chulg'am 6 ning tokni stabillashtirish sxemasi kuchli tranzistor T_1 , minus va T_2 tranzistor kollektori orasiga ulangan qarshilik R_7 , stabiltron 14 va doimiy qarshilik R_8 dan tashkil topgan. Ko'priqli o'lchov sxemasi iste'moli kuchlanishini stabillashtirish sxemasi ham xuddi shunday tuzilgan bo'lib, u tranzistor T_2 , qarshiliklar R_9 , R_{10} va stabiltron 15 dan tashkil topgan.

Issiqlik sarf o'lhagichining texnik xarakteristikasi:

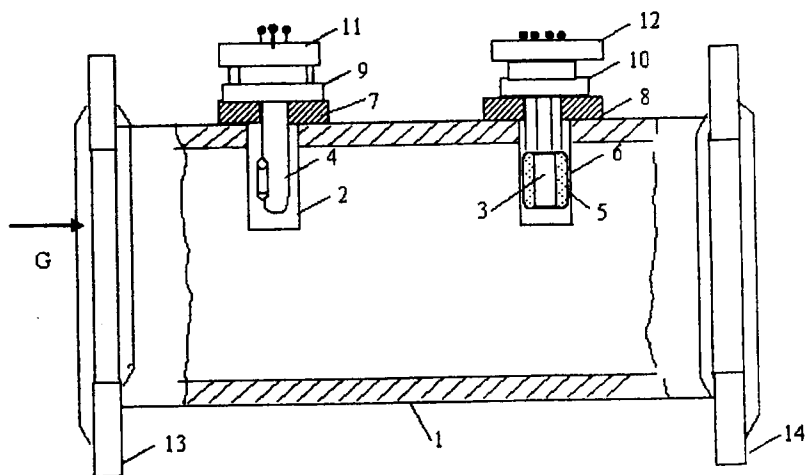
- o'lanayotgan muhit - suv;
- o'lchovlar, tezlik diapazoni – 0-3 m/s;
- quvurlar diametri 300 mm gacha bo'lganda sarflar diapazoni – 0-1 m³/s;
- o'rnatilgan xatolik – 1,5%;
- iste'moldagi quvvat – 10-15 Vt;
- iste'mol kuchlanishi – 220 V;
- o'lanayotgan muhit harorati - $20 \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- yuklanish kuchlanishi 2 kOm bo'lganda standart chiqish signali – 0-5 mA;
- birlamchi o'zgartirichning quvursiz bo'lgan og'irligi – 0,6-0,8 kg;
- o'lchov blokining og'irligi – 4 kg.

Issiqlik sarf o'lhagichning konstruksiyasi asosida ikki tomonlama ishlaydigan issiqlik sarf o'zgartirgichlarini ishlab chiqish mumkin. Bunday o'zgartirgichlarda ikki identifik sterjenli issiqlik tezlik o'zgartirgichlari orasiga, oqim yo'nalishiga bog'liq holda, ushbu o'zgartirgichlarning issiqlik almashuvi sharoitini o'zgartirib beruvchi qurilma, masalan aylanuvchi ekran, harakatlanuvchi sharcha va boshqalar o'rnatiladi.

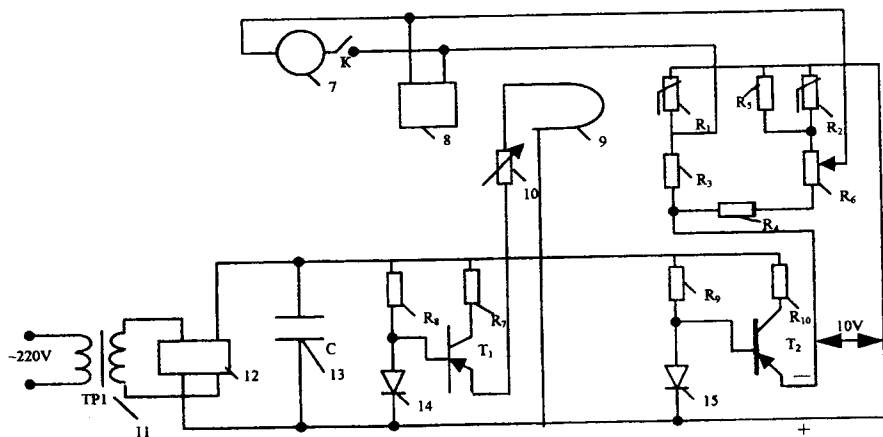


4.1-rasm. Sterjenli issiqlik o'zgartirgichlarining asosiy xillari:

- a) isuvchi uchastkaning oqimda va oqimdan tashqarida joylashtirilgan xili; b) isuvchi uchastkaning oqimdan tashqarida joylashgan xili; c) isuvchi uchastkaning oqimda joylashgan xili.



