



S. RAZZOQOV

YOG'OCH VA PLASTMASSA KONSTRUKTSIYALARI

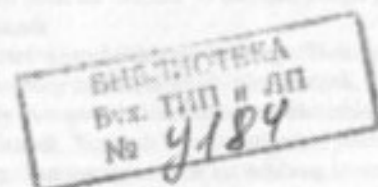


03
8-12
O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi

S.J. RAZZOQOV

YOG'UCH VA PLASTMASSA KONSTRUKSIYALARI

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan 5580200 — Binolar va inshootlar qurilishi va
5140900 — kasb ta'limi («Binolar va inshootlar qurilishi»)
ta'lim yo'nalishlari talabalari uchun o'quv qo'llanma sifatida
tavsiya etilgan



«Akademiya»

Toshkent 2005

Ta'rifchilar: S. Sayfiddinov, Toshkent Arxitektura-qurilish institutining dotsenti

M. Nasriddinov, Namangan Muhandislik-pedagogika institutining dotsenti

O'quv qo'llanma «Binolar va sanoat inshootlari qurilishi» ta'lim yo'nalishi o'quv dasturi asosida tayyorlandi. Qo'llanmada yog'och va plastmassa konstruksiyalari tarixi, qurilish materiali sifatida ishlatilishi, ularning bino va inshootlar uchun tayyorlanadigan turli xil konstruksiyalarning turlari, qo'llanishi, ishlash asoslari va usullari, misollar hamda ifodalor o'z aksini topgan.

Ushbu o'quv qo'llanma «Binolar va sanoat inshootlari qurilishi» yo'nalishida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan.



KIRISH

Yog'och va yengil keyingi yillarda qurilishda keng qo'llanayotgan plastmassa konstruksiyalari yengil qurilish konstruksiyalari bo'lib, ularni qo'llash qurilishdagi eng muhim yo'nalish, qurilish ishlab-chiqarishni tezlashtirish va samaradorligini oshirishga olib keldi.

Yog'och o'zi hamoydga keladigan, tayyor qurilish materiali hisoblanadi.

Yog'och - nisbatan yengil va mustahkam materialdir.

Quruq qarag'ay va qora qarag'ay yog'ochining zichligi 500 kg/m^3 ga teng. Ilo o'z navbatida yog'och konstruksiyalari oraliqini 100 metr gacha va undan katta qilib tiklash imkoniyatini beradi. Yog'och - yaxshigina ishqilik saqlovchi materialdir, bu esa devorlar va kam qavatli uylar toza yopmalari uchun juda muhimdir. Yog'och - qattiqligi kam material bo'lgani uchun unga yengil ishlov berish mumkin. Bu xususiyati yog'och konstruksiyalarini tayyorlashni osonlashtiradi.

Yog'och kuchli kimyoviy agresiv muhitga chidamli va shuning uchun yog'och konstruksiyalari kimyo sanoatida keng ko'lamda muvaffaqiyatli qo'llanib kelinmoqda (metall konstruksiyalar kimyoviy agresiv muhitda tez buziladi). Uzarba va tikuvlanuvchi yeklamalar ta'siriga chidamli va shuning uchun yog'och konstruksiyalari kuchli tebranishlar ta'sirida bo'lgan ko'priklarda ham yuqori mustahkamlikka ega.

Yog'och konstruksiyalari ishonchli, yengil va yetarli mustahkamlikka ega. Yaxlit-butun kesimli yog'och materiallari asosida turarjoy, umumiy va ishlab-chiqarish binolari quriladi. Yelimlangan yog'och konstruksiyalari asosida esa kichik va katta oraliqli toza yopmalar tiklanadi.

Yog'och atvga chidamli sintetik yelimlar bilan ishonchli yelimlanadi. Buning natijasida yirik ko'ndalang kesimli, katta uzunlikdagi, turli shaklda qilingan, sinqli hamda boshqa turlardagi yelimlangan yog'och konstruksiyalari tayyorlanadi. Yelimlangan yog'och konstruksiyalardan katta oraliqli konstruksiyalar ham tayyorlanadi.

Yog'ochdan suvga chidamli qurilish fineroni olinadi va ularning yengil yelimlangan finerli konstruksiyalar tayyorlanadi.

Shuningdek, yog'och konstruksiyalari kamchiliklarga ham ega. Noto'g'ri qo'llanilganda va ishlatilganda hamda uzoq vaqt namlik ta'sirida ular chiriydi. Lekin hozirgi zamon konstruktiv va kimyoviy hamoya usullari uzoq muddat ishlatilganda chirishdan saqlash imkoniyatini beradi. Yog'och konstruksiyalari yomruqchan hisoblanadi. Ammo hozirgi paytda qo'llanilayotgan yirik ko'ndalang kesimli yog'och konstruksiyalarining olovga bardoshlilik chegarasi ayrim metall konstruksiyalarinikidan yuqoriroqdir. Ular qo'llanilgan yonishga qarshi maxsus qoplamalar bilan ham himoya qilinadi.

Plastmassalardan jamost va ishlab chiqarish binolari uchun to'rtuvchi konstruksiyalar hosil qilish mumkin. Ular juda yengil va yorug'lik o'tkazadigan ham bo'lishi mumkin. Bu konstruksiyalar suvga chidamli va chirimaydi.

Yog'och va plastmassa konstruksiyalari tarixi

Yog'och konstruksiyalari. Ularni qo'llanish tarixi ko'p asrlarni o'z ichiga oladi. Ibtidoiy odamlar ham yog'ochdan tosh bo'tlalar yordamida kichik turarjoylar barpo qilganlar va ularni qo'ziqlar yordamida yerga mahkamlaganlar hamda to'siq, kichik ko'priklar qurganlar. Qadimgi Rimda quruvchilar yog'och uy,lar, chironlar hamda katta daryolarga ko'priklar qurganlar. Masalan, I asrda Sesar o'z legioni yordamida Reyn daryosiga yirik ko'priklar qurdirgan. Hovirigacha o'rta asrlarda Yaponiyada va Xitoydagi bambuk yog'ochdan qurilgan ko'priqlar chironlar saqlanib kelmog'da. O'rtas asrlarda Yevropada ham yog'och strepilli temir keng qo'llanilgan.

Tarixiy manbalaridan ma'lum bo'lishicha, eramizdan 10 ming yillar oldin tosh asrida ham turli yog'och konstruksiyalari qo'llanilgan. Bunga oddiy misol, ibtidoiy jamoa turumi davrida inson chiqirliklardan o'tish uchun yog'och to'siqlardan foydalangan, ya'ni o'sha davrda ko'priklar konstruksiyasini yaratgan.

XIX asrning 70-yillarida yangi Qit'eya mamlakatiga borib qolgan rus olimi N. N. Miklukho - Mikloy papuas qabilalarining uylarida oddiy yog'och konstruksiyalarini va tosh bo'tlarni ko'rgan. Papualar yog'och asriga ustun qo'yib ramalar hosil qilib uy qurgan. Bu usulni ular qadim zamonlardan qo'llab kelgan.

Qadimgi Rossiya va Shimoliy Amerikada yog'ochning elastik va plastik xususiyatlaridan juda to'g'ri foydalanilgan. Xususan, yog'och konstruksiyalari yordamida yerto'lalar qurilgan. Eramizdan uch ming yil oldin — Neolit va bronza davrlarida qoziq konstruksiyalari ishlatilgan. Yog'och uy,lar qurish uchun kerakli bo'lgan bo'tla, to'sha va boshqa temir qurilma, asosan, qalldorlik turumi davrida dunyoga kelgan. Bu davrda yog'och konstruksiyalar asosan o'sha davrda juda rivojlangan Italiya mamlakatining Rim shahrida tarug'iy eigan. Eramizdan oldingi II asrdan-yoq Rim shahridagi qurilishlarda yog'och ferma konstruksiyalar qo'llanilgan. Fossal turumi davrida esa yog'och hunarmandchilik san'ati nihoyatda rivojlangan.

XVI asrga kelib italyan arxitektori Palladio (1518 - 1580) sterjenlar sistemidan iborat yog'och konstruksiyalarining bir qator sxemalarini yaratgan.

O'rta asrlarda turarjoy binolari, saroylar, ko'pgina chironlar hamda qal'alar devorlari aksariyat ko'ndalang kesimli yog'ochlardan qurilgan.

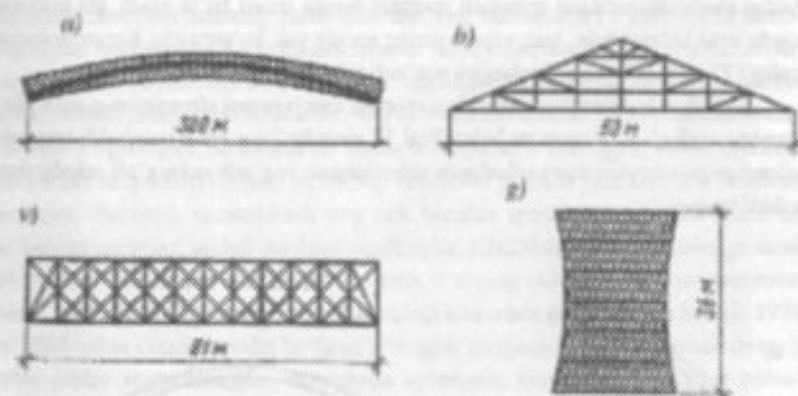
XVIII asr oxirlarida rus muhandisi I. P. Kulibin Peterburgda Neva daryosi orqali 300 metrli (1-a rasmi) yirik yog'och ko'priklarning ishlash loyihasini yaratgan. Ko'priklar ishlash konstruksiyali sistemaga ega bo'lgan va u egiluvchan arka hamda birer arksimon formalardan tashkil topgan. Ushbu ko'priklarning kichraytirilgan (1:10 mashtabidagi) modeli qurilib, sinab ko'rilgan. Sinov natijalari ko'priklar konstruksiyasining mustahkamligi yuqori ekanligini va ko'ndalang kesimlar to'g'ri tanlanganini isbotlab bergan. Mashtab ko'priklar loyihasi o'sha davrlarda yirik ko'priklar quri-

lishlarini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan jihoslarning yetarli bo'lmaganini sabbi tabiiy o'lchamda qurilmay qolgan.

XIX asr boshlarida Rossiyada Moskva manajini qurishda birinchi marta uchburchaksimon to'rtqirra yog'ochdan tayyorlangan 50 metr oraliqli fermalar qo'llanilgan (1b - rasmi). XIX asr o'rtalarida rus olimi D. I. Jarnovskiy Mita daryosi orqali oraliq 61 metr bo'lgan yangi yog'och ferma ko'priklar loyihasini yaratgan (1v - rasmi). Rus muhandisi V. I. Shurov esa XIX asr boshlarida birinchi marta yog'och fazoviy konstruksiyalarining loyihalarini ishlab chiqqan. Orsk shahrida u ishlab chiqqan loyiha asosida 36 m balandlikdagi sterjenlardan tashkil topgan to'rsimon konstruksiyali minora qurilgan (1g - rasmi).

XX asrning 30-yillarida po'lat va sementning tanqisligi tufayli yog'och konstruksiyalariga bo'lgan e'tibor ayniqsa sanoat qurilishida kuchaygan. Bu davrda taxta - mixli to'sin va ramalar, to'rtqirra va taxta - mixli segmentli fermalar, rus olimi V. S. Derevyagin taklif etgan yog'och plastinka tarkibli to'rtqirra to'sinlar qo'llanilgan.

XX asrning 50-yillarida birinchi marta velimlangan yog'och konstruksiyalari ishlab chiqarila boshlangan. Bu turdagi konstruksiyalar rivoji rus olimi G. G. Karlson hayoti va ijodi bilan uzviy bog'liqdir. Sintetik polimer emulalar asosida yuqori mas-



1-rasm. Rossiya da yaratilgan qadimgi mashhur yog'och konstruksiyalarining sxemalari:

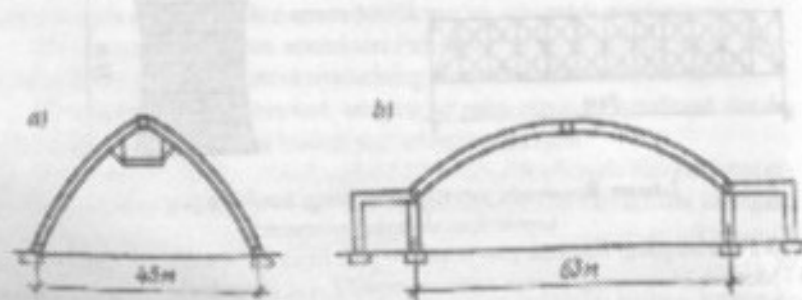
- a - S. Peterburgdagi Neva daryosi orqali ko'priklar loyihasi (muallif I. P. Kulibin);
- b - Moskva Manajining yog'och fermasi (muallif A. A. Betankur);
- v - Moskva - S. Peterburg temir yo'lidagi Mita daryosi orqali ko'priklar fermasi (muallif D. I. Jarnovskiy);
- g - Orsk shahridagi to'rsimon minora (muallif V. I. Shurov)

tahkamlikka ega bo'lgan suvga chidamli yelimlarni ishlab chiqarilishi bu turdagi konstruksiyalarni yanada rivojlanishiga olib kelgan. Yog' ochni yelimlashda o'ldin-ruq fenolformaldegidli, keyinroq esa ishonchli rezorsinali yelimlar, yog' ochni metallga yelimlashda epoksidli yelimlar qo'llanilgan.

1940-yillarda birinchi marta yirik yelimlangan yog' och konstruksiyalaridan kalyuzni ombori loyihasi yaratilgan va qurilgan. Bu omborning asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalari tortqichsiz ko'rsatkichsiz yelimlangan yog' ochli arkalaridir. Arkalar 43 m oraliqli va ko'ndalang kesim o'lchamlari 30×105 sm ga tengdir (2a-rasm). 1980-yillarda Arxangel'da asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalari oraliqi 63 m li va ko'ndalang kesimi 32×160 sm bo'lgan yelimlangan yog' ochli segmentli tortqichsiz arkalar yonida sport saroyi qurilgan (2b-rasm).

Yelimlangan yog' och elementlar kam qavatli turarjoy uylari konstruksiyalarida, kichik sanoat va jamoat binolarida, avtoyo'l ko'priklarida qo'llanila boshlagan. Shuning bilan birga yangi turdagi yelimlangan yog' och konstruksiyalari binolarini yaratilgan va tadqiq qilingan. Jumladan, ichki yelimlab mahkamlangan po'lat sterjenli to'rtburchak, tartalarini biriktirish uchun po'lat tişli plastinkalar va hokazo. Fransiya va Amerikada yendi yog' och elementli katta bo'lmagan hamda yirik oraliqli yelimlangan yog' och arkasimon fazoviy konstruksiyalar keng qo'llanila boshlagan. Fransiyaning Puatye shahrida qurilgan tribunali sportal bunga misol bo'la oladi. Bu inshoot rejada oval ko'rinishda, tom yopmasining asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyasi oraliqi 175 metr bo'lgan yelimlangan yog' och arkadir.

Amerikaning Bosman shahridagi sportal tom yopmasi shirasimon gumbazdir. Gumbaz oraliqi 91,5 metr va balandligi 15 metr bo'lgan ko'p burchakli tayanch halqasiga tayanuvchi markazlashgan yelimlangan yog' och qo'ng'ir'ali arkalaridan tashkil topgan.



2-a rasm. XX asrda Rossiya hududida qurilgan birinchi yirik yelimlangan yog' och konstruksiyalarining namunalari.

Solt-Layk-Siti shahridagi AQSH sportal tom yopmasi to'rtburchak yacheykali yelimlangan yog' och konstruksiyali, diametri 150 m va balandligi 38 m bo'lgan po'lat tayanch halqasiga tayanadigan gumbazdir.

Keyingi yillarda rus olimlaridan GN Zubarev, Yu. V. Slutskov, VM. Xrušov, I. M. Grin, R. I. Bergen, V. D. Budanov, MM. Gappov, LM. Guskov, Z. B. Mozmurova, B. A. Ovenskiy, V. S. Serichev, E. V. Filimonov, o'zbek olimlaridan Q. I. Ro'ziyev, S. Turamov, I. Xodjiyev, S. Isaboyev, S. I. Razzoqov, M. Ilmudovlar «Yog' och va plastmassa konstruksiyalari» fani rivojiga katta hissa qo'shib kelmoqchilar.

O'rta Osiyoda ham XIX-XX asrlarda yog' och konstruksiyalari keng qo'llanilgan. Ayniqsa, ferma konstruksiyali inshootlar, yog' och sinchli uylar ko'plab qurilgan. Me'moriy fazoviy yog' och konstruksiyalari nisbatan kamroq qo'llanilgan.

O'zbekistonda qurilgan ko'plab yog' och ferma konstruksiyali omborlar, garajlar, dala shypmentlaridan hozirgi kunlarda ham foydalanilmoqda. Jumladan, 1980-yillarda o'zbek olimi Q. I. Ro'ziyev tomonidan fazoviy yog' och sterjenli-struktura konstruksiyalarining bir necha yangi loyihalari yaratilgan va O'zbekistonning Angren hamda Namangan shaharlaridagi qurilishlarda qo'llanilgan. Bu inshootlardan hozirgi vaqtda ham foydalanilmoqda.

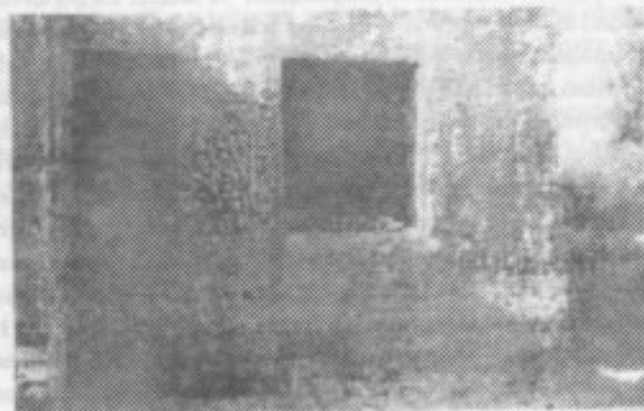
Hozirgi davrgacha O'zbekiston Respublikasi va boshqa xorijiy davlatlar hududida devorlari mahalliy materiallardan, yog' och sinchli ko'plab yakkida turibdagi uylar qurilmoqda. Qurilayotgan ustalar uzoq yillardan buyon xalqimiz erishgan mahalliy qurilish san'ati yutuqlarini egallagan va milliy qurilish san'atlarini davom ettirib kelayotgan ustalaridir. Yog' och-sinchli binolar ilmiy jihatdan nisbatan kam o'rganilgan, bu sohada bir necha tadqiqotlar o'tkazilgan, xolos. Qurilish me'yorlari va qoidalarida ham bu turdagi binolar to'g'risida juda kam ma'lumotlar berilgan. Seysmik mustahkam yog' och binolar qurishda eng sara material bo'lishiga qaramay, undan qurilgan sinch uylar, zilzilabardoshlik talablariga amal qilingan holda, loyiha asosida qurilmagina, o'zining ijobiy xossalarni namoyon etadi. 1980-yilda Toshkent shahri yaqinidagi Nazarbek posyolkasida hamda 1976 va 1984-yilda Gazlida sodir bo'lgan zilzilalar natijasida yog' och-sinch devorli uylar jiddiy shikastlangan, vayronaga aylangan, bir qancha insonlar nobod bo'lgan edi. Shunga qaramasdan respublikamizda va xorijiy mamlakatlarda hozirgacha yog' och-sinchli uylar ko'plab qurilmoqda. Bu, albatta, shu soha olimlarini tashvishga solmasligi mumkin emas. Chunki bu turdagi binolar haligacha ilmiy jihatdan to'liq tadqiq etilmagan.

Yog' och-sinch devorli binolarda sinchlarning urasi odatda gumbaz bilan to'ldiriladi va sonenli loy bilan sivoq qilinadi. Bunday uylarning ichki iqlimi yozda salqin va qishda issiq bo'lishi. Uzoq kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, bunday uylarda yashaydigan inson salomatligiga zarar yetmaydi. Chunki ularni qurishda

qoʻllanilgan qurilish materiallarining barchasi tabiiy materiallardir. Shuning uchun ham maʼlum yogʻ och konstruksiyali uybir ekologik jihatdan sofdir.

Yogʻ och sinchli binolar qoʻsh va yakk sinchli qilib quriladi. Qoʻshsinch orasini baʼzi ustalar gʻirali-loy va parcha gʻirali-loy aralashgan nam tuproq bilan toʻldirib, devorning isitq-sovuq oʻtkazmaslik xususiyatini shu yoʻsinda oshirmoqchi boʻlishadi. Biroq, bunda binoning umumiy ogʻirligi ortib ketadi. Bu esa zilzilabardoshlik nuqtai nazaridan notoʻgʻri. Shuning uchun devorning isitq-sovuq oʻtkazmasligini boshqa yoʻllar bilan oshirish zarur. Masalan, qoʻshsinch orasini qipiq yoki shunga oʻxshash yengil materiallar bilan toʻldirish mumkin. Qoʻshsinch devorni qurishda quyidagi tartibga riya qilinadi: havo - mustahkamligini yuzada oshiradi: 1) tashqi sinch toʻldiriladi; 2) tashqi sinchning ichki tomoni samonli loy bilan suvaladi; 3) ichki sinch toʻldirish bilan bir vaqtda devorning ichki tomoni samonli loy bilan suvaladi; 4) ichki sinchning ichki tomoni, tashqi sinchning tashqi tomoni suvaladi; 5) uy burchaklari esa loy va gʻirali bilan toʻldirib qilib toʻldirib chiqiladi.

Respublikamizda bir qavatli yogʻ och konstruksiyali binolar qurilishi soha-gina rivojlangan (3-rasm).



3-rasm. Yogʻ och-sinch konstruksiyali bir qavatli yakk sinchli binolar qurilishi.

Bu hol mahalliy yogʻ och materiallarining sarfbligi bilan izohlanadi. Mamlakatimizda, ayniqsa, terak yogʻ och materiali juda katta maydonni egallaydi. Uning mustahkamligi, nisbatan taqqoslaganda, oq qazagʻay bilan deyarli tengdir.

Yogʻ och konstruksiyali binolar barchaning koʻz oʻngida zilzil sinchlaridan oʻtgan. «Sinch uyim - tinch uyim» maqoli bejiz paydo boʻlmagan. Respublikamiz hududida keyingi yillarda ikki qavatli yogʻ och sinchli binolar qurila boshladi. Bu albatta mustaqilligimiz sharoitida va yogʻ och materiallari asosidagi qurilishlarning yangi XXI asrdagi rivojlanishi hisoblanadi.

Plastmassa konstruksiyalari X asr oʻrtalarida paydo boʻlgan. Undan oldinroq polimer sintetik smolalar asosida konstruksiyaviy plastmassa qurilish materiallari yaratilgan va ularni ishlab chiqarish amaliyoti rivojlana boshlagan.

Asosiy konstruksiyaviy plastmassa materiallari quyidagilardir: uchaksiz bir-biri bilan oʻzaro kamshiruvchi oymashli, yorugʻlik oʻtkazmaydigan polimer termoelektriv smolali oʻta mustahkam **stakloplastik**; yorugʻlik oʻtkazadigan va termoplastik polimer smolalar tashkil topgan **organik tyna**, termoplastik polimer smoladan tashkil topgan, yorugʻlik oʻtkazuvchi (yoki oʻtkazmaydigan) va kimyoviy agresiv muhitga chidamligi bilan ajralib turadigan **vinoplast**, termoplastik, yoki termoelektriv smola devorli, qattiq havo pufakchalardan yoki zararniz gʻirali tashkil topgan, chegoraviy kichik xususiy ogʻirligi, mustahkamligi va bekrliigi bilan farq qiladigan **penoplast**.

Havo oʻtkazmaydigan gazlar smola - polimer tolali gazlar smola, ularning tuti sintetik rezina yoki elastik polimer smola bilan qoplangan boʻladi.

Barcha konstruksiyaviy plastmassalar yupqa va kichik qalinlikda boʻladi. Ularining qalinligi millimetrlarda oʻlchanadi va asosan tekis, toʻlqinsimon hamda oʻramli qilib tayyorlanadi. Faqat penoplastlarga plita shaklida, sentimetrlarda oʻlchanadigan qalinlikda va stakloplastik turli profili va truba koʻrinishida ishlab chiqiriladi.

Plastmassalar konstruksiyaviy qurilish materiali sifatida muhim afzalliklarga ega. Bu materiallar yengil boʻlib, ularning zichligi yogʻ och zichligiga nisbatan ikki barobar yuqoridir. Lekin penoplastning zichligi juda kichkina va u koʻpincha 90 kg/m³ dan oshmaydi. Plastmassalarga toʻliq yopiq shakl berish mumkin, ular chirimaydi, kimyoviy agresiv muhitga chidamli hisoblanadi.

Plastmassalar qurilish materiali sifatida maʼlum kamchiliklarga ham ega. Ular yotuvchidan hisoblanadi va yuqori boʻlmagan olovbardoshlik chegorasiga ega, ularning qattiqligi yuqori emas (bundan faqatgina yuqori mustahkamlikka ega boʻlgan stakloplastika mustasnodir). Bu material yogʻ ochga nisbatan qattiqligi kam, atmosfera taʼsirida eskiradi, rangini oʻzgartiradi, yaʼni uning fizik-mexanik xususlari oʻzgaradi. Bundan tashqari, plastmassalar hozircha qimmat va tinchdir.

Pnevmatik konstruksiyalar havo oʻtkazmaydigan gazlar yoki plyunkodan tashkil topgan yopiq qubulardir. Ular havo tinchli, havokarkashi va havoventli turarlarga boʻlinadi.

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och qaysi sohalarida ishlatiladi?
2. Yog'och konstruksiyalari qachon va qaysi sohalarida qo'llanilgan?
3. Qachon el olinlaridan kimlar yog'och konstruksiyalariga oid ishlar bilan shug'ullangan?
4. Fazoviy yog'och strukturali konstruksiyalarning yangi turlarini qaysi o'zbek olimi yaratgan?
5. Plastmassalar qaysi sohalarida ishlatiladi?
6. Plastmassalarning qanday turlarini bilasiz?
7. Plastmassalar qachon paydo bo'lgan?

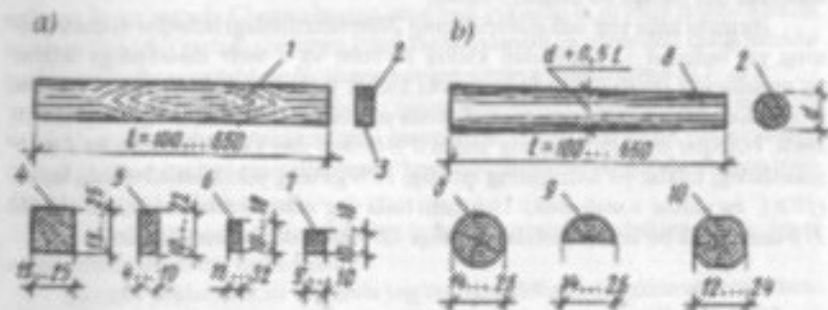
1-BOB Yog'och va plastmassa

1.1. Yog'och

Yog'och tabiiy qurilish materialidir. Uning zahirasi MDH davlatlari ichida Rossiya hududida eng ko'p bo'lgani uchun ilgari ham, hozirgi vaqtda ham ko'pgina mamlakatlarga yog'och materialini asosan shu davlat eksport qiladi. Jamlanib, O'zbekiston qurilishlarida ishlatiladigan sara yog'och materiallari ham asosan Rossiyadan keltiriladi.

Yog'och materiallari, asosan, ikki turlagi: igna bargli va yaproqli daraxtlardan olinadi.

Dovrasimon qurilish materiali - ikkala chekkasi tekis arralangan, butog'laridan tuzalangan yog'ochdir. U 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0 va 6,5 m uzunliklarga ega va bu turlagi yog'och materiallari kesik konus shaklida bo'ladi. Ular diametrining uzunli-



4-rasm. Yog'och materiallari: a) arralangan, b) doirasimon, 1) taxtaning keng yuzi tomoni, 2) uchidagi yon tomoni, 3) qalinligi yon tomoni, 4) qirrali yog'och, 5) qalin taxa, 6) yupqa taxa, 7) reyka, 8) yog'och xoda, 9) bir tomoni tekis xoda, 10) kashlangan xoda.

gi bo'yicha kamayishi kichrayishi deb ataladi. Kichrayish o'rtacha 1 m da 0,8 - 1 sm ni tashkil qiladi (4-rasm). Uning o'rtacha diametrini quyidagi ifida रुपи aniqlash mumkin:

$$d_{av} = d + 0,5 l \quad (1.1)$$

Dovrasimon ko'ndalang kesimli yog'ochning diametri kichik diametri bo'yicha aniqlanadi. Uning o'rtacha diametri 14 sm dan 26 sm gacha ora-liqda bo'ladi va ayrim hollarda undan katta bo'lishi ham mumkin. Diametrlarning o'zgarish gradienti 2 sm ni tashkil qiladi (14 sm, 16 sm...).

Diametri 23 sm dan kichik bo'lgan yog'ochlar vaqtinchalik inshootlar qurilishida ishlatiladi.

Qirrali yog'och materiallari - arralangan yog'ochni tilish rasmlarida yoki aylana tilish stanoklarida ularning bo'ylamas bo'ylab arralash natijasida hosil qilinadi. Ular standart 0,25 m gradientiga bilan 1 m dan 6,5 m gacha bo'lgan

o'ldiriladi bo'ladi. Yuk ko'taruvchi konstruksiyalar uchun yog'och tاختaning kengligi 60 mm dan 250 mm gacha, qalinligi 11 mm dan 100 mm gacha bo'ladi.

Birtocha - qalinligi 50mm dan 100 mm gacha, kengligi 100 mm dan 175 mm gacha bo'ladi.

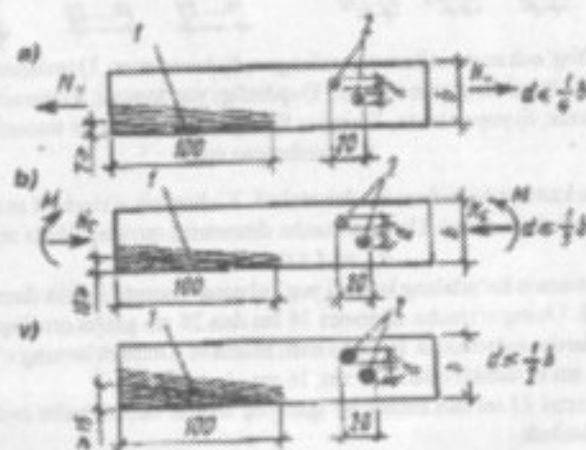
Brus - qalinligi va kengligi 125 mm dan 250 mm gacha bo'ladi.

Yog'ochning tuzilishi, hutoqlari va sifati uning kelib chiqishi bilan aniqlanadi. Dastav sifati kelib chiqishi va o'sishi natijasida yog'och trubosimon qatlam -tolali tuzilishga ega bo'ladi.

Yog'och qurilish materialining sifati, asosan, uning bir jinslilik darajasi bilan aniqlanadi. Bir jinsli tuzilishga ega bo'lmagan yog'och o'sishi, omborda saqlash, quritish, qayta ishlash va ishlatish jarayonida vujudga keladi.

Yog'ochning sifati tuzilishiga, bir jinslilikga o'zgartiradigan emil -bu hutoqlardir. Hutoqlar yon shoxlarning o'sishi natijasida vujudga keladi. Konstruksiyaviy yog'och materiallarining sifati uning toifalari bilan belgilanadi. Yog'och materiallari uch toifaga bo'linadi (3-rasm).