4.2-rasm. Birlamchi issiqlik sarf o'zgartirgichi konstruksiyasi



4.3-rasm. Issiqlik sarf o'lchagichining o'lchov sxemasi

4.3. OCHIQ KANALLARDAGI SUV SATHINI ISSIQLIK SATH O'LCHASH ASBOBLARI YORDAMIDA NAZORAT QILISH VA UNING AFZALLIKLARI

Gidrologik tekshiruvlarning eng ko'p tarqalgan turi – suv sathini o'lchashdir. Daryo chuqurligi va kengligi, suv kesimining maydoni, egrilik, suv oqimi tezligi uning balandligiga bog'liqdir. Kundalik o'lchash ishlari haqidagi ma'lumotlar, uning kundalik oqimini aniqlashga imkon beradi, chunki ko'p hollarda suv miqdori va uning sathi orasida bir turli bog'liqlik – gidrotexnik inshootlar xilini to'g'ri tanlash hollari mavjud bo'ladi.

Suv sathi o'zgartirgichlari orasida amalda yetarlicha tadqiq qilinmagan va unchalik tarqalmagan turi bir qator ijobiy sifatlarga (sezgirlik, konstruksiyasining soddaligi va boshqalar) ega bo'lgan va konstruktiv tomondan mos ravishda ishlab chiqilgan, amalda o'ta samarali qo'llanilishi mumkin bo'lgan issiqlik o'zgartirgichlari hisoblanadi.

Sath o'zgartirgichi konstruksiyasi 4.4-rasmda keltirilgan. Ushbu konstruksiyada qarshilik R_1 ga ega sim diametri, qarshilik R_2 ga ega sim diametri bilan teng bo'lib, asosiy termosezgir element vazifasini bajaradi. R_2 simi esa kompensatsion termosezgir element hisoblanadi. R_1 va R_2 qarshiliklariga ega simlar po'latdan tayyorlanib, plastina yoki silindr shakliga ega bo'lgan dielektrik karkas 2 ga o'raladi. Doimiy rezistorlar R_3 va R_4 li qarshiliklar R_1 va R_2 (4.4-rasm) chiqish joyida normallovchi kuchaytirgich (NU) va axborotni ko'rsatuvchi qurilma o'rnatilgan ko'priqli o'lchov sxemasining aralash yelkasiga ulangan.

Issiqlik sath o'zgartirgichining uzunligi $X=N$ sath joylashuvi diapazoniga teng bo'lgan termosezgir sim uchun olingan statik xarakteristikasi natijasini ko'rib chiqamiz.

Termosezgir elementning to'liq qarshiligi, masalan R_1 quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$R_1 = r_g(H - h) + r_s h = r_s h + (r_s - r_g)h, \quad (4.7)$$

bu yerda r_g , r_s – gaz yoki suyuq muhit ichidagi termosezgir o'zgartirgich qarshiligining birlamchi uzunligiga to'g'ri keluvchi solishtirma qiymatlar; h - sathning vaqt bo'yicha qiymati.

Sath $h=0$ bo'lganda:

$$R_1 = r_g N . \quad (4.8)$$

Sath h o'zgarganda, R_1 qarshilik o'zgarishi quyidagiga teng:

$$\Delta R_1 = R_1 - r_g (H - h) = (r_s - r_g)h \quad (4.9)$$

R_1 qarshilikning nisbiy o'zgarishi quyidagichadir:

$$\varepsilon = \frac{\Delta R}{r_g H} = \left(\frac{r_s}{r_g} - 1 \right) \frac{h}{H} , \quad (4.10)$$

Bunda r_g va r_s qiymatlari quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$r_g = \frac{1}{H} R_0 [1 + \alpha_\theta (\theta_g - \theta_0)] , \quad (4.11)$$

$$r_s = \frac{1}{H} R_0 [1 + \alpha_\theta (\theta_s - \theta_0)] \quad (4.12)$$

bu yerda R_0 - boshlang'ich haroratda, masalan $\theta_0 = 20^\circ\text{C}$ bo'lganda simning qarshiligi; α_θ - sim materiali qarshiligining harorat koeffitsienti; θ_g, θ_s - simning gaz va suyuq muhitlardagi mos keluvchi haroratlari.

(4.11) va (4.12) ni hisobga olsak:

$$\varepsilon = \left[\frac{1 + \alpha_\theta (\theta_s - \theta_0)}{1 + \alpha_\theta (\theta_g - \theta_0)} - 1 \right] \frac{h}{H} \quad (4.13)$$

Ish rejimi statsionar bo'lganda, to'lig'icha suyuqlikda bo'lgan $h=H$ issiqlik o'zgartirgichi uchun termosezgir o'zgartirgich R ning issiqlik balansi tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$I^2 R_0 [1 + \alpha_\theta (\theta_s - \theta_0)] = \alpha_s \pi d (\theta_s - \theta_0) H \quad (4.14)$$

bu yerda I - simning qizishida elektr toki; d - sim diametri; α_s - suyuqlikka issiqlik uzatilish koeffitsienti.

$$\frac{I^2 R_0}{H} = q \quad \text{va} \quad \alpha_s \pi d = g_s \quad \text{deb belgilab (4.14) ifodadan}$$

simning suyuqlikdagi haroratini olamiz:

$$\theta_s - \theta_0 = \frac{q}{g_s - q\alpha_\theta} \quad (4.15)$$

bu yerda q - solishtirma issiqlik oqimi.