Birinchi toifa yog'och materialining 20mm uzunligidagi hutoqlar diametrlarining yig'indisi $d \leq (1/4)b$ dan kichik bo'lishi va 1 metr masofadagi tolalar yo'nalishining qiyaligi 7% ga teng yoki kichik bo'lishi kerak ($7 \geq i$). O'rtacha mustahkamlikka ega bo'lgan ikkinchi toifa yog'och materiallari uzunligi bo'yicha 20 mda, hutoqlar diametrlarining yig'indisi $d \leq (1/3)b$ dan kichik bo'lishi va 1 metr masofadagi tolalar yo'nalishining qiyaligi 10% ga teng yoki kichik bo'lishi lozim ($10 \geq i$, bu yerda: i -nishabdar). Uchinchi toifa yog'och materiallarida esa, $d \leq (1/2)b$ dan kichik bo'lishi va tolalar qiyaligi 12% dan katta bo'lmaligi kerak.



3-rasm. Yog'och materiallarining sifati bo'yicha toifalari:
a, b, v - 1, 2 va 3-toifalar. 1) tola qiyaligi, 2) hutoqlar

Birinchi toifa yog'och materiallari eng asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarni tayyorlashda, ko'proq cho'zilishga ishlovchi elementlarda, ikkinchi toifa yog'och materiallari - boshqa o'rta kuchlangan yuk ko'taruvchi konstruksiya elementlarida, uchinchi toifa yog'och materiallari esa kam kuchlangan to'shlar va qoplamalarda ishlatiladi. Yog'ochning xossalari asosan uning tuzilishi bo'yicha aniqlanadi. Yog'och xususiy og'irligi bo'yicha yengil konstruksiyaviy materiallar sinfiga kiradi. Uning zichligini 12% nisbatda aniqlanadi.

Yog'ochning mustahkamligi zo'r qish yo'nalishini tola yo'nalishiga nisbatan ta'sir qilishga bog'liqdir. Qarag'ay yog'ochining o'rtacha mustahkamlik chegarasi cho'zilishda 100 MPa, egilishda 75 MPa va siqilishda 40 MPa ga tengdir. Zo'r qish tolariga ko'ndalang ta'sir qila, yog'ochning cho'zilishdagi, siqilishdagi va siljish-yorilishdagi mustahkamligi 6,3 MPa dan oshmaydi. Yog'och ichki tuzilishining bir jinsli emaligi yog'ochning siqilish va egilishdagi mustahkamligini o'rtacha 30% va cho'zilishdagi mustahkamligini 70% kamaytiradi.

Tashqi yukning uzoq vaqt ta'sir qilishi ham mustahkamlik va deformatsiyaga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Chegaralangan uzoq vaqt yuklama ta'siridagi mustahkamlik uzoq qarshilik ko'rsatish chegarasi bilan xarakterlanadi va u standart qisqa muddai yuklanganlikdagi mustahkamlik chegarasining yarmini tashkil qiladi ($0,5 \cdot \sigma$).

Tirratish yuklamalari yog'ochda o'zgaruvchan belgili kuchlanishlar hosil qiladi va ular ham yog'och mustahkamligini pasaytiradi. Yog'och bu xil yuklamalarga $0,2 \cdot \sigma_{\text{ch}}$ chegaradagi qiymatgacha bo'lgan yuklamalarida chegaralanmagan muddadagi ishlaga bardosh beradi.

Yog'ochning qattiqligi va tikrligi trubosimon tolali tuzilishiga ega bo'lgani uchun nisbatan tacha katta emal.

Tikrlilik - yuklama ta'sir qilganda yog'ochning deformatsiyalanuvchanlik darajasidir. Tikrlilik yuklamaning tolar yo'nalishiga nisbatan ta'sir qilishiga, yuklama ta'sirining muddatiga va yog'och namligiga bog'liq.

Yog'ochdagi deformatsiyalar - oniy elastik (qisqa muddatli yuklamalardan), elastik va qoldiq (uzoq muddatli yuklamalardan) paydo bo'ladi. Oniy elastik deformatsiyalar yuklama ta'siri yo'qligunda tezda qaytadi, elastik deformatsiyalar vaqt o'tgandan keyin qaytadi, qoldiq deformatsiyalar esa (plastik) qaytmaydi.

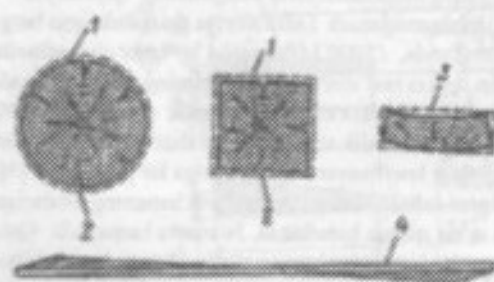
Tikrlilik elastiklik moduli (E) bilan aniqlanadi. Laboratoriya sharoitida igna bargli yog'ochlarning tikrligi aniqlanganda, 15000 MPa gacha bo'lgan qiymatlarda elastiklik moduli chiqishi mumkin. Lekin real sharoitda yog'ochning elastiklik moduli bundan 1,5 marta kichik va u normal harorat harida namlik sharoitida 10000 MPa qiymatga teng, deb olinadi. Yag'och namlik va ochiq havo sharoitida bu qiymat 0,9 dan 0,75 gacha bo'lgan oralqdagi koeffitsiyent qiymatlariga ko'paytiriladi [5]. Yog'ochning qattiqligi kam bo'lgan sababi uning tikrligi, yuklamaning tolariga ko'ndalang yoki burchak ostida ta'sir qilgan holatlarda, 50 marta kamayadi. Qattiqlik radiusi 3,64 mm bo'lgan po'lidan tayyorlangan yarim sfarani bosim bilan bosish orqali aniqlanadi. Masalan, qarag'ayning qattiqligi (uning yillik halqalariga

ko'ndalang ta'sir qilgan holatda) 1000 N ga tengdir. Qattqlikning kichikligi yog'ochga ishlov berishni osonlashtiradi, lekin uning sirtining buzilishiga saloh bo'ladi. Yog'och qattqligining kichikligi va tolasining tuzilishi uni modda imkonini beradi.

Yog'ochning namligi uning fizik-mekanik xossalari ga ham ta'sir ko'rsatadi. Namlik (W, %) bo'yog'och g'ovskligidagi gigroskopik surva erkin suvlarning foiz darajasidir. Savda oqirilgan yog'ochning namligi eng katta hisoblanadi va u 200 % gacha bo'lishi mumkin. Yangi kesilgan yog'ochning namligi 100 % gacha bo'ladi. Omborlarda saqlash, tabiiy va sun'iy quritish jarayonida yog'ochning namlik darajasi 40, 25, 20 va 10 % ga tushiriladi. Namlik darajasi yog'och konstruksiyalari sifatiga ham ta'sir etadi.

Katta namlikdagi yog'ochlarni doimo surva tegib turadigan konstruksiyalar tayyorlashda ishlatish mumkin. 40 % gacha namlikdagi yog'ochlardan ochiq havoda turadigan konstruksiyalar tayyorlanadi. 25% gacha namligi bo'yog'ochlardan namligi yuqori bo'lgan yopiq konstruksiyalar tayyorlanadi. Namligi 20% gacha bo'lgan yog'ochlardan yelimlangan yog'och konstruksiyalaridan boshqa barcha turdagi konstruksiyalar tayyorlash mumkin. Namligi 8-12% gacha bo'lgan yog'ochlardan barcha turdagi yog'och konstruksiyalari, shu jumladan yelimlangan konstruksiyalar ham tayyorlanadi. Yog'ochning namligi 30% gacha oshirilganda yoki kamaytirilganda, uning qobiqlaridagi gigroskopik namlik hisobiga, yog'och elementlar o'lchami ortadi yoki kamayadi. Bunda qurish va shishish jarayonlari yuz beradi. Eng katta qurish va shishish jarayoni tolasarga ko'ndalang holatda yuz beradi va 4% gacha yetadi, tangensial yo'nalishda - yullik halqalariga parallel holatda 10% gacha yetadi. Tolalari bo'ylab qurish va shishish darajasining eng kichik qiymati 0,3% dan oshmaydi. Namlik 30% dan o'tib ketganda, erkin suv hisobiga, qurish va shishish jarayoni yuz bermaydi.

Yog'och elementining quritilish jarayonidagi deformatsiya rivojlanishi o'tkazib, sirtidan markazga tomon yuz beradi (6-rasm).



6-rasm. Yog'och materiallarining quritish jarayonidagi deformatsiyalar. 1 - kesim u'khanlarining kamayishi, 2 - yulishi, 3 va 4 - ko'ndalang va bo'ylama bo'yicha tub tashlashi.

Namlikning 0 dan 30% gacha bo'lgan chegarada o'zgarishi yog'och mustahkamligi va buzlilishiga ta'sir ko'rsatadi. Namlik bu chegaradan oshganda, yog'och mustahkamligi maksimal qiymatidan 30% gacha kamayadi. Namlikni 30% dan oshirishi esa mustahkamlikning kamayishiga olib kelmaydi.

Yog'ochning namligi har qanday bo'lishidan qat'iy nazar mustahkamlik va buzlilik ko'rsatkichlarini taqqoslash uchun standart namlik sifatida 12% qabul qilingan. Yog'och namunalarini tabiiy namlikdagi ($W=8-23\%$ gacha) mustahkamlik chegarasini, standart 12% namlikdagi mustahkamlik chegarasiga α -koeffitsiyentni hisobga olgan holda o'tkazish. Siqilish va egilishda α -ning qiymati 0,04 ga teng. Standart namlikdagi mustahkamlik chegarasi - σ_{12} , quyidagi formula yordamida aniqlanadi va mazkur formula namlik - $W=8-23\%$ gacha bo'lgan oraliqlarda o'rinlidir:

$$\sigma_{12} = \sigma_{\alpha} / (1 + \alpha (W - 12)) \quad (1.2)$$

Bu yerda: σ_{12} - standart 12% namlikdagi mustahkamlik chegarasi; σ_{α} - tabiiy namlikdagi mustahkamlik chegarasi, α - o'tkazish koeffitsiyenti (1-jadval); W - tabiiy namlik.

1-jadval. α -koeffitsiyentning qiymatlari

Kuchlarish	Barcha turdagi yog'ochlarni 12% namlikka keltirishdagi α ning qiymati
Tolalari bo'ylab siqilish	0,05
Statik egilish	0,04
Tolalari bo'ylab siljish va yorilish	0,03

Haroratning yog'ochga va uning isitilish o'tkazuvchanligiga ta'siri. Harorat ko'ruilganda mustahkamlik chegarasi va elastiklik moduli kamayadi va yog'ochning mo'rtligi oshadi. Masalan, qarang'ay yog'ochini siqilishdagi mustahkamlik chegarasi u 20 °C dan 50 °C gacha qindirilganda o'rtacha 70% gacha kamayadi, 100 °C gacha qindirilganda esa, boshlang'ich qiymatidan 30% gacha kamayadi.

t -haroratdagi yog'ochning mustahkamlik chegarasini, uning boshlang'ich 20°S dagi mustahkamlik chegarasi hamda to'g'rirovchi β -koeffitsiyentni hisobga olgan holda aniqlash mumkin:

$$\sigma_t = \sigma_{20} - \beta (t - 20), \quad (1.3)$$

bu yerda: σ_t - mavjud haroratdagi mustahkamlik chegarasi; σ_{20} - 20 °C haroratdagi mustahkamlik chegarasi; β - o'tkazish koeffitsiyenti (2-jadval); t - sinayotgan vaqtidagi mavjud harorat, °C.

Martiy haroratlarda yog'ochdagi namlik muzga aylanadi va namlik 25% gacha bo'lganda siqilishdagi mustahkamligi ortadi, lekin mo'rt bo'lib qoladi.

Yog'ochning harorat ta'siridagi deformatsiyasi o'schirgichli kengayish koeffitsiyenti bilan aniqlanadi. Yog'och tolalari bo'ylab aniqlangan bu koeffitsiyent juda kichik va u $5 \cdot 10^{-4}$ dan oshmaydi, o'se navbatida bu yog'och uylarni harorat choklarisiz qurish imkoniyatini beradi. Tolalariga ko'ndalanggi bo'yicha esa bu koeffitsiyent 7-10 marta kattadir.

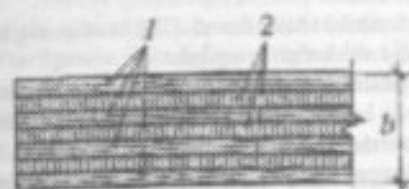
2-jadval. (β) - to'g'rirovi koeffitsientning qiyamtlari

Yog'ochning turi	MPa			
	tolalar bo'ylab siqilishda	statik egilishda	Tolalar bo'ylab	
			siqish, yorilishda	cho'zilishda
Qarag'ay	3,5	4,5	0,4	4
Qora qarag'ay	2,5	3	-	-
Tilg'och	4,5	-	-	-
Oq qarag'ay	2,5	-	-	-
Oq qayin	4,5	-	-	-

Yog'ochning issiqlik o'tkazuvchanligi uning trobovchen-g'ovak tuzilishiga ega bo'lganligi hisobga, ayniqsa, tolalariga ko'ndalanggi bo'yicha kichikdir. Quruq yog'ochni tolalariga ko'ndalanggi bo'yicha o'rtacha issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti $\lambda = 0,14$ ga tengdir. Issiqlik o'tkazuvchanligi kam bo'lganligi uchun yog'och yengil trasey konstruksiyalar uchun ayniqsa material hisoblanadi. Yog'ochning issiqlik sig'imi katta, xususan, quruq yog'ochniki o'rtacha $S = 1,6$ ga tengdir.

Qurilish fanerasi - varaqli yog'och konstruksiyaviy material hisoblanadi. U toqsondagi yupqa qatlamlardan tashkil topadi. Har bir qatlam - shponning qalinligi o'rtacha 1 mm bo'lishi mumkin. Shponlar, asosan, oq qayin va tilg'ochdan olinadi. Shpon tolalari bir-biriga nisbatan o'zaro perpendikulyar joylashgan bo'ladi. Qurilish konstruksiyalarida yelimlangan va shimdirilgan faneralar qo'llaniladi.

Yelimlangan fanera yog'och-shpon qatlamlardan tashkil topadi (7-rasm), ular o'zaro suvga chidamli yelimlar bilan yelimlanadi (masalan, fenolformaldegidli-FSF). Shponlarni karbamidli yelim bilan yelimlash orqali o'rtacha suvga chidamli-FK turdagi faneralar olinadi. Bu turdagi faneralarni yuqori namlikka ega bo'lmagan xonalarda ishlatish tavsiya etiladi. Suvga chidamli faneralarni har qanday namlikdagi binolar konstruksiyalarida ishlatishga ruxsat beriladi. Yelimlangan faneralarning qalinligi 6-12 mm bo'ladi. Konstruksiyalarda eng ko'p qo'llanilayotgan fanera bu - yetti qatlamli faneradir. Uning qalinligi 8, 9, 10 va 12 mm, uzunligi 2440, 2135, 1525, 1220 mm, kengligi esa 1525, 1220 va 725 mm tashkil qiladi.



7-rasm. Qurilish fanerasi (qurumi): 1-bo'yama qatlamlar, 2-bo'yadlang qatlamlar.

Fanera varaq shaklida bo'lganligi uchun, undan yengil so-

mmali tem va devor yopma panellar, sig'inlar hamda qolplar tayyorlanmoqda.

Tashqi qatlamlari tolalari bo'ylab yelimlangan faneraning mustahkamligi ko'ndalangiga nisbatan yuqori, chunki bo'yama bo'ylab qatlamlar sari ko'ndalangiga nisbatan bittaga ortiq. Yelimlangan faneraning kesim tekisligi bo'yicha qirg'iridagi mustahkamligi yog'ochning tolalari bo'ylab yorilishdagi mustahkamligidan 2,5 marta ortiqdir.

Faneralar mustahkamligiga nuqsonlar ta'siri yog'ochdagi nisbatan kamdir. Suvga o'ta chidamli faneralar namligi 12% o'rnatilganida esa 15% ni tashkil qiladi. Faneraning birligi elastiklik moduli bilan xarakterlanadi hamda 8 asos va undan katta qalinlikdagi faneralar uchun tolalari bo'ylab yog'ochning 90% ni, tolalariga ko'ndalanggi bo'yicha esa 70% ni tashkil qiladi.

Shimdirilgan fanera ham xuddi shunday tuzilishga ega (yelimlangan fanera kabi), lekin uning tashqi qatlamlari nafaqat yelimlangan, balki ularga suvga chidamli, sintetik qirida o'rtilgan smola shimdirilgan bo'ladi. Bu turdagi faneraning qalinligi 3-18 mm, uzunligi 1500-2700 mm, kengligi 1200-1500 mm bo'ladi. Bu turdagi faneralar yelimlangan faneralardan o'ta yuqori suvga chidamli, mustahkamligi va maxsus noqulay namlik sharoitlarida qo'llanilishi bilan farq qiladi.

Yog'och konstruksiyalarini chirish va yonibdan himoya qilish. Chirish - yog'ochni oddiy organizmlar ta'sirida buzilishidir. Yog'och bu organizmlar uchun oziq-ovqat manba va o'zlashtirish ob'ekti. Yog'och va yog'och materiallarining biologik zararlanishlari juda katta iqtisodiy zarar keltiradi. Biologik zararlanishlarga bakteriyalarning bo'zi turlari, yog'ochni buzuvchi zamburug'lar, yog'och teshuvchi qurtlar, chumolilar va dengiz yog'och teshuvchilari - molyuskalarning bo'zi turlari kiradi. Hovirgacha bakteriyalarning yog'ochga ta'siri kam o'rganilgan. Ma'lum bir bakteriyalar yog'och tarkibidagi ayrim moddalarini olishga sabab bo'lib, ularni buzilishiga olib keladi. Bularning ta'sirida yog'och mustahkamligini asta-sekin yo'qotib beradi.

Eng ko'p tarqalgan yog'och zararlanishlari bu - zamburug'lar. Ular o'rmon, ombor va uy zamburug'larini kabi turlarga bo'linadi. O'rmon zamburug'i, asosan, o'sayotgan yog'och daraxtini zararlaysdi. Ombor zamburug'larini yog'och materialini saqlash jarayonida, uning yerga tegib turgan qismini zararlaysdi. Uy zamburug'larini esa yog'och materialini konstruksiya sifatida ishlatish jarayonida zararlaysdi va uning chirishiga sabab bo'ladi. Zamburug'lar $+3^{\circ}\text{C}$ dan $+45^{\circ}\text{C}$ gacha bo'lgan haroratlarda va 18-20% namlikdan kam bo'lmagan holatlarda rivojlanib, yog'ochni chiratsi.

Qumursqalar - yog'ochning buzuvchilari hisoblanadi. Ular ham quruq, ham bo'l yog'ochning buzilishi va chirishiga olib kelishi mumkin.

Yog'och konstruksiyalarini chirishdan himoya qilishning ikki xil usuli mavjud: konstruktiv himoya usuli, kimyoviy himoya usuli. Chirishdan himoya qilishning konstruktiv usuli yordamida konstruksiyaning ekspanatsiya qilinishi uchun muhit yaratiladi va bu holatda konstruksiyaning namligi chirish sharoitidagi namlikdan oshib ketmaydi. Yopiq binolarda atmosferadan tashqaridagi yog'ingirchilik to'liq yeperadan o'tib ketmasligi, tunda nishablik bo'lishi, ichki suv chiqib ketish yo'llari bo'lishi ta'minlanadi. Yog'och konstruksiyalarini kapiyur namlikdan himoya qilish uchun, ular beton va g'isht devorlaridan beton qatlamli gidroizolyatsiya bilan ajratiladi. Xona ichidagi yog'och konstruksiyalari *PF-115*, *13K-175* va boshqa yog'och lak-bo'yqlari bilan himoya qilinadi. Yog'och konstruksiyalarida hosil bo'ladigan kondensatsiya namligidan himoya qilish muhim ahamiyatga ega. Bu holatda konstruksiyaga suv bug'larini kirmasligi uchun xona tomonidan bug' zaifligich qo'yiladi. Asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarni loyihalashda chok va yoriq joylar bo'linmasligiga o'riinish lozim. Chunki bu joylarda sovuq havoning turib qolishi va suv hosil bo'lishi - chirish jarayonini keltirib chiqarishi mumkin.

Agar konstruksiyaning ekspanatsiya qilish jarayonida namlanishi aniq bo'lsa, bunday holatlarda kimyoviy himoya usulidan foydalaniladi. Masalan, ko'prikl, minora va qoziq konstruksiyalarida, yog'och konstruksiyaga namlanishi mumkin. Chirishdan himoya qilishning kimyoviy usulida konstruksiyaga antiseptik moddalar surtilishi, shindirilishi yoki u bilan qoplanishi mumkin. Antiseptiklar ikki turga bo'linadi: suvda eriydigan va erimaydigan-mayli. Suvda eriydigan antiseptik - florli va kremniy florli natiriydir. Uning rangi va hidi yo'q. U yopiq turdagi binolarda ishlatiladi va odatlar uchun zararli emas. He'zi turdagi suvda eriydigan zararli antiseptiklar ham mavjud. Ularning ayrimlari odamlar uchun ham zararli. Mayli antiseptik suvda erimaydi, lekin sil zamburug' va bakteriyalar uchun zararli. Kuchli yopqiruvchi hidga ega bo'lib, odamlar sog'lami uchun ham zararli. Bu turdagi antiseptik moddalar ochiq turdagi inshootlar konstruksiyalarini himoyalashda, odamlar kam bo'ladigan joylarda, yer va suv ostidagi konstruksiyalarni chirishdan himoya qilishda ishlatiladi.

Yog'och konstruksiyalarini yonishdan himoya qilishning ikki usuli bor: konstruktiv va kimyoviy. Yog'och yonuvchan qurilish materiali hisoblanadi. Uning olovbardoshlik chegarasi nisbatan kichikdir. Olovbardoshlik chegarasi - yuqori birliklarda o'lchanadi. Yirik ko'ndalang kesimli yog'och konstruksiyalari katta olovbardoshlik chegarasiga ega. Masalan, 17×17 sm ko'ndalang kesimli, qirrali yog'och to'sin - bitta 10 MPa kuchlanish bilan yuklangan holatda, 40 daqiqa mobaynida olovga bardosh beradi.

Yog'och konstruksiyasini yonishdan konstruktiv himoya qilish usulida - konstruksiyaga yuqori haroratli g'itlardan uzatqoqqin qo'yiladi. Bu esa yog'ochning yonishiga qulay harorat bo'lishiga yo'l qo'ymaydi. Hatto oddiy suvqan ham olovbardoshlik chegarasining ortishiga sabab bo'ladi.

Himoya qilishning kimyoviy usulida antipiren moddasi qo'llanadi. Yog'ochni yonishi uchun ikki narsa bo'lishi kerak: harorat va kislorod. Antipiren harorat ko'tarilganda shindirilgan yog'och tarkibidan chiqib, yog'och element sirtida plyonka hosil qiladi va bu bilan konstruksiyani kisloroddan izolyatsiyalaydi, natijada yonish jarayoni to'xtaydi.

Zarur bo'lgan holatlarda antipiren antiseptik modda bilan birgalikda va bir vaqtda yog'och konstruksiyaga elementlariga shindiriladi.

1.2. Konstruksiyaviy plastmassalar

Polimerlar - plastmassalarning asos hisoblanadi. Ular yuqori molekulyar birikmalar hisoblanadi va bir xil strukturadagi elementlar, juda ko'p zvenolardan tashkil topgan. Bu zvenolar bir-biri va kovalent bog'lovchilar bilan uran zanjiriga bog'langan hoki va plastik fazoviy zanjirini hosil qiladi. "Polimer" - grekcha so'z bo'lib, "poli" - ko'p, "mer" - qism degan ma'noni beradi. "Monomer" so'zi esa, "mono" - bitta, "mer" - qum, ya'ni "bitta qism" degan ma'noni anglatadi. Polimerlar ikki yo'l bilan olinadi: polimerizatsiya va polikondensatsiya. Polimerizatsiya - bu bir nechta monomer molekulalarning birikib, bitta makromolekula hosil qilishidir. Bunday holatda jarayon ma'lum harorat va bosimda beradi va hech qanday past molekulyar moddalar ajralib chiqmaydi.

Polikondensatsiya - turli xildagi monomer molekulalarning birikishi natijasida yuqori molekulyar modda hosil bo'lishidir. Bunda past molekulyar moddalar ajralib chiqadi, masalan suv, spirt va boshqalar.

Bog'lovchi smolaning turiga qarab, plastmassalar ikki turga bo'linadi: termoreaktiv va termoplastik. Polimerizatsiya yo'li bilan olingan polimerlar - termoplastik materiallar. Termoplastlar - polivinilbrend, polietilen, polistrol, polipropilen, poliamid, akril va boshqa termoplastik smolalar, ya'ni qindirilganda yumshaydigan va plastik holatga kiradigan, sovutilganda yana qotadigan materiallardir. Termoreaktiv plastmassalar - fenolformaldegidli, poliefirli, epoksiidli, karbamidli va boshqa termoreaktiv smolalar asosida olinadigan plastmassalardir. Bog'lovchi modda barchasida - smolalardir. Konstruksiya va materiallar uchun, asosan, poliefirli, fenolformaldegidli, epoksiidli, mochevina, melaminformaldegidli va kremniy organik smolalar ishlatiladi.

Poliefirli smola - termoreaktiv hisoblanadi, uning qovushqoqligi past, yuqori haroratlarda qotiladi. Qotayotganda uchuvchan gazlar chiqmaydi, mexanik xususiyatlari yuqori. Suv, kislota, benzin, moy va boshqa moddalar ta'siriga chidamli. Qurilishda *PN-1*, *PN-2*, *PN-3*, *PN-4*, *PN-15*, *PN-6* turlari ko'p ishlatiladi. Yoriq'lik o'tkazadigan stekloplastikalarda *PNM-2*, *PN-1M* va *PNM-8* turdagilari ishlatiladi.

Fenolformaldegidli smola - fenol va formaldegidni katalizator ta'sirida kondensatsiyalanishi natijasida hosil bo'ladi. Bu mahsulotlar ishqorbardoshlik va mexanik xususiyatlarining yuqori qilib bilan ajralib turadi. Fenolformaldegidli yog'och, plastik, fenolalar ishlab chiqarishda qo'llanadi. U qindirilganda tезда qotadi va erimaydigan holatga kiradi, neft mahsulotlari ta'siriga chidamli, qotayotganda undan uchuvchan gaz va suv ajralib chiqadi.

Epoksidli smola - ko'p atomli fenollarning bir-biriga ta'siri natijasida olinadi (*alfenoloprenan*). Bu smola ko'proq stekloplastik va yelimlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Mochovina va melaminoformaldegidli smolalar mochovina va formaldegidni zif ishori yoki neytral muhitda kondensatsiya qilish natijasida olinadi. Bu smolalarning qotishi organik kislota, nordon tuz va efirlar ta'sirida amalga oshiriladi. Melamin va formaldegidni kondensatsiyalash natijasida melaminoformaldegid hosil bo'ladi.

Mochevinoformaldegidli (*karbonidli*) smola rangsiz, issiqbardosh va yorug'bardoshdir. Kremniyorganik smola tarkibida organik moddalar bilan birga noorganik kremniy moddalar ham bor. Qurilishda kremniy organik smola lak, etral, bo'yovlar sifatida qo'llanadi. To'ldiruvchi - bog'lovchi bo'yovning sifatini kamaytiradi va buning natijasida tunnari pasayadi. To'ldiruvchilar - uzluksiz va uzluqli oynatolalar, oynagazlama, asbest tolasi, yog'och tolasi, qirindi, talk.

Plastifikator - plastmassalarning mo'rtligini kamaytiradi, egiluvchanligini oshiradi va sevuqbardoshligini oshiradi. Plastifikatorlar - tributilfosfat, dibutilftalat, trikresilfosfat. Stabilizatorlar plastmassalarning fizik - mexanik xususiyatlarini saqlash imkoniyatini oshiradi.

Antistatik - polimerlarning dielektrik xususiyatlarini oshiradi (*qurum, grafit, metall kushonlari*).

Plastmassalarning afzalliklari: a) konstruksiya og'irligini kamaytiradi; b) transport va montaj ishlari hajmini kamaytiradi; v) ko'taruvchi transport jihozlarning quvvatini kamaytirish imkoniyatini beradi; g) bino va inshootlarning ishonchligini oshiradi; d) metallsiz konstruksiyalar qo'llash mumkin bo'ladi (ayniqsa, kimyoviy agresiv muhitda bo'lgan inshootlarda).

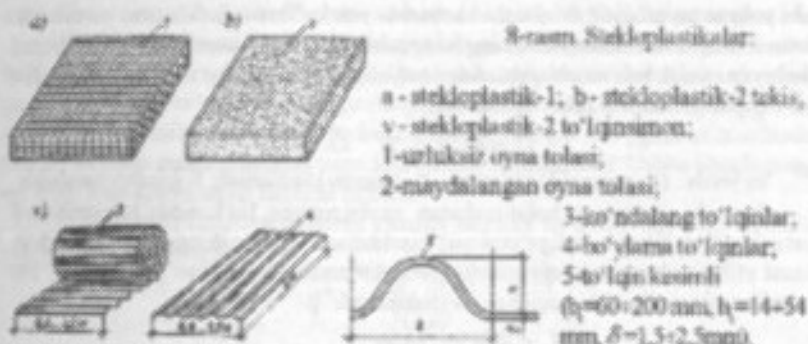
Kamchiliklari: a) uzoq muddatli chidamliligining kamligi, eskirishi; b) mustahkamligining pastligi va deformatsiyalanuvchanligining yuqoriligi; v) issiqbardoshligining pastligi; g) yoyilishning yuqoriligi; d) tiklikning kamligi (10 MPa).

1828 - 1886-yillarda yashagan rus olimi A. Butlerov tomonidan organik moddalar tashlash nazariyasining yaratilishi munosabati bilan polimerlar kimyosi rivojiga imkon berdi. XX asrning 30-yillarida kimyo sanoati ishlab chiqarayotgan sintetik smola va plastmassalarning miqdori juda ko'paydi.

Hozirgi kunda plastmassalar bilan bir qatorda noorganik materiallar: alumin, laklangan po'lat, asbestosement ham keng ishlatilmoqda. Stekloplastik ikki asosiy komponentdan tashkil topgan: sintetik bog'lovchi va oyna tolalari-to'ldiruvchi. Qotmagan smolaga oyna tolalari - to'ldiruvchi qo'shiladi, undan keyin smola qotirilish, stekloplastik hosil qilinadi. Stekloplastiklarda ko'proq termoeaktiv smolalardan foydalaniladi. Oyna tolalari - armaturalash elementi hisoblanib, stekloplastikning mustahkamligini, zarba ta'siriga bardoshligini oshiradi. Stekloplastiklar, maydalangan oyna tolalari hisobiga, izotom material hisoblanadi. Oyna tolalarni xosik joylashganligi hisobiga barcha yo'nalishlardagi ularning mustahkamligi bir xil bo'ladi, ya'ni 1500 kg/cm^2 gacha zichlikka va cho'zilishda 150 MPa

mustahkamlikka egadir. Yorug'lik o'tkazadigan stekloplastik tiniq polietir termoeaktiv smoladan va maydalangan oyna tolalardan (*massasi bo'yicha 25% ni tashkil qiladi*) tashkil topgan. Uning yorug'lik o'tkazish koefitsiyenti yuqori - 0,85 ni tashkil qiladi. Yorug'lik yoyib uratiladi va xosari tekis yoritilishiga sabab bo'ladi. Bu stekloplastiklar rangsiz yoki talab qilingan rangda bo'lishi mumkin.

Tiniq stekloplastik to'ldirsimon va tekis varoq shaklida qalinligi $\delta=1,5-2,5 \text{ mm}$, kengligi 1,5 metrgacha, uzunligi 6 metrgacha chiqarilishi mumkin. To'lgilar qadami $h_1=60-200 \text{ mm}$, balandligi $h_2=14-54 \text{ mm}$ va u bo'ylarni yoki ko'ndalang bo'yicha joylashishi mumkin (8-rasm).