Xuddi shu tartibda simning gaz muhitidagi harorati aniqlanadi:

$$\theta_g - \theta_0 = \frac{q}{g_g - q\alpha_\theta} \quad (4.16)$$

(4.15) va (4.16) ni hisobga olib, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\varepsilon = \left[\frac{1 + \frac{q\alpha_\theta}{g_s - q\alpha_\theta}}{1 + \frac{q\alpha_\theta}{g_g - q\alpha_\theta}} - 1 \right] \frac{h}{H} \quad (4.17)$$

bu yerda ε - R_1 yelka qarshiligining nisbiy o'zgarishi; H - sath o'zgarishining to'liq diapazoni; h - o'sha vaqtdagi sath; g_g, g_s - simning gaz va suyuq muhitiga issiqlik uzatilishining mos keluvchi koeffitsientlari.

Ko'priqli o'lchash sxemasining chiqish kuchlanishini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

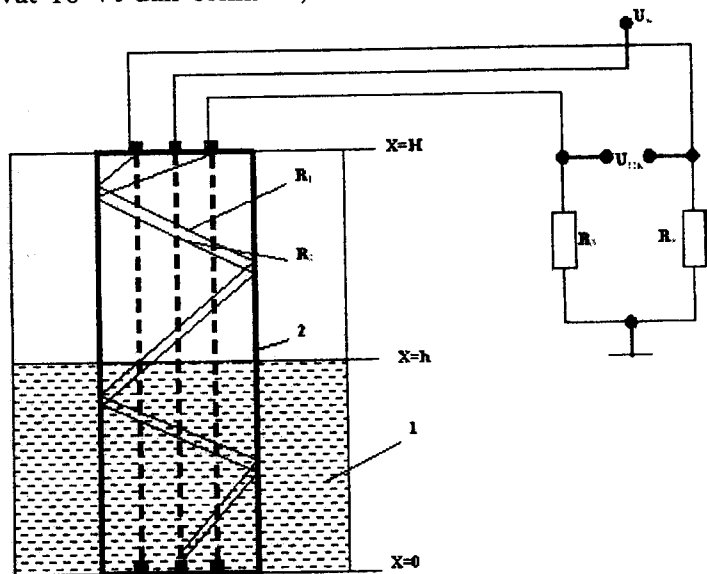
$$U_{chiq} = U_M \frac{K}{(K+1)^2} \varepsilon \quad (4.18)$$

bu yerda $K = \frac{R_3}{R_4}$ - ko'prikning simmetriya koeffitsienti; U_M -

ko'priqli sxemaning iste'mol kuchlanishi.

(4.17) va (4.18) larning tahlili shuni ko'rsatadiki, ε ning qiymatlari kichik bo'lganda, statik xarakteristika chiziqli ko'rinishga ega bo'ladi (4.5-rasm).

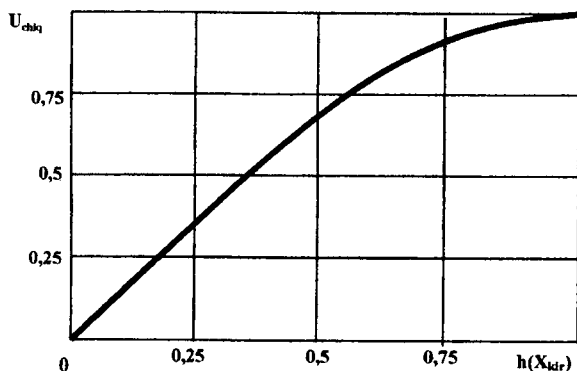
Suv sathi issiqlik o'zgartirgichining ishlab chiqilgan konstruksiyasi vertikal quduqlardagi suv sathini nazorat qilishda va nasos stansiyalarining avankameralarida suv sathini o'lchashda va boshqarish ishlarida amaliy jihatdan tatbiq etildi va olingan natijalar ijobiy deb topildi. Bunda o'lchovlar diapazoni 6 m gacha, xatolik yuqori chegaradan 0,5% dan ortiq bo'lmagan, iste'moldagi quvvat 10 Vt dan oshmadi, suv harorati esa 5-25°C ni tashkil etdi.



4.4-rasm. Issiqlik sath o'zgartirgichi konstruksiya sxemasi

Issiqlik sarf o'zgartirgichlarining statik xarakteristikasi 4.5-rasmda ko'rsatilgan.