8-rasm. Stekloplastikalar:

- a - stekloplastik-1; b - stekloplastik-2 tekis;
- v - stekloplastik-2 to'ldirsimon;
- 1 - uzluksiz oyna tolasi;
- 2 - maydalangan oyna tolasi;
- 3 - ko'ndalang to'lgilar;
- 4 - bo'ylama to'lgilar;
- 5 - to'lgilar kesirli
- ($h_1=60-200 \text{ mm}$, $h_2=14-54 \text{ mm}$, $\delta=1,5-2,5 \text{ mm}$).

Takrorlash uchun savollar

1. Qurilish konstruksiyalari qaysi yog'ochlardan tayyorlanadi?
2. Yog'ochning qanday turlari mavjud?
3. Yog'och materialining nechta turi bor?
4. Namluk yog'och mustahkamligiga qanday ta'sir etadi?
5. Harorat yog'och mustahkamligiga qanday ta'sir qiladi?
6. Faneraning qanday turlari mavjud?
7. Yog'ochni chirish va yonishdan amashning qanday yo'llari bor?
8. Antiseptik va antipiren nima?
9. Plastmassaning tarkibi qanday?
10. Plastmassaning afzalligi va kamchiliklari nima?
11. Yog'ochning afzalligi va kamchiliklari nima?
12. Plastmassaning qaysi turlari qurilishda ko'p ishlatiladi?

2-BOB

Yog'och elementlar

2.1. Chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash

Chegaraviy holat - shunday holatki, unda tashqi va ichki kuchlanishlar ta'siri natijasida bo'lgan konstruksiyalardan foydalanish umuman mumkin emas.

Yog'och va plastmassa konstruksiyalari ikki guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi: yuk ko'tarish qobiliyati va deformatsiyalanishi bo'yicha.

Birinchi chegaraviy holat - eng xavfli hisoblanadi. Unda konstruksiya buzilishi yoki ustuvorligini yo'qotishi natijasida yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotadi. Normal va o'rnatma kuchlanishlarning maksimal qiymatlari, materiallarning minimal hisobiy qarshilik ko'rsatish qiymatidan o'tib ketmase, bu holat ru'y bermaydi. Bu shart quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\sigma \text{ yoki } r \leq R \quad (2.1)$$

bu yerda: σ - normal kuchlanish, r - o'rnatma kuchlanish, R - hisobiy qarshilik.

Ikkinchi chegaraviy holat nisbatan xavfsizroqdir. Bu holatda konstruksiya normal holatda foydalanishga yaroqsiz hisoblanadi. Agar maksimal nisbiy egilish ruxsat etilgan chegaraviy qiymatidan o'tib ketmase, bu holat ru'y bermaydi. Bu shart formula yordamida quyidagicha ifodalanadi:

$$f/l \leq [f/l] \quad (2.2)$$

bu yerda: f va $[f]$ - haqiqiy va ruxsat etilgan egilishlar; l - uzunligi.
I hisoblash ishlarini bajarishdan asosiy maqsadi: birinchi va ikkinchi chegaraviy holatlarga yo'l qo'ymaslikdir.

Yog'och konstruksiyalarini birinchi chegaraviy holat bo'yicha hisoblashda hisobiy yuklamadan, ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha hisoblashda esa me'yoriy yuklamadan foydalaniladi. Professor A. S. Streltskiy ixtiyoriy muhandislik hisobining asosiy tizimini ishlab chiqqan. Bunda xavfsizlik va buzilmaslik sharti bajarilishi kerak. Shu tizimga asosan chegaraviy yuklama konstruksiyaning eng kichik yuk ko'tarish qobiliyatidan kichik bo'lishi kerak. Ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha hisoblashda, yog'ochning elastiklik moduli tolalari bo'ylab $YE = 10000 \text{ MPa}$, tolalariga ko'ndalang yo'nalishi bo'yicha esa $YE_{\perp} = 400 \text{ MPa}$ ga tengdir. Siljish moduli yog'och tolalari bo'ylab va tolalariga ko'ndalang yo'nalishi bo'yicha 500 MPa ga tengdir.

Konstruksiyaga ta'sir qiladigan yuklamalar quyidagilardir:

1. Doimiy yuklamalar — konstruksiya barcha elementlarining xususiy og'irligidan hosil bo'ladigan yuklamalar.

2. Vaqtinchalik yuklamalar — qor va shamol ta'siridan hosil bo'ladigan yuklamalar.

3. Maxsus yuklamalar — zilzila, portlash, kuchi inersiya va turli dinamik ta'sirlar natijasida hosil bo'ladigan yuklamalar.

Ikkinchi va uchinchi chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashda me'yoriy va hisobiy yuklamalarni aniqlash kerak bo'ladi. Bu hisoblashlar uchun zarur bo'lgan yuklamalar doimiy, vaqtinchalik va maxsus yuklamalar asosida aniqlanadi.

Doimiy me'yoriy yuklamalar elementlarning hajmiy og'irligi va o'lchamlari orqali aniqlanadi.

Vaqtinchalik me'yoriy qor va shamol yuklamalari qorilish joyining iqlimiy ma'lumotlariga qarab, qorilish me'yorlari va qoidolari (QMQ) xaritalari yordamida aniqlanadi.

Misol. Toshkent shahri uchun qor va shamol yuklamalarini aniqlang?

QMQdan Toshkent shahri qor bo'yicha I-rayon va yuklamasi $0,5 \text{ kN/m}^2$ ga teng. Shamol ta'siri bo'yicha III rayon va hujumi bo'yicha $0,38 \text{ kN/m}^2$ ga teng.

Hisoblashda yuqoridagi yuklamalar tarkibiga kiruvchi odamlar va jihozlardan tushadigan yuklamalar ta'siri ham e'tiborga olinadi. Masalan, ta'simlarni o'rnatish paytida ishchilar ta'simlar ustiga chiqib ularni o'rnatadi, ya'ni odamlarning konstruksiya elementlariga og'irligi tushadi. Bundan tashqari, ko'pgina inshootlarda yuk ko'tarishga mo'ljallangan o'rnatma kranlardan foydalaniladi. Ushbu jihozlarning og'irligi ham hisoblashda nazarda tutiladi.

Hisoblashda konstruksiyaning xususiy taqribiy og'irligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$q^* = \frac{g^* + S^*}{\frac{1000}{K_{\text{so}}} - l}$$

bu yerda:

q^* - konstruksiyaning taqribiy me'yoriy xususiy og'irligi;

g^* - konstruksiyaga tushayotgan tashqi doimiy yuklamalarning me'yoriy qiymati;

S^* - vaqtinchalik me'yoriy qor yuklamasi;

K_{so} - konstruksiyaning xususiy og'irlik koeffitsienti (konstruksiya turiga bog'liq bo'lgan koeffitsient);

l - enligi.

Doimiy me'yoriy yuklamalarni hisoblashga doir misollar:

1. Ibr qatlam ruberoiddan ($0,03-0,05 \text{ kN/m}^2$) doimiy me'yoriy yuklama tushadi.

2. Qalindigi 2 sm bo'lgan sement qorishmasidan tushadigan yuklama:

$$0,02 \text{ m} \cdot 2000 \text{ kg/m}^3 = 40 \text{ kg/m}^2 = 0,4 \text{ kN/m}^2$$

2000 kg/m^3 - sement qorishma hajmiy og'irligidir.

3. O'ldami $10 \times 15 \times 300$ sm bo'lgan yog' ochning me'yoriy og'irligini aniqlash; ko'ndalang kesimi - $h \times b = 0,1 \times 0,15$ m; uzunligi - $l = 3$ m; yog' ochning xajmiy og'irligi qarag'ay uchun - 500 kg/m^3 ga teng.

U holda

$$g_{\text{yog}} = 0,1 \cdot 0,15 \cdot 3 = 0,225 \text{ kN ga teng.}$$

Yuk maydoniga qarab, undan 1 m^2 yuzaga tushadigan yuklama aniqlanadi.

$$\frac{0,225 \text{ kN}}{1 \text{ m}^2} = 0,225 \text{ kN/m}^2 \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Hisobiy yuklamalar me'yoriy yuklamalarni γ - ishonchlilik ko'effitsiyenti ko'paytirish orqali aniqlanadi:

$$q^{\text{hr}} = q^{\text{m}} \cdot \gamma$$

bu yerda:

q^{hr} - hisobiy yuklama;

q^{m} - me'yoriy yuklama;

γ - ishonchlilik ko'effitsiyenti.

Hisoblashda doimiy yuklamalar uchun ishonchlilik ko'effitsiyenti - γ ning qiymati 1,1 dan 1,3 gacha olinadi. Agar doimiy yuklamani o'zgarish chegarasi juda kichik bo'lsa, $\gamma = 1,1$ olinadi va aksincha, o'zgarish chegarasi katta bo'lsa $\gamma = 1,3$ olinadi. Masalan, beton elementlar uchun $\gamma = 1,1$ olish eng maqbul hisoblanadi, sochiluvchan tuproq yoki sement kabi materiallardan tushadigan doimiy yuklamalarni o'zgarish diapazoni katta bo'lgani uchun 1,2 yoki 1,3 ko'effitsiyenti olish maqsadga muvofiqdir.

Vaqtinchalik qor yuklamalarining o'zgarish chegarasi katta bo'lgani uchun γ ning qiymati 1,4 dan 1,6 gacha olinadi:

$$q^{\text{m}}/s^{\text{m}} \leq 0,8 \text{ bo'lsa, } \gamma = 1,6, \text{ va}$$

$$\text{agar } q^{\text{m}}/s^{\text{m}} > 0,8 \text{ bo'lsa, } \gamma = 1,4 \text{ olinadi.}$$

Doimiy yuklama tekis teng tarqalgan yoki yig'ilgan holda ta'sir qiladi.

Vaqtinchalik qor yuklamasi tom sirti bo'yicha to'g'ri to'rtburchak yoki uchburchakli memlar shaklida ta'sir qilishi mumkin. Bundan tashqari qor yuklamasi tom yuzasining shakliga qarab ham o'zgarishi mumkin. «Yuklamalar va ta'sirlar» QMQ ilovalarida turli tom sxemalari uchun qor yuklamasining hisobiy sxemalari berilgan va bino tomining ko'rinishiga qarab, tegishli variantlardan biri tanlanadi. Shamolning ta'siri bino yoki inshoot balandligi va quriladigan hududga bog'liqlidir. Yerdan Z balandlikdagi shamolning o'rtacha me'yoriy qiymati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H^{\text{m}} = W_0 \cdot k \cdot c \quad (2.4)$$

bu yerda: W_0 - shamol bosimining QMQdagi me'yoriy qiymati; k - shamol balandligi bo'yicha o'zgarishi hisobga oladigan ko'effitsiyent; c - aerodinamik ko'effitsiyent (bino yoki inshootning shakliga qarab o'zgaradigan ko'effitsiyent, QMQ dan olinadi).

Hisobiy shamol yuklamasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$H^{\text{hr}} = H^{\text{m}} \cdot \gamma = 1,4 \cdot H^{\text{m}} \quad (2.5)$$

bu yerda: H^{hr} - hisobiy shamol bosimi, $\gamma = 1,4$ - vaqtinchalik shamol yuklamasi uchun ishonchlilik ko'effitsiyenti.

Birinchi chegaraviy holatda hisobiy yuklamadan, ikkinchi chegaraviy holatda esa me'yoriy yuklamadan hisoblashda foydalaniladi.

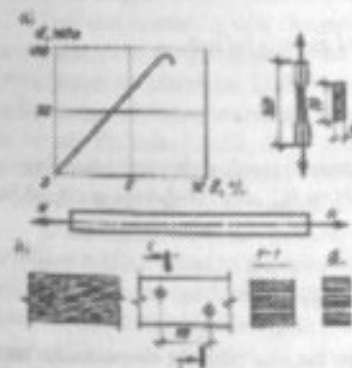
2.2. Yaslit kesimli yog'och va plastmassa elementlarini hisoblash

Markaziy cho'zilish. Markaziy cho'zilishga ishlaydigan yog'och konstruksiyalari eng zaf kesimi bo'yicha hisoblanadi. 9-rasmda cho'zilishdagi namunaning o'ldamlari, cho'zilish chagrammasi va normal kuchlanish epyuroni ko'rsatilgan. Markaziy cho'zilishga ishlovchi konstruksiyalar mustahkamligi quyidagi formula yordamida tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{N}{A_y} \leq R_n \cdot m_n \quad (2.6)$$

bu yerda: σ - normal kuchlanish; N - hisobiy cho'zuvchi kuch; A_y - ko'ndalang kesim yuzasi; R_n - cho'zilishdagi hisobiy qarshilik; $m_n = 0,8$ - barcha kesimda kuchlanishning to'planishini hisobga oladigan ko'effitsiyent.

Agar yog'och tolalari birligi va maydonini bir xil desak, u holda 1-1 kesimdagi (10-rasm) barcha tolalar bir xil yuklangan bo'ladi. 2-2 qirg'indagi barcha tolalar teskari yuklangan, shuning uchun 2-2 qirg'indagi tolalar qo'shim to'ldiriladi va ular kuchliroq yuklanadi. Shunday qilib 3-3 kesimda cho'zuvchi kuchlanishlari taqalishi notekis bo'ladi. Teskilar orasidagi S masofa hisobiga bu notekislik asta-sekin to'g'rilanadi. Agar S masofa kichik bo'lsa, u holda to'g'rilanish yuz bermaydi, chunki 4-4 kesimda ikkita teskik joylashgan va bu



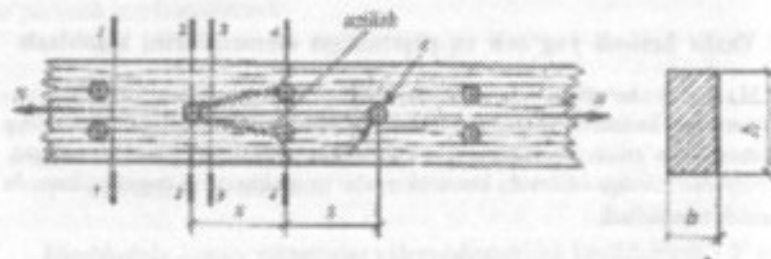
9-rasm. Cho'ziluvchi element:
a - defleksiyalash grafiqi va namuna;
b - tekislik sxemalari va kuchlanish epyurani

joyda bir qism tolalar yana qirg'iladi, qo'shni kuchli yilg'ingon tolalar yuqorida kuchliroq qo'shimcha yuklanadi. Buning natijasida alohida tolalardagi zo'riqlashni cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasigacha yetishi o'z navbatida tolalarning ushlab olib kelishi mumkin. Ushlab eng zaif joylarda yuz bergani uchun buzilish qiribayri bo'ladi. Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda, zaif kesim yuzasini aniqlashda qo'shni zaif kesimlar orasidagi S masofani hisobga olish kerak bo'ladi:

agar S masofa 20 sm dan kichik bo'lsa, $S < 20\text{ sm} \rightarrow A_{\text{uz}} = b(h-3d)$;

agar S masofa 20 sm dan katta yoki, teng bo'lsa $S \geq 20\text{ sm} \rightarrow A_{\text{uz}} = b(h-2d)$;

Agar zaif kesim bo'yicha mustahkamlikka tekshiriladigan bo'lsa (teshik yoki o'yiq joylar), hisobiy qarshilik $R_s = 0,8$ ga qisqartiriladi. Bunda yog'ochning cho'zilishiga hisobiy qarshiligi $R_s = 8\text{ MPa}$ ga teng bo'ladi ($R_s = 8 + 100\text{ MPa}$).



10- rasm. Elementning markaziy cho'zilishi.

1-1 kesimda tolalar bir til kuchlangan, 2-2 kesimda teshikdagi tolalar qirg'ilgan, bu qismdagi kuchlanish boshqa kesilmagan tolalarga uzatilgan, 3-3 kesimda cho'zuvchi kuchlanishlar bir til bo'lmaydi, 4-4 kesimda tolalar yana qo'shimcha zo'riqlashlari ehtiyojli.

Agar zaif kesim bo'lmasa, u holda $\sigma_s = 1$ ga teng bo'ladi:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_s \quad (2.7)$$

Cho'zuvchi elementlar ko'ndalang kesimini aniqlashda yuqoridagi formuladan foydalaniladi. Bunda bo'yilma kuch - N va R_s cho'zilishdagi qarshiliklar ma'lum deb olinadi.

$$A_s = \frac{N}{R_s} \quad (2.8)$$

Agar ko'ndalang kesim yuzasi ma'lum bo'lsa, cho'ziluvchi elementni ko'tariladigan markaziy cho'zuvchi kuchning nazariy qiymatini quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

$$N = A \cdot R_s \quad (2.9)$$

Markaziy cho'ziluvchi elementlar deformatsiya-egilish bo'yicha tekshiriladigan.

Misol. Agar cho'ziluvchi kuchning miqdori $N = 160\text{ kN}$ ga teng bo'lsa, cho'ziluvchi sterjen ko'ndalang kesimini 1-toifa yog'ochdan aniqlang. Sterjenda ikki qator diametri $-1,8\text{ sm}$ bo'lgan teshiklar bo'lib, zaif kesimda ikkita teshik mavjud.

Yechilishi. Kesimning zaiflashganini hisobga oladigan koeffitsientni e'tiborga olgan holda hisobiy qarshilik qiymatini hisoblaymiz:

$$m_s = 0,8; R_s = 0,8 \cdot 10 = 8\text{ MPa}$$

Talab qilinadigan ko'ndalang kesim yuzasi

$$A_s = \frac{N}{R_s} = \frac{0,16}{8} = 0,02 = 200\text{ sm}^2$$

$$N = 160\text{ kN} = 0,16\text{ MN}$$

Ko'ndalang kesim yuzasini qabul qilamiz: $15 \times 17,5\text{ sm}$. Zaif kesimni e'tiborga oladigan bo'lsak, $A = (h - d \cdot n) \cdot b = (17,5 - 1,8 \cdot 2) \cdot 15 = 208\text{ sm}^2 = 0,0208\text{ m}^2$

$$\text{Ta'zir qiladigan kuchlanish: } \sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,16}{0,0208} = 7,7\text{ MPa} < 8\text{ MPa}$$

Markaziy siqilish. Siqilishga ustunlar, havonalar, formaning yuqori belbog'i va alohida sterjenlari hamda boshqa konstruktiviyalar ishlaydi. Siqilgan sterjenning ko'ndalang kesimlarida bir xilda normal kuchlanish hosil bo'ladi. Yog'och siqilishga cho'zilishga nisbatan ishonchli ishlaydi.

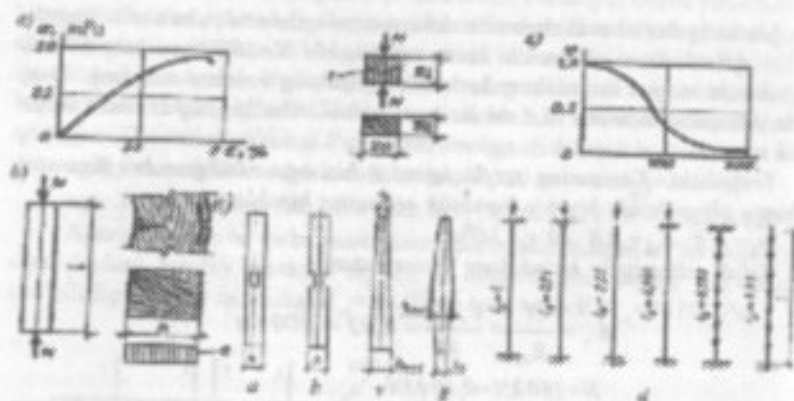
11- rasmde siqilishga tekshirish uchun standart namuna va siqilishdagi deformatsiya diagrammasi, sinish holati va hisoblash nemalari ko'rsatilgan.

Yog'och mustahkamlik chegarasining yarmigacha elastik ishlaydi va deformatsiyaning o'sishi qo'sunyatiga bo'yungan holda ortib boradi (shu bilan o'zib borishga yaqin ko'rinibetadi). Undan keyin kuchlanishning ortishi bilan deformatsiya kuchlanishga nisbatan tez o'tadi. Namunalarning sinishi 40 MPa kuchlanishlarda yuz beradi. Bu holat plastik, devorlardagi mahalliy ustravertlikning yo'qotilishi natijasida yuz beradi. Siqilishdagi hisobiy qarshilik $R_s = 15\text{ MPa}$ ga teng. Yog'och turlari va toifalariga qarab bu qiymat $0,8Q$ dan olinadi.

O'lchamlari 15 sm dan katta bo'lgan brulalar ishonchli ishlaydi, chunki ularda qirg'ilgan tolalar miqdori kamroq. Shuning uchun bunday brulalarni hisoblashda siqilishdagi hisobiy qarshilik $R_s = 15\text{ MPa}$, ko'ndalang kesim doirasidan yog'ochlarni hisoblashda ushbu siqilishdagi hisobiy qarshiligi $R_s = 16\text{ MPa}$ deb olinadi.

$$\sigma = \frac{N}{A_{\text{net}}} \leq R_s \quad (2.10)$$

bu yerda N — hisobiy siquvchi kuch, R_s — hisobiy siqilishdagi qarshilik, A_{net} — sof ko'ndalang kesim yuzasi.



11 - rasn. Siqiluvchi element

a - namuna va deformatsiyalanishning grafiki; b - boqilish va kuchlanish epyuras; ishlab chiqarilgan; v - uchlarini mahkamlash turlari va hisobiy uzunliklar; g - egilishga moyillik γ ga nisbatan ustuvorlik ko'rsatkichi; j - grafiki.

Mustahkamlikka $l \leq 7b$ qisqa elementlar tekshiriladi. Agar $l > 7b$ bo'lsa, konstruktiv ustuvorlikka ham tekshiriladi. Konstruktiv ustuvorligi kritik yal bilan aniqlanadi va uning nazariy qiymati 1757-yilda Eytler tomonidan aniqlangan:

$$N_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2} \quad (2.11)$$

Sterjenning siqilish va ustuvorligi yo'qotqandagi mustahkamligi, ko'ndalang kesim shakli va yuzasiga, uzunligi va uchlarining mahkamlanishiga bog'liq bo'lib ustuvorlik ko'rsatkichi - φ bilan hisobga olinadi. Ba'zan ustuvorlik ko'rsatkichi bo'ylama egilish ko'rsatkichi deb ham ataladi. Bo'ylama kuch ta'siridagi yog'ol element mustahkamlik va ustuvorlik bo'yicha quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A_{se}} \leq R_s \quad (2.12)$$

Agar zaif kesim yuzasi 25% A_{se} dan katta bo'lmasa, u holda $A_{se} = A_{se}$ ga teng olinadi.

Agar 25% A_{se} dan katta bo'lsa, $A_{se} = \frac{4}{3} A_{se}$ ga teng bo'ladi. Simmetrik zaif kesimlarda va ular sterjen yoniga chiqqan bo'lsa

$A_{se} = A_{se}$ ga teng bo'ladi.

Ustuvorlik ko'rsatkichi - φ , hisobiy uzunlikka - l_p , kesimning inersiya radiusiga - i , egiluvchanlikka - $\lambda = \frac{l_p}{i}$ bog'liq bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

a) proporsionallik chegarasidan tashqarida

$$\lambda \leq 70 \text{ holda } \varphi = 1 - 0,8 \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 \quad (2.13)$$

b) proporsionallik chegarasi, yani elastiklik bosqichida

$$\lambda > 70 \text{ bo'lgan holda } \varphi = \frac{3000}{\lambda^2} \quad (2.14)$$

Bu yerda 0,8-yog'och uchun (fanera bo'lsa - 1 ga teng); 3000-yog'och uchun (fanera bo'lsa - 2500, stekloplastik bo'lsa - 1097).

Sterjenlarning hisobiy uzunligi uchlarining mahkamlanish holatiga bog'liq bo'lib, quyidagi qiymatlarga teng olinadi:

1. Agar kuch sterjen uchlariga bo'ylama qo'yilgan bo'lsa, ikkala uch qisq shartirli mahkamlangan holda - $l_p = l$ ga teng; bir uchi biki mahkamlangan ikkinchi uchi erkin holda - $l_p = 2,2 l$, ikkala uchi biki mahkamlangan holda - $l_p = 0,65 l$, bir uchi biki ikkinchi uchi shartirli mahkamlangan holda - $l_p = 0,8 l$ (11-rasn).

2. Agar kuch teng tarqalgan bo'ylama bo'lsa:

ikkala uchi shartirli mahkamlangan holda - $l_p = 0,73 l$,

bir uchi biki mahkamlangan, ikkinchi uchi erkin holda bo'lsa - $l_p = 1,2 l$ ga teng bo'ladi.

Konstruktiv elementlarini egiluvchanligi chegaraviy qiymatlardan oshib ketmasligi kerak (3-jachal).

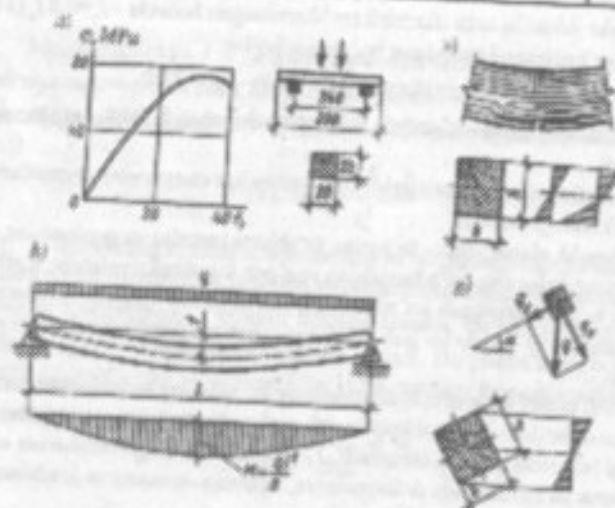
Egiluvchi elementlar - to'sinlar, to'shama taxtalar va qoplamalar, sarnovlar, pencllar, stropilalar eng ko'p tarqalgan yog'och konstruktiv elementlar. Egiluvchi elementlarda ta'sir qilayotgan ko'ndalang kuch ta'sirida egiluvchi moment - M , qisqiruvchi kuchlar - Q paydo bo'ladi va ular qurilish mexanikasi uslublari yordamida aniqlanadi.

Egilish ta'sirida egiluvchi elementning ko'ndalang kesimlarida normal kuchlanish - σ hosil bo'ladi. Normal kuchlanish egiluvchi elementning ko'ndalang kesimi balandligi bo'yicha nozik tarqaladi. 12-rasmda egilishga tekshirish uchun standart namuna va egilishdagi deformatsiya, egiluvchi moment va kuchlanishlarning diagramma hunda epyuralari ko'rsatilgan.

Egiluvchi elementlarning hisobiy yuklamalar bo'yicha mustahkamligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

3-jadval. Chegaraviy egiluvchanlik

Konstruktsiya elementlari	Chegaraviy egiluvchanlik - λ_{max}
Siqilgan belbog'lar, tayanch havonlari va fermaing tayanch ustunlari, ustunlar	120
Ferma va boshqa tarmoqli konstruksiyalarning qolgan siqiluvchi elementlari	150
Bog'lovchilarni siqiluvchi elementlari	200
Vertikal tekislikdagi fermaing cho'ziluvchi belbog'lar	150
Ferma va boshqa tarmoqli konstruksiyalarning qolgan cho'ziluvchi elementlari	200
Elektr olatish havo yo'li tayanchlari uchun	
Asosiy elementlar (ustun, taglik, tayanch xavonlari)	150
Qolgan elementlari	175
Bog'lovchilar	250



12-rasm. Egiluvchi element: a-egilish grafiqi va namuna; b-ishlash sxemasi va ogiruvchi moment epyurasi; v-buzilish sxemasi va normal kuchlanish epyurasi; g-qiyshiq egilishdagi ishlash sxemasi va kuchlanish epyurasi.

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma} \quad (2.15)$$

bu yerda W - ko'ndalang kesimning qarshilik momenti, M - ogiruvchi moment, R_{σ} - hisobiy egilishdagi qarshilik, σ - normal kuchlanish.

Egiluvchi elementlarni ikkinchi navli yog'ochlardan tayyorlash tavsiya etiladi. U holda hisoblashda $R_{\sigma} = 13 \text{ MPa}$ olinadi.

Ko'ndalang kesim o'lchamlari 13 sm va undan katta bo'lganda esa $R_{\sigma} = 15 \text{ MPa}$ olinadi. Ko'ndalang kesim dairesimon yog'och konstruksiyalarida esa $R_{\sigma} = 16 \text{ MPa}$ qabul qilinadi.

Kam mas'uliyatli elementlarni uchinchi navli yog'ochlardan ham tayyorlash mumkin. Ularni hisoblashda $R_{\sigma} = 8.5 \text{ MPa}$ olinadi (vassalar). Ko'ndalang kesim to'g'ri to'rtburchak holat uchun W ning qiymati quyidagi formula yordamida

$$\text{da aniqlanadi: } W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \text{ dairesimon ko'ndalang kesim uchun } W = \frac{d^3}{10}$$

Egiluvchi yog'och elementlar ko'ndalang kesimining o'lchamlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$W_1 = \frac{M}{R_{\sigma}}; h = \sqrt{\frac{6 \cdot W_1}{b}} \quad (2.16)$$

$$b = \frac{6 \cdot W_1}{h}; d = \sqrt{10 \cdot W_1};$$

W_1, h, b, d - talab qilinadigan qarshilik momenti, ko'ndalang kesim holatdagi, uni har doim ko'ndalang kesim diametri.

Ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, element ko'tara oladigan chegaraviy hisobiy yuklamalarning ham qiymatini yuqoridagi keltirilgan asosiy formulalar yordamida aniqlash mumkin.

Masalan, bir oralig'i shartiga tayangan to'rtinchi uzunligi l ko'ndalang kesim o'lchamlari b, h ko'tara oladigan teng tarqalgan yuklamaning miqdori quyidagicha:

$$W = \frac{bh^2}{6}; M = W \cdot R_{\sigma}; q = \frac{8 \cdot M}{l^2} \quad (2.17)$$

Egiluvchi elementlar ikkinchi chegaraviy holatga ham me'yoriy yuklamalar

bo'yicha hisoblanadi (4-jadval): $\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$

Teng tekis tarqalgan yuklama bo'lgan holat uchun:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^3}{EI} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (2.18)$$

bu yerda: $\frac{f}{l}$ - haqiqiy nisbiy egilish, $E = 10^4 \text{ MPa}$; $\left[\frac{f}{l} \right]$ - ruxsat etilgan

nisbiy egilish; to'g'ri to'rtburchak kesimli yuzta uchun $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ ga teng.

Agar to'rtburchak nisbiy egilishi katta bo'lsa, unda ko'ndalang kesimni katta-lashtirish, kesimni egilish bo'yicha aniqlashi mumkin:

$$J = \frac{5 \cdot q \cdot l^3}{384 \cdot \left[\frac{f}{l} \right] \cdot E} \quad (26) \quad h = \sqrt{\frac{12 \cdot J}{b}} \quad (2.19)$$

Urinma kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlik quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot h} \leq R_{qov} \quad (2.20)$$

bu yerda: τ - urinma kuchlanish, Q - qirg'ochi kuch, S - kesimning statik momenti; J - kesimning inersiya momenti; h - kesimning hisobiy eni; R_{qov} - yori-lishdagi hisobiy qarshilik.