Issiqlik o'zgartirgichlari bazasidagi sath o'lchagichlar yetarlicha tatbiq etilmagan va ishlab chiqilmagan, shunday bo'lsa-da, bizning fikrimizcha, ko'pgina gidroenergetik obyektlardagi ishlatilayotgan bu usul asosidagi o'lchov asboblari ko'p hollarda



4.5-rasm. Issiqlik sarf o'zgartirgichining statik xarakteristikasi

foydalanish natijalarining samarali ekanligi, o'z isbotini topgan. Ushbu o'zgartirgichlar qator imkoniyatlarga egadirlar.

4.4. GIDROENERGETIK OBYEKTLAR BINOLARIDA HAVO IFLOSLANISHINI NAZORAT QILUVCHI ASOSIY TIZIM

Gidroenergetik obyektlardagi texnika va tabiat o'rtasidagi munosabat ekologiyasini o'rganish va tahlil qilish dolzarb muammo hisoblanadi. Gidroenergetik obyektlar xonalarining asosiy parametrlaridan biri – havo tozaligidir. Turli gidrotexnik obyektlar: gidroelektrostansiya (GES), nasos stansiyalar (NS) va gidroakkumulyatsion elektr stansiyalar (GAES) xonalari havosining tozaligini doimiy ravishda nazorat qilish zarur. Ushbu masalaga issiqlik o'zgartirgichlari yordamida yechim topish mumkin.

Gidroenergetik obyektlar xonalari havosining tozaligini tekshirish uchun namuna qator talablarga javob bergan holda olinadi, ya'ni namuna real ko'rinishda bo'lishi kerak, namuna tanlash tizimdagi havoning turli sarf ko'rsatkichlarida amalga oshiriladi, namuna tanlash aniqligi 5% dan kam (o'rnatilgan xatolik 5% dan ko'p) bo'lmasligi hamda namunani qayta ishlash qurilmasini ishlab chiqish texnik shartlarida asoslangan bo'lishi kerak.

Tanlangan namunaning juda toza bo'lishiga erishish maqsadida qurilma to'rt kanalli qilib tayyorlangan, ya'ni namuna to'rt kanallardan birida bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda tanlanishi mumkin.

Issiqlik o'lchov o'zgartirgichi konstruksiyasi 4.6-rasmda keltirilgan. Ushbu konstruksiya nominal qarshiligi $R_i = 15 \text{ k}\Omega$ bo'lgan MMT-6 tipidagi ikki termistor bir-biridan 65 mm oraliqdagi masofada ketma-ket mahkamlangan, diametri 6 mm bo'lgan shisha trubka kesimidan tashkil topgan. Bunda oqim bo'ylab birinchi termorezistor kompensatsiondir, ikkinchisi esa diametri $d = 0,09 \text{ mm}$ bo'lgan manganin simidan tayyorlangan qizdirish chulg'ami bilan ta'minlangan. Asosiy va kompensatsion termorezistorlar va isitgich tomonlari $d = 0,1 \text{ mm}$ bo'lgan, izolyatsiyalangan mis sim orqali chiqarilgan, shisha trubkadan chiqarilgan joylari ED-6 tipidagi epoksid smola bilan mahkamlangan, bu esa o'lchov elementlarini trubkada mustahkam mahkamlash va germetiklikni yaratish imkonini beradi. O'zgartirgich trubkasi 4.6-rasmda ko'rsatilganidek, plastmass silindrik korpusga o'rnatilgan. Havo sarfi o'lchov o'zgartirgichi elementlari korpusning yon devorida mahkamlangan shtepselli yig'ichlar orqali ulanadi.

Boshlang'ich havo sarfi o'zgartirgichining prinsipial sxemasi to'rtta ko'priksimon sxemalardan tashkil topgan, ular iste'mol diagonallari kuchlanish stabilizatoriga ega bo'lgan to'g'rilagichga ulangan.

Qizdirish chulg'amlari stabillashtirilgan iste'mol manbalaridan ta'minlanadi. Isitgich bilan ketma-ket qizdirish chulg'amidagi tokni tartibga solish (sezgirlikni boshqarish) uchun xizmat qiluvchi Rp-SP5-2-100 rezistorlari ulangan.

Iste'mol 220 V tarmog'idan pasaytiruvchi transformator orqali amalga oshiriladi.

Montaj, sozlash va ta'mirlash ishlarini osonlashtirish maqsadida konstruksiyaning alohida uzellarida elektr birlashmalar o'lchamlari kichik bo'lgan shtepselli yig'ichlar orqali amalga oshiriladi.

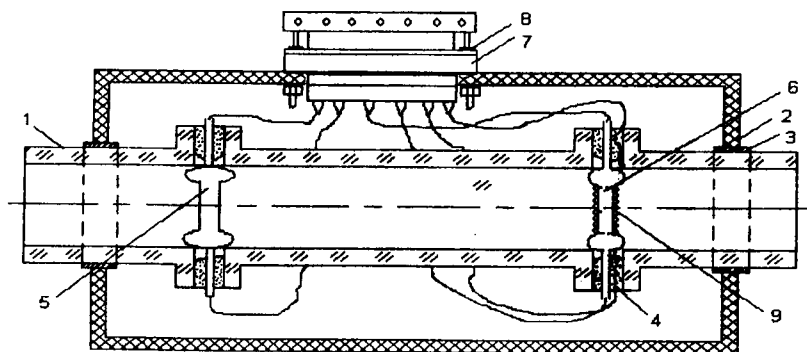
Tanlangan namunalar sarfini o'zgartirish xatoligini va o'zgartirishning nominal statik xarakteristikasi mos kelishligini baholash uchun havo sarfi issiqlik o'zgartirgichlariga ega bo'lgan

to'rt kanalli namunani qayta ishlash qurilmasining 4 komplekti tayyorlangan va ishlab chiqarish sharoitlariga yaqin bo'lgan $0,25 \div 4,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ oraliqdagi sarf diapazonida eksperimental tadqiqot olib borilgan edi.

Biz namunaviy sarf o'lchagich sifatida standart gaz sarfi o'lchagichidan foydalandik. Ushbu o'lchagich $1,0 \text{ m}^3/\text{min}$ va undan yuqori diapazonda gaz sarfi o'lchash xatoligi 0,5% bo'lishini ta'minlaydi (hajmiy yo'l bilan). $0,1 \text{ dm}^3/\text{min}$ dan $1,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ gacha bo'lgan diapazonda issiqlik o'zgartirgichlari ko'rsatkichlari pufakchali-plyonka tipidagi, xatoligi sarfning $\pm 1\%$ dan oshmaydigan sarf-o'lchagich bilan solishtirilgan.

Sarf o'lchagich shkalasi 2 diapazon - $D_1=0,25 \div 1,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ va $D_2=1,0 \div 4,0 \text{ dm}^3/\text{min}$ ga ajaratilgan, bu esa xarakteristikaning chiziqliligini oshirdi.

Shkalaning diapazonlarga bo'linishining texnik ta'minlanishi qo'shimcha qarshiliklarning qizdirish zanjiriga ularishiga borib taqaladi.



4.6-rasm. Kichik sarflarni o'lchaydigan issiqlik o'zgartirgichi konstruksiyasi:

1-trubka; 2-korpus; 3-taglik; 4-epoksid smola; 5-kompensatsion termistor; 6-asosiy termistor; 7-tiqin; 8-shtepselli yig'gich; 9-isitish elementi.

Issiqlik o'zgartirgichlarining muhim afzalligi shundan iboratki, ular gazning hajmiy sarfini uning holat parametrlarini (bosim, zichlik, harorat va boshqalar) o'lchamagan holda,

o'lchashni ta'minlaydi. Issiqlik o'zgartirgichlari yaxshi xarakteristikalariga ega, ular jarayonlarning yuqori xavfsizligi, optimal ishlab chiqarish va yuqori ishonchlikka erishishga yordam beradi.

4.1-jadval

Asbobning texnik xarakteristikalar

T/r	Nomi	O'lchov birligi	Ko'rsatkichlari
1.	Sarf o'lchash chegaralari	dm^3/min	$0,25 \div 4,0$
2.	O'zgartirgichning yuqori chegarasiga olib kelingan xatolik	%	$\pm 2,5$
3.	O'zgartirgich trubkasining chiqish kesimi diametri	mm	6,0
4.	O'lchov o'zgartirgichlarining gabarit o'lchamlari: uzunligi: balandligi: kengligi:	mm mm mm	150 50 50
5.	Tarmoqdan iste'moli	V, Gs	220, 50
6.	O'zgartirgich og'irligi	kg	0,2
7.	Isitish elementi qarshiligi	Om	10
8.	Ikkilamchi asbob shkalasi	mA	$0 \div 100$
9.	O'zgartirilayotgan signalning chiqishga kelib tushish momentidan boshlab hisoblangan, ko'rsatkichlarni o'rnatish vaqti	s	$5 \div 10$
10.	a) atrof-muhit harorati b) nisbiy namlik d) atmosfera bosimi	$^{\circ}C$ % mm.sm.ust.	$+15 \div +35$ 80 gacha $680 \div 785$
11.	Asbob elektr zanjirining harorat $25 \pm 10^{\circ}C$ va nisbiy namlik $80 \pm 3\%$ bo'lganda korpusga nisbatan qarshiligi	mOm	5