Egiluvchi elementlar mustahkamligini hisoblashdan tashqari, ustuvorligi ham tekshiriladi. Ayniqsa, ko'ndalang kesim eni kichik bo'lsa:

$$\sigma_{qe} = \frac{M}{\varphi_x \cdot W} \leq R_{qe} \quad (2.21)$$

bu yerda:

φ_x - egiluvchi elementlarning ustuvorlik koeffitsiyenti.

$$\varphi_x = 140 \cdot \frac{b^2}{l_{ux} \cdot h} \cdot K_{\alpha} \cdot K_{\beta} \quad (2.22)$$

Bu yerda: K_{α} - hisoblash uzunligidagi moment epyurasi shakliga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent; K_{β} - koeffitsiyentni egiluvchi qismi tekisligida kuchay-tiruvchi bo'lgan holatda kiritiladi va quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$K_{\beta} = 1 + \left[0,142 \cdot \frac{l_{ux}}{h} + 1,76 \cdot \frac{h}{l_{ux}} + 1,4\alpha - 1 \right] \frac{m^2}{m^2 + 1} \quad (2.23)$$

Bu yerda: α - markaziy burchak (rad), aylanasimon chiziqli elementni l_{ux} qismi-na aniqlaydi (to'g'ri chiziqli elementlar uchun $\alpha = 0$ ga teng); m - kuchaytirilgan taq-talar soni (chokkadagisizlarni tashqari).

Elementlarning solqiligi chegaraviy qiymatidan o'tib ketmasligi kerak (4-jadval).

4-jadval. Chegaraviy solqililar

Konstruktsiyalar elementlari	Chegaraviy maksimal egilish
Qavatlararo yopma to'sini	1/250
Chordiq ora yopma to'sini	1/250
Tom yopma: sarrov, stropilalar	1/200
Konsol to'sirlar	1/150
Ferma, yelimlangan to'sirlar (konsoldan boshqalan)	1/300
Plitalar	1/250
To'shama va parjara taxtalar	1/150
Panelar va faxxerka elementlari	1/250

Qiyshiq egilish. Agar ta'sir qiluvchi yuk yo'nalishi, to'sin ko'ndalang kesim o'qlari yo'nalishi bilan mos tushmasa, konstruktsiya qiyshiq egilish holatida ishlaydi va uni birmunchi qadar chegaraviy holatida normal kuchlanishlar bo'yicha quyidagi formula yordamida hisoblanadi (l/a -ram):

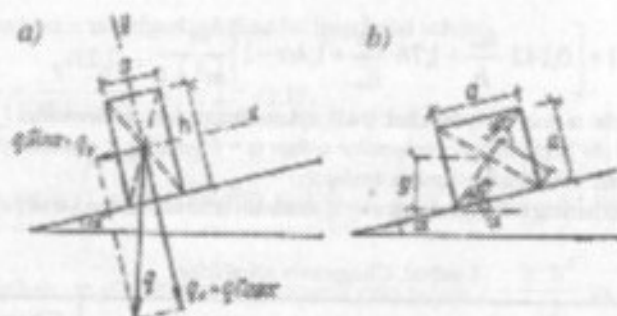
$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\sigma} \quad (2.24)$$

bu yerda: M_x, M_y - egiluvchi momentning tashkil etuvchilari, W_x, W_y - qarshilik momentining x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari.

Ikkinchi qavat: chegaraviy holatda deformatsiyalanishi bo'yicha esa quyida-gi formula yordamida hisoblanadi:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq f_{\text{max}} \quad (2.25)$$

Bu yerda: f_x, f_y - solqilikning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari.



13-rasm. Qiyshiq egilish: a - to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli elementni qiyshiq egilish holatida yuklanishning taqribiy; b - kvadrat ko'ndalang kesimli elementlarda o'qdan eng chet nuqtasigacha bo'lgan masofani aniqlash; q - qiyshiq burchagi, q_x, q_y - yuklanishning x va y o'qlari bo'yicha taqribiy e'tvichlari.

Qiyshiq egilishda ko'ndalang kesimning eng kichik qiymatlari:

mustahkamlik bo'yicha $\frac{h}{b} = \text{ctg } \alpha$; deformatsiya bo'yicha esa

$\frac{h}{b} = \sqrt{\text{ctg } \alpha}$ dan aniqlanishi mumkin.

Ko'ndalang kesim kvadrat shakldagi elementlar qiyshiq egilishga ishlamaydi. Chunki, ular zo'riqlashning ta'sir tekisligida deformatsiyalanadi, lekin shunga qaramasdan kuchlanish qiyshiq egilish formulasi yordamida aniqlanadi (13b-rasm):

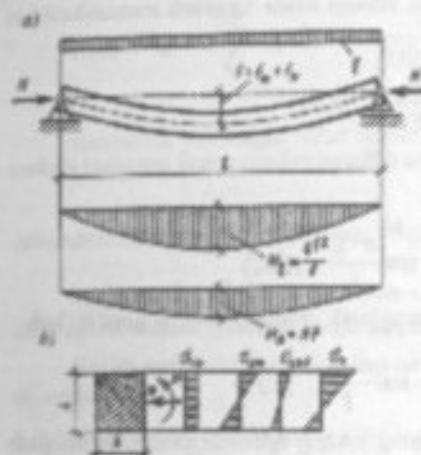
$$\sigma_q = \frac{M_x + M_y}{W} \leq R_q \quad (2.26)$$

Siqilib - egiluvchi elementlar. Eguruchi moment va markaziy qo'yilgan bo'yama siquvchi kuch ta'sir qilgan holatlarda elementlar siqilib - egilishga ishlaydi, ya'ni nomarkaziy siqilib yuzaga keladi. Eguruchi moment nomarkaziy qo'yilgan siquvchi kuchdan va ko'ndalang yuklamadan hosil bo'ladi.

Siqilib-egiluvchi yog'och konstruksiyalarini hisoblashda chegaraviy kuchlanishlar nazariyasi qo'llaniladi. Bu nazariya professor K. S. Zavrilyev tomonidan taklif etilgan. Bunga asosan chegaraviy kuchlanish hisobiy qaratilishga teng bo'lgan holatda, sterjning yuk ko'tarish qobiliyati yo'qoladi. Mazkur nazariyaning ustuvorlik nazariyasiga nisbatan aniqlik darajasi kichik, lekin u sodda yechim beradi.

Sterjning birligi chekli bo'lganligi uchun, u eguruchi moment ta'sirida egiladi.

14-rasmida ko'ndalang va bo'yama kuchlardan hosil bo'ladigan eguruchi momentlar va kuchlanishlarning epyuralari keltirilgan.



14-rasm. Siqilib egiluvchi elementning egilishi:
a - ishlab olinadigan va eguruchi moment epyuralari;
b - normal kuchlanishlar epyuralari.

Bu holda markaziy qo'yilgan siquvchi kuch eksentrisitetga ega bo'ladi va u sterjning deformatsiyasi qiymatiga tengdir. Buning natijasida qo'shimcha moment hosil bo'ladi. Bo'yama kuchdan hosil bo'ladigan qo'shimcha eguruchi moment ta'sirida deformatsiya yanada ortadi. Eguruchi moment va egilish bir qancha vaqt davomida o'tib

bersadi va keyin yo'qoladi.

Sterjning umumiy egilishi va egri chiziqli tenglamasi noma'lum, shuning uchun chegaraviy kuchlanishlar formulasi yordamida σ_q ni beradigan aniqlab bo'lmaydi.

$$\sigma_q = \frac{N}{F} + \frac{M_x}{W} + \frac{N \cdot y_{me}}{W} \quad (2.27)$$

Umumiy eguruchi moment

$$M_x = M_y + N \cdot y \quad (2.28)$$

(27) va (28)-tenglamalarda uchta noma'lum σ_q, y, M lar mavjud. Shuning uchun yana bitta qo'shimcha tenglama tuzish lozim.

Ma'lumki, har qanday egri chiziqli qator ko'rinishda ifodalash mumkin. Bu ma'lum chegaraviy shartlarga javob berishi kerak. Bunday shartlarga quyidagi trigonometrik qator javob beradi:

$$y = f_1 \cdot \frac{\sin \pi x}{l} + f_2 \cdot \frac{\sin 2\pi x}{l} + f_3 \cdot \frac{\sin 3\pi x}{l} + \dots \quad (2.29)$$

Simmetrik yuklama ta'sir qilgan holatda qatorning birinchi hadi 95-97% aniqlik beradi. U holda qatorning birinchi hadi bilan chegaralanish ham bo'ladi.

$$y = f_1 \cdot \frac{\sin \pi x}{l} \quad (2.30)$$

Lekin qo'shimcha f_1 noma'lum yuzaga keladi. Qarishib mo'ntakadan ma'lumki,

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{M_1}{EI} \quad (2.31)$$

Egri chiziqli tenglamasini ikki marta differensiallash orqali quyidagi ifodani hosil qilamiz,

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = f_1 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (2.32)$$

Yuqoridagi 2.31. va 2.32. tenglamalarni tenglasak, quyidagi tenglik hosil bo'ladi:

$$-\frac{M_1}{EI} = f_1 \cdot \frac{\pi^2}{l^2} \cdot \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (2.33)$$

Endi M_1 va y lar qiymatlarini statjening umumiy egiluvchi momentini aniqlash formulalariga qo'yamiz va bir necha aylantirishlarni amalga oshiramiz. Bunda

$$\frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l^2} = N_{cr}; \quad x = \frac{l}{2} \text{ da } \sin \left(\frac{\pi x}{l} \right) = 1 \text{ ga teng.}$$

simmetrik yuklangan holatda $y_{max} = f_1$ ga teng bo'ladi.

$$f_1 = \frac{M_1}{(N_{cr} - N)} \text{ yoki } y_{max} = \frac{M_1}{(N_{cr} - N)} \quad (2.34)$$

Aniqlangan bog'liqlik kuchlanishini aniqlash masalasini hal qilishga yordam beradi:

$$\sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M_1}{W} + \frac{N \cdot M_1}{(N_{cr} - N) \cdot W} \quad (2.35)$$

A, W larni A_{cr} va W_{cr} larga aylantirib, aniqlik kiritilgandan so'ng

$$\sigma_1 = \frac{N}{A_{cr}} + \frac{M_1}{W_{cr} \left(1 - \frac{N}{N_{cr}} \right)}$$

$1 - \frac{N}{N_{cr}} = \xi$ bilan belgilasak, $\sigma_1 = \frac{N}{A_{cr}} + \frac{M_1}{W_{cr} \cdot \xi}$, hosil bo'ladi va $\xi = 0 + 1$ gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi.

$$N_{cr} = \varphi \cdot R \cdot A_{cr} \text{ ga teng}$$

$$\text{Agar } M_{det} = \frac{M_1}{\xi} \text{ va } \xi = 1 - \frac{\lambda \cdot N}{3000 \cdot A_{cr} \cdot R} \text{ bo'lsa,}$$

$$\text{simmetrik yuklangan holat uchun } \sigma_1 = \frac{N}{A_{cr}} + \frac{M_{det}}{W_{cr}} \leq R, \text{ hosil bo'ladi}$$

$$\text{asimmetrik yuklangan holatda esa, } M_{det} = \frac{M_{sim}}{\xi_{sim}} + \frac{M_{sim \cdot as}}{\xi_{sim \cdot as}},$$

bu yerda: ξ_{sim} , $\xi_{sim \cdot as}$ - simmetrik va teskari simmetrik bo'yama egilish shakllaridagi egiluvchanlikni qiymatida aniqlanadigan koeffitsiyentlar.

Siqilib-egiluvchi elementlardagi qirg'uvchi kuchni quyidagi formula yordamida aniqlaymiz.

$$Q_{cr} = \frac{d}{dx} \left(\frac{M_1}{\xi} \right) = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{dM_1}{dx} = \frac{Q_1}{\xi} \quad (2.37)$$

Siqilib-egiluvchi elementlarning egilishini aniqlashda egiluvchi momentning ta'sirini hisobga olish kerak bo'ladi:

$$f = k \left(\frac{P_n \cdot l^3}{EJ \xi} \right), \quad (2.38)$$

Siqilib-egiluvchi elementi ustuvorlikka ham tekshirishda kerak:

$$\frac{N}{\varphi \cdot R \cdot A_{cr}} + \left(\frac{M_{det}}{\varphi \cdot R_{cr} \cdot W_{cr}} \right)^n \leq 1 \quad (2.39)$$

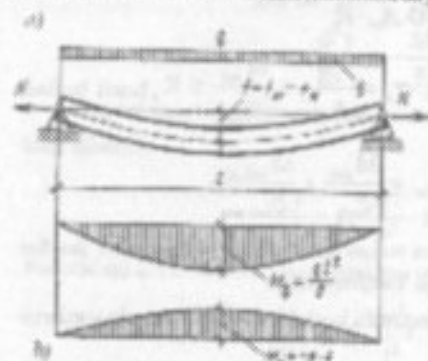
bu yerda: $A_{cr} = I_n$ uchunligidagi eng katta ko'ndalang kesim yuzasi; $n = 2$ - agar cho'zilish zonasida deformatsiyalanish zonasidan boshqa tekisliklarda mahkamlanmagan bo'lsa; $n = 1$ - agar mahkamlangan bo'lsa; R_{cr} - maksimal qarshilik momenti.

$$\varphi_1 = \frac{3000}{\lambda^2}; \quad \varphi_2 = 140 \cdot \frac{b^2}{l_{cr} \cdot h} \cdot K_n \cdot K_s \quad (2.40)$$

λ - egilishga moyillik koeffitsiyenti;

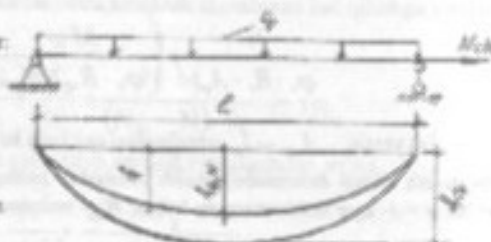
Cho'zilib egiladigan elementlar hisobi. Cho'zilib egiladigan elementlarga egiluvchi momentdan tashqari, markaziy cho'ziluvchi kuch ham ta'sir etadi. 15-rasm-da markaziy bo'lmagan cho'zilish holatida ishlatilgan to'sim, ko'ndalang va bo'yama cho'ziluvchi kuchlardan hosil bo'ladigan egiluvchi momentlar qiyuralari hamda kesimda hosil bo'ladigan kuchlanish qiyuralari keltirilgan.

Ushbu elementlar normal kuchlanishlar bo'yicha quyidagicha hisoblanadi: agar zaifliklar 20 mm dan kichik masofalarda joylashgan bo'lsa, hammasi bitta kesimga yig'ib olinadi. Normal kuchlanishlar bo'yicha kuch ta'siridan egrovchi momentning kamayishi e'tiborga olinmagan holatlarda esa quyidagi formula yordamida aniqlanadi:



15-rasm. Cho'ziluvchi-egrovchi element: a - jildish oqsasini va egrovchi moment epyuralini, b - normal kuchlanishlar epyuralini.

16-rasm. Cho'ziluvchi-egrovchi elementda hosil bo'ladigan egilishlar: $f \cdot x = 0$ dan l gacha oqsida hosil bo'ladigan to'liq egilishlar; f_1 ko'ndalang kuch - q dan hosil bo'lgan maksimal egilish; $f_{x=l}$ bo'yama kuchdan hosil bo'lgan qo'shimcha momentni hisobga olgan holdagi to'liq egilish.



Egilish natijasida ko'ndalang kuch - q dan egrovchi moment hosil bo'ladi, cho'zilish natijasida esa teskari ishora bilan qo'shimcha egrovchi moment hosil bo'ladi. Sterjening umumiy egilishi va egilish chiziqlarining tenglamasi nomi bilan, shuning uchun chegaraviy kuchlanishlar formulasi orqali kuchlanishlarni aniqlab bo'lmaydi:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot R}{W \cdot R_0} \leq R_0 \quad (2.42)$$

Cho'ziluvchi-egrovchi yog'och elementlarni hisoblashda bo'yama kuchdan hosil bo'ladigan egrovchi momentni hisobga olish. Cho'ziluvchi-egrovchi elementlarda ko'ndalang kuchdan hosil bo'ladigan egrovchi momentlar tashqari, markaziy qo'yilgan bo'yama cho'ziluvchi kuch ta'sirida zuriqlash - qo'shimcha egrovchi moment hosil bo'ladi (16-rasm).

$$\sigma_x = \frac{N_x}{A} + \frac{M_x}{W} - \frac{N_x \cdot f_{\text{max}}}{W} \quad (2.43)$$

bu yerda: M_x - ko'ndalang kuchdan hosil bo'lgan moment, f_{max} - sterjning maksimal deformatsiyasi; W - qarshilik momenti, N_x - cho'ziluvchi bo'yama kuch, A - ko'ndalang kesim yuzasi, σ_x - cho'zilishdagi normal kuchlanish.