NAZORAT SAVOLLARI

1. Issiqlik usuli asosidagi o'zgartirgichlar qanday tartibda ishlaydi?
2. Termoanemometrik sarf o'zgartirgichlar yordamida quvurlardagi suv sarfi qanday o'lchanadi?
3. Termoanemometrik sarf o'lchagichning texnik xarakteristikalarini aytib bering.
4. Issiqlik sarf o'zgartirgichining statik va dinamik xarakteristikalari qanday formulalar bilan aniqlanadi?
5. Ochiq kanallardagi suv sathi nima maqsadlar uchun nazorat qilinadi?
6. Issiqlik sath o'lchagichlari yordamida ochiq kanallardagi suv sathi qanday tartibda nazorat qilinadi?
7. Issiqlik sath o'lchagichining statik xarakteristikasi qanday aniqlanadi?
8. Issiqlik sath o'lchagichining konstruksiyasi qanday tuzilgan?
9. Issiqlik sath o'lchagichlarining afzalliklari nimalardan iborat?
10. Issiqlik sath o'lchagichlarining texnik xarakteristikalarini aytib bering.
11. Gidroenergetik obyektlar binolarida havo ifloslanishi qanday usullar yordamida nazorat qilinadi?
12. Gidroenergetik obyektlar binolarida havo ifloslanishini issiqlik o'lchov o'zgartirgichlari yordamida qanday tartibda nazorat qilinadi?
13. Havo tozaligini nazorat qiluvchi, yaratilgan sarf o'lchagichning texnik xarakteristikalarini aytib bering.
14. Sarf o'lchagichning o'lchash diapazoni qanday?
15. Issiqlik sarf o'zgartirgichining afzalliklari nimalardan iborat?

XULOSA

Ushbu o'quv qo'llanma 5520300-«Gidroenergetika» yo'nalishi o'quv rejasidagi «Gidroenergetik izlanishlar» fani bo'yicha ishlab chiqilgan dastur asosida yozilgan bo'lib, unda gidroenergetik obyektlardagi asosiy parametrlarni (suv chuqurligi, sathi, harorati, bosimi, sarfi va boshqalarni) o'lchash usullari va asboblari to'g'risida to'liq ma'lumotlar keltirilgan.

Asosiy parametrlarni o'lchash asboblari va qurilmalari to'liq tahlil qilinib, ularning asosiy kamchiliklari hamda afzalliklari keltirilgan. Gidroenergetik qurilmalar texnologik jarayonlarini optimal boshqarish uchun tavsiyalar berilgan hamda mazkur obyektlarda yangi texnologiyalar va energiya tejovchi qurilmalardan foydalanishning istiqbollari to'g'risida fikr yuritilgan.

O'quv qo'llanmada muallif tomonidan yaratilgan issiqlik usuli asosida o'lchov asboblarning qo'llanilishi va ularning texnik tavsiflari, bundan tashqari yaratilgan o'lchov asboblarning gidroenergetik obyektlarda tatbiq etishning samaralari to'g'risida hamda ushbu asboblarning natijalarini EHMlar yordamida boshqarish haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Keyingi vaqtlarda raqamli asboblarning borgan sari kengroq qo'llana boshlandi, chunki ularning ko'rsatuvlari osongina qayd qilinadi, ularni EHMga kiritish qulay. Raqamli asboblarning tuzilishi o'lchashda analogli asboblarga qaraganda katta aniqlikka erishishga imkon beradi. Shu bilan birga raqamli asboblarning qo'llanganda o'qish xatoligi bo'lmaydi.

Gidroenergetik qurilmalar texnologik jarayonlarini avtomatlashtirish texnika taraqqiyotining asosiy yo'nalishlaridan biri bo'lib, ishlab chiqarish samaradorligini muttasil oshirish va energiya hamda suv sifatini yuqori darajaga ko'tarish uchun xizmat qiladigan asosiy omil hisoblanadi. Avtomatlashtirish borasidagi eng mas'uliyatli ishlar esa, shubhasiz, muhandis-texnik kadrlar zimmasiga tushadi.

O'quv qo'llanmada oxirgi paytlarda dunyo miqyosida olib borilayotgan gidroenergetik o'lchash ishlari to'g'risidagi yangiliklar ham berilgan.

ILOVALAR

1- ILOVA. Asosiy o'lchov birliklari

Kattaliklar	O'lchov birliklari		Belgilanishi	
	O'zbekcha nomi	Xalqaro nomi	O'zbekcha	Xalqaro
Uzunlik	metr	metre (meter)	m	m
Og'irlik	kilogramm	kilogram	kg	kg
Vaqt	sekund	secunda	s	s
Tok kuchi	amper	ampere	A	A
Termodinamik harorat T	kelvin	kelvin	K	K
Yorug'lik kuchlanishi	kandela	candela	kd	cd
Modda miqdori	mol	mole	mol	mol

2- ILOVA. Hosilaviy birliklar

Katta lik	O'lchov birliklari		Belgilanishi		Ifodalanishi
	O'zbekcha nomi	Xalqaro nomi	O'zbekcha	Xalqaro	
Tekis burchak	radian	radian	rad	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
Egri burchak	steradian	steradian	sr	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
Selsiy shka-lasi bo'yicha harorat	Selsiy gradusi	degree Celsius	°C	°C	K
Chastota	gers	hertz	Gs	Hz	s^{-1}
Kuch	nyuton	newton	N	N	$kg \cdot m/s^2$
Energiya	joul	joule	j	J	$N \cdot m = kg \cdot m^2/s^2$
Quvvat	vatt	watt	Vt	W	$j/s = kg \cdot m^2/s^3$
Bosim	paskal	pascal	Pa	Pa	$N/m^2 = kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-2}$

Yorug`lik oqimi	lyumen	lumen	lm	lm	kd·sr
Nurlanish darajasi	lyuks	lux	lk	lx	$\text{lm/m}^2 = \text{kd}\cdot\text{sr}\cdot\text{m}^{-2}$
Elektr zaryadi	kulon	coulomb	Kl	C	A·s
Potensiallar farqi	volt	volt	V	V	$\text{j/Kl} = \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-1}$
Qarshilik	om	ohm	Om	Ω	$\text{V/A} = \text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-3}\cdot\text{A}^{-2}$
Sig`im	farad	farad	F	F	$\text{Kl/V} = \text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^4\cdot\text{A}^2$
Magnit oqimi	veber	weber	Vb	Wb	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-1}$
Magnit induksiya	tesla	tesla	Tl	T	$\text{Vb/m}^2 = \text{kg}\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-1}$
Induktivlik	genri	henry	Gn	H	$\text{kg}\cdot\text{m}^2\cdot\text{s}^{-2}\cdot\text{A}^{-2}$
Elektr o`tkazuvchanlik	simens	siemens	Sm	S	$\text{Om}^{-1} = \text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^3\cdot\text{A}^2$
Radioaktivlik	bekkerel	becquerel	Bk	Bq	s^{-1}
Ionlashgan nurlanishning singdirilgan miqdori	grey	gray	Gr	Gy	$\text{j/kg} = \text{m}^2/\text{sc}^2$
Ionlashgan nurlanishning samarali miqdori	zivert	sievert	Zv	Sv	$\text{j/kg} = \text{m}^2/\text{s}^2$
Katalizator aktivligi	katal	katal	kat	kat	$\text{mol}\cdot\text{s}^{-1}$

3- ILOVA. Xalqaro birliklar tizimiga kiritilmagan o`lchov birliklari

O`lchov birliklari	Xalqaro nomi	Belgilanishi		Xalqaro birliklardagi kattalik
		O`zbekcha	Xalqaro	
Minut	minute	min	min	60 sekund
Soat	hour	soat	h	60 min = 3600 sekund
Sutka	day	sut	d	24 soat = 86 400 sekund
Gradus	degree	°	°	($\pi/180$) rad
Burchakli minut	minute	'	'	(1/60)° = ($\pi/10\ 800$)
Burchakli sekund	second	"	"	(1/60)' = ($\pi/648\ 000$)
Litr	litre (liter)	l	l, L	1 dm ³
Tonna	tonne	t	t	1000 kg
Neper	neper	Np	Np	
Bel	bel	B	B	
Elektronvolt	electronvolt	eV	eV	$\approx 1,60217733 \cdot 10^{-19}$ j
Og`irlikning atom birligi	unified atomic mass unit	o.a.b.	u	$\approx 1,6605402 \cdot 10^{-27}$ kg
Astronomik birlik	astronomical unit	a. b.	ua	$\approx 1,49597870691 \cdot 10^{11}$ m
Dengiz milyasi	nautical mile	milya	mile	1852 m (aniq)
Uzel	knot	uz	Kn	1 soatda 1 dengiz milyasi = (1852/3600) m/ s
Ar	are	a	a	10 ² m ²
Gektar	hectare	ga	ha	10 ⁴ m ²
Bar	bar	bar	bar	10 ⁵ Pa
Angstrom	ångström	Å	Å	10 ⁻¹⁰ m
Barn	barn	b	b	10 ⁻²⁸ m ²

ADABIYOTLAR

1. Азимов Р.К., Шоёкубов Ф.Р. Ўлчаш техникаси ёрдамчимиз. –Тошкент: Ўзбекистон, 1974.
2. Азимов Р.К. Измерительные преобразователи с тепловыми распределенными параметрами. - М.: Энергия, 1977.
3. Азимов Р.К. и др. Теплообменные измерительные преобразователи. –Тошкент: Фан, 1974.
4. Муҳамедов Б.Э. Метрология, технологик параметрларни ўлчаш усуллари ва асбоблари. –Тошкент: Ўқитувчи, 1991.
5. Юсупбеков Н.Р., Муҳамедов Б.Э., Фуломов Ш.М. Технологик жараёнларни бошқариш системалари. – Тошкент: Ўқитувчи, 1997.
6. Юсупбеков Н.Р., Муҳамедов Б.Э., Фуломов Ш.М. Автоматика ва ишлаб чиқариш процессларининг автоматлаштирилиши. –Тошкент: Ўқитувчи, 1982.
7. Латипов К.Ш. Гидравлика, гидромашиналар, гидроюртималар. –Тошкент: Ўқитувчи, 1992.
8. Ташматов Х.К., Мухаммадиев М.М. “Сув энергетика изланишлари” фанидан тажриба ишларини бажариш учун услубий қўлланма. –Тошкент: ТошДТУ, 2001.
9. Мухаммадиев М.М., Ташматов Х.К., Халматов В.А. Насос ва компрессор станциялари жиҳозлари ва уларни йиғиш: Ўқув қўлланма. –Тошкент: Чўлпон, 2007.
10. Ташматов Х.К., Мухаммадиев М.М. «Сув энергетика изланишлари» фанидан маърузалар матни. –Тошкент: ТошДТУ, 2001.
11. Мухаммадиев М.М., Ташматов Х.К. Гидроэнергетик объектлар экологияси: Ўқув қўлланма. –Тошкент: ТошДТУ, 2004.
12. Ганкин М.З. Комплексная автоматизация и АСУ ТП водохозяйственных систем. - М.: Агропромиздат, 1991.
13. Единицы величин: Словарь-справочник. — М.: Издательство стандартов, 1990.
14. ISBN 5-7050-0118-5
15. <http://www.uzbekistan.uz>

MUNDARIJA

	SO'Z BOSHI.....	3
I.	HOZIRGI ZAMON SUV XO'JALIGI VA SUV ENERGETIKASI MUAMMOLARINI TEKSHIRISH MASALALARI.....	5
1.1.	Suv xo'jaligi va suv energetikasi muammolari to'g'risida ma'lumotlar.....	5
1.2.	Gidroenergetik o'lchashlarning qisqacha tarixi.....	6
II.	GIDROMETRIYA.....	9
2.1.	Gidrometriya haqidagi asosiy ushunchalar.....	9
2.2.	Suv energetika izlanishlari klassifikatsiyasi.....	10
III.	GIDROENERGETIK OBYEKTlardagi ASOSIY PARAMETRLARNI NAZORAT QILISH USULLARI VA ASBOBLARI.....	12
3.1.	Suv chuqurligini o'lchash usullari.....	13
3.1.1.	Daryolar. Daryo o'zani ko'ndalang kesimini qurish va uning morfometrik xarakteristikalarini hisoblash.....	15
3.2.	Daryo suvi tezligining taqsimlanish xarakteri.....	19
3.2.1.	Suv tezligini o'lchashda qo'llaniladigan asboblari.....	22
3.3.	Gidroenergetik qurilmalarda haroratni nazorat qilish to'g'risida asosiy tushunchalar.....	27
3.3.1.	Suvning haroratini nazorat qilishda ishlatiladigan asboblari.....	28
3.4.	Suyuqliklar bosimini o'lchash haqidagi asosiy ma'lumotlar.....	33
3.4.1.	Suyuqliklar bosimini o'lchaydigan asboblari.....	34
3.5.	Suvning sarfi va miqdorini o'lchash to'g'risida asosiy ma'lumotlar.....	40
3.5.1.	«Tezlik - yuza» usulida suv sarfini o'lchash	41
3.5.2.	Gidroenergetik obyektlarda suv sarfini o'lchashda ishlatiladigan asboblari va qurilmalar.....	44
3.6.	Suv sathining balandligini o'lchash haqida asosiy tushunchalar.....	50

3.6.1.	Gidroenergetik obyektlarda suv sathini nazorat qiluvchi asboblari va ularning turlari.....	50
IV.	ISSIQLIK O'ZGARTIRGICHLARINING ISHLAB CHIQLILGAN KONSTRUKSIYALARI VA ULARNI AMALDA QO'LLASH.....	59
4.1.	Issiqlik o'zgartirgichlarining qisqacha tavsifi.....	59
4.2.	Turli xil bosimli quvurlardagi suv sarfini termooanemometrik sarf o'lhagichlar yordamida nazorat qilish va uning asosiy xarakteristikalar.....	61
4.3.	Ochiq kanallardagi suv sathini issiqlik sath o'lash asboblari yordamida nazorat qilish va uning afzalliklari.....	67
4.4.	Gidroenergetik obyektlar binolarida havo ifloslanishini nazorat qiluvchi asosiy tizim.....	71
	Xulosa.....	76
	Ilovalar.....	77
	Adabiyotlar	80

Muharrir: M.M.Botirbekova

Босишга рухсат этилди 26.09.2007 й. Бичими 60x84 1/16.
Шартли босма табоғи 5,25. Нусхаси 50 дона. Буюртма № 655.

ТДТУ босмахонасида чоп этилди. Тошкент ш,
Талабалар кўчаси 54. тел: 246-63-84.