Sterjda hosil bo'ladigan umumiy egrovchi momentning qiymati

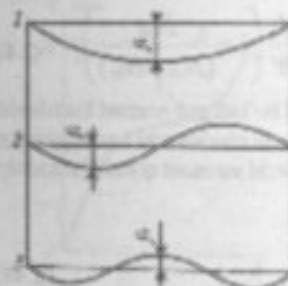
$$M(x) = M_0 - N_{\text{ax}} \cdot f \quad (2.44)$$

Masalan: yechilish tartibi siqilib-egrovchi elementlarni hisoblash tartibi bilan bir xildir, faqat bu holda bo'yama kuchdan hosil bo'ladigan egrovchi momentning qiymati ayirib tashlanadi.

Har qanday egri chiziqlarni analitik qator yordamida ifodalash mumkin ekanligini esga olaylik.

$$y = f_1 \cdot \sin \pi x/l + f_2 \cdot \sin 2\pi x/l + f_3 \cdot \sin 3\pi x/l + \dots$$

Ushbu qatorning geometrik interpretatsiyasi 17-rasmida keltirildi.



17-rasm. Tug'anomomlik: $f_1 \cdot \sin(\pi x/l)$ qatorini yoyilish geometrik interpretatsiyasi: 1,2,3 - qator hadlarining nomlari, f_1, f_2, f_3 - qator hadlarining maksimal ordinatalari

Ta'sir qilayotgan tashqi yuklar va simmetrik va qatorning birinchi hadi birinchi shakli beradi. Shuning uchun qatorni 1-hadi bilan cheklamaymiz (2.30-formulaga qarang):

$$y = f_1 \cdot \sin \pi x/l \quad (2.33)$$

tenglamadan $M(x)$ ni topamiz:

$$M(x) = -f_1 \cdot EJ \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi \cdot x}{l} \quad (2.45)$$

f_1 ga teng bo'lgani uchun (2.45) va (2.30)-larni (2.43)ga qo'yamiz:

$$-f_1 \cdot EJ \frac{\pi^2}{l^3} \sin \frac{\pi \cdot x}{l} = M_0 - N_{00} \cdot f_1 \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$$

Agar $x = \frac{l}{2}$ da $\sin \frac{\pi \cdot x}{l} = \sin \frac{\pi \cdot l}{2 \cdot l} = 1$ ni va

$$\frac{\pi^2 EJ}{l^3} = N_{00}$$
 ekanligini hisobga olsak,

$$-f_1 N_{00} = M_0 - N_{00} \cdot f_1$$
 hosil bo'ladi

bu tenglamadan M_0 ni topamiz:

$$M_0 = N_{00} \cdot f_1 - f_1 \cdot N_{00} = f_1 (N_{00} - N_{00})$$

Solqilik f_1 ni qiymatini quyidagi formuladan aniqlashimiz mumkin:

$$f_1 = \frac{M_0}{N_{00} - N_{00}} \quad (2.46)$$

Agar $f_1 = f_{\text{max}}$ teng bo'lishini hisobga olsak, u holda cho'zilishdagi normal kuchlanishning formulasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$\sigma_{00} = \frac{N_{00}}{A} + \frac{M_0}{W} - \frac{N_{00} \cdot M_0}{W(N_{00} - N_{00})} = \frac{N_{00}}{A} + \frac{M_0}{W} \left(1 - \frac{N_{00}}{(N_{00} - N_{00})} \right) \quad (2.47)$$

Demak, cho'zilib-egiluvchi elementlarda hosil bo'ladigan normal kuchlanish quyidagi formula yordamida aniqlanishi kerak, bunda cho'zuvchi kuch egilishga qarshilik ko'rsatadi va kesimda hosil bo'ladigan egiluvchi moment qiymatini kamaytiradi:

$$\sigma_{00} = \frac{N_{00}}{A} + \frac{M_0}{W} \left(1 - \frac{N_{00}}{(N_{00} - N_{00})} \right) \quad (2.48)$$

Uni soddalashtirish natijasida tenglama quyidagi ko'rinishga keladi:

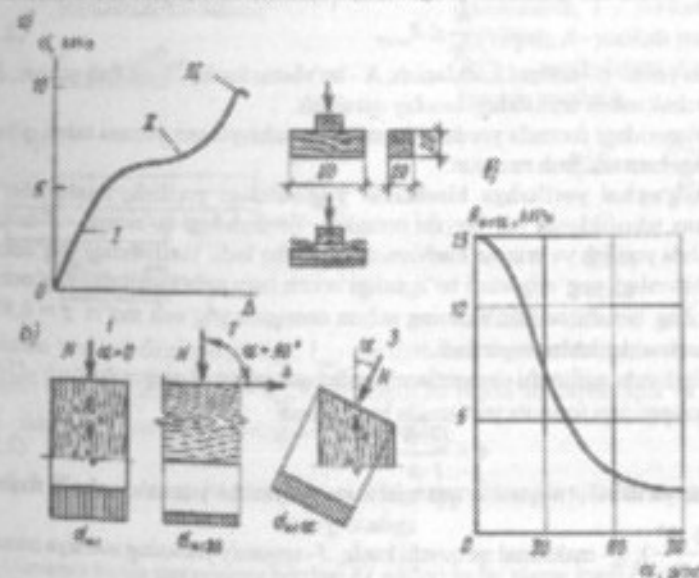
$$\sigma_{00} = \frac{N_{00}}{A} - \frac{N_{00} \cdot M_0}{W(N_{00} - N_{00})} \quad (2.49)$$

Demak, cho'zilib-egiluvchi yog'och elementlarni birinchi guruh chegaraviy holat bo'yicha hisoblashlarda (2.49)- formuladan foydalanish mumkin va u iqtisodiy jihatdan samara beradi, ya'ni bu formula cho'zuvchi kuchdan teskari ishora bilan hosil bo'lgan momentni to'la hisobga oladi.

Yog'ochni ezilishga hisoblash. Yog'ochni ezilishi yog'och element sirtiga perpendikulyar siquvchi kuch ta'sir qilgan holatda yuz beradi. Ko'p hollarda ezilishda hosil bo'ladigan kuchlanish tekis tarqalgan bo'ladi. Ezilish - bu yuzaning siqilishi bo'lib, u umumiy yoki mahalliy bo'lishi mumkin. Umumiy ezilishi yog'och element yuzasining hammasi bo'yicha siquvchi kuch ta'sir qilgan holda, mahalliy ezilish esa yuzaning qismiga ta'sir qilgan holda hosil bo'ladi. Ezilishdagi mustahkamlik va deformatsiyalanuvchanlik ezilish burchagiga bog'liqdir.

Ezilish burchagi - α , yog'och tolasi va ezuvchi kuch yo'nalishi orasidagi burchakdir. Agar $\alpha = 0^\circ$ bo'lsa, to'g'ridan-to'g'ri tolalari bo'ylab siqilishga ishlaydi. Bu holdagi yog'ochning ezilishdagi hisobiy qarshiligi $R_{00} = 13$ MPa yoki 15 MPa ga teng bo'ladi. Tolalariga ko'ndalang $\alpha = 90^\circ$ dagi ezilishdagi yog'och tolalari eng noqulay sharoitda ishlaydi va katta deformatsiyalanish yuz beradi. Yog'ochni tolalariga ko'ndalang umumiy ezilishdagi qiymati eng katta, ko'ndalang ezilishdagi hisobiy qarshiligi esa eng kichik bo'ladi va u $R_{90} = 1,8$ MPa ga tengdir. Tayanch yuzalaridagi ezilish umuman olganda konstruksiyaning ishlashiga ta'sir qilmaydi va ko'ndalang ezilishdagi hisobiy qarshilik $m = 1,67$ ishlash sharoiti koeffitsiyentiga ko'paytiriladi ($R_{00} = 3$ MPa).

18- rasmda eziluvchi element uchun standart namuna, uning deformatsiyalanish diagrammasi, kuch burchak ostida ta'sir qilgan holatlarda ezilishdagi normal kuchlanishlar epyuralarining ko'rinishlari va ezilishdagi hisobiy qarshilikni kuchni ta'sir burchagiga bog'liqlik diagrammasi keltirilgan.



18-rasm. Eziluvchi elementlar: a) deformatsiya grafiqi va namuna; b) ezilish stresslari va kuchlanish epyuralari; v) burchakka nisbatan ezilishdagi hisobiy kuchlanish grafiqi.

Tolalarga ko'ndalang mahalliy ezilishda qo'shni yuklanmagan yuzadagi tolalar ham ezilish deformatsiyasiga qarshilik ko'rsatadi, ya'ni deformatsiyani kichik bo'lishiga yordam beradi. Yuklangan yuzaga ta'sir uzunlikka ham bog'liqdir. Uzunlik - l qancha kichik bo'lsa, ta'siri shuncha katta bo'ladi. Bunda ezilishdagi hisobiy qarshilik quyidagi empirik formula yordamida aniqlanadi.

$$R_{\text{max}} = R_{\text{ex}} \frac{R_{\text{ex}}}{1 + 8/(L_e + 1.2)} \quad (2.50)$$

Qo'shni yuklanmagan yuzani o'zining ezilgan yuzi uzunligi va element qalinligidan kichik bo'lmaydigan kerak.

Cho'zilishda, bilt shaybasi tagidagi yog'ochning ezilishiga atrofdagi yuzalar ham yordam beradi va ezilish burchagi 60° dan katta bo'lgan holda ezilishdagi hisobiy qarshilik $n = 2.2$ ishlash sharoiti ko'rsatayotgani ko'paytiriladi ($R_{\text{ex}} \alpha = 40 \text{ MPa}$). Qiya α - burchak ostida ezilishdagi hisobiy qarshilik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$R_{\text{ex}} = \frac{R_c}{1 + (R_c/R_{\text{ex}} - 1) \sin^2 \alpha} \quad (2.51)$$

Birikmalar ezilishdagi hisobiy qarshilik yuqoridagi formulalar yordamida ishlash sharoitini hisobga olgan holda aniqlanadi.

Erituvchi elementlarni hisoblash quyidagi formula yordamida bajariladi:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\text{ex}} \quad (2.52)$$

bu yerda: σ - normal kuchlanish; N - bo'y lama kuchi; A - ezilish yuzasi; R_{ex} - α - burchak ostida ezilishdagi hisobiy qarshilik.

Yuqoridagi formula yordamida ezilishga ishlaydigan yuzani talab qilingan qiymatini ham aniqlash mumkin.

Yog'ochni yorilishga hisoblash. Yog'ochdagi yorilish, tolalari bo'y lab bo'y lama tekisliklarda yuz berishi mumkin. Yorilishdagi zo'riqish - T ta'arida yog'ochda yorilish va urinma kuchlanish hosil bo'ladi. Yorilishdagi yog'ochning mustahkamligi, yog'och tolali bo'lganligi uchun ham juda kichikdir. Yog'ochdagi tolalar bog'lanishi zaifdir, shuning uchun osongina yog'och mo'rti $\tau = 6,8 \text{ MPa}$ o'rtacha kuchlanishlarda yoriladi.

Egishda, egiluvchi elementlarni yorilishga maksimal qirg'ovchi kuch - $Q/8$ ta'ariga quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

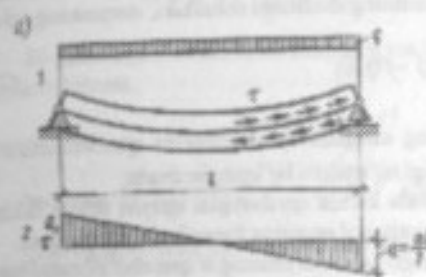
$$\tau = \frac{Q \cdot S}{J \cdot b} \leq R_{\text{ex}} \quad (2.53)$$

bu yerda: S - neytral o'qqa nisbatan yoriluvchi yuzaning statik moment

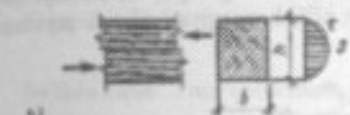
($S = \frac{b \cdot h^2}{8}$), Q - maksimal qirg'ovchi kuch, J - umumiy yuzaning inersiya moment

($J = \frac{b \cdot h^3}{12}$); R_{ex} - yorilishdagi hisobiy qarshilik ($R_{\text{ex}} = 1,6 \text{ MPa}$); b - kesimning eni.

19-rasm elementlarda urinma kuchlanishlarning hosil bo'lishi, qirg'ovchi kuch va urinma kuchlanish qiyasolari keltirilgan.



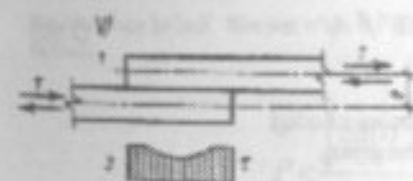
19-rasm. Yoriluvchi elementda: a - egilishdagi yorilish; b - vaddi shunday: bir tomonlama yoriluvchi kuchlardan; v - vaddi shunday: ikki tomonlama yoriluvchi kuchlardan.



Birikmalarni yorilishga hisoblashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\tau = \frac{T}{A} \leq R_{\text{ex}}^{\text{y}} \quad (2.54)$$

bu erda: τ - urinma kuchlanish; T - yorilishdagi zo'riqish; A - yorilish yuzasi; R_{ex}^{y} - yorilishdagi o'rtacha hisobiy qarshilik.



$$R_{\text{ex}}^{\text{y}} = \frac{R_{\text{ex}}}{1 + \frac{\beta - 1}{e}} \quad (2.55)$$

bu yerda: R_{ex}^{y} -

2, 1 MPa - hisobiy maksimal yog'ochni yorilishdagi qarshiligi; l_{y} - yorilish maydoni uzunligi; e - yorilish zo'riqish eksentrisiteti; $\beta = 0,25$ - yorilishda zo'riqish bir tomonlama va $\beta = 0,125$ - ikki tomonlama bo'lgandagi ko'rsatkichlar.

2.3 Ko'ndalang kesim yuzasi o'zgaruvchan sterjenlarning turg'unligi

Umumiy holda sterjenning birligi $EI = EI(x)$ va bo'y lama kuch $P = P(x)$ kuch o'zgaruvchi funktsiyalar bo'lgan holda elastik sterjenning muvozanat holati tenglamasi

$$(EY')'' + (PY')' = q \quad (2.56)$$

analitik yechimga ega bo'lmaydi. Bunday hollarda kritik (chegaraviy yoki qaltir) yukning qiymatini aniqlashning taqribiy usullaridan foydalaniladi. Ana shunday usullardan biri energetik usuldir. Usulning mazmuni shundaki, sterjenning solqilik chiqiqi taqriban

$$Y(x) \approx f\eta(x) \quad (2.57)$$

ko'rinishda olinadi.

Bu yerda: $\eta(x)$ -sterjenning chegaraviy shartlarini qanoatlantiruvchi noma'rum funksiya; f -kattaligi no'nsiz bo'lgan paramet.

Boshlang'ich holatidan juda kichik qiyshaygan sterjen uchun ikkinchi darajali cheksiz kichik aniqlikdagi potentsial energiya formulasini aniqlaymiz.

U_1 -ichki kuchlarning potentsial energiyasini sterjenning o'qini cho'zilmaydigan va siqilish deformatsiyasi yo'q deb faraz qilib, egilish energiyasi sifatida quyidagicha yozamiz,

$$U_1 = \frac{1}{2} \int_0^l \frac{M^2}{EI(x)} dx \quad (2.58)$$

Materiallar qeshiligi faradan ma'lumki, $\frac{M}{EI} = Y''$ bundan

$$M = EY'' \text{ kelib chiqadi.} \quad (2.59)$$

(2.59) ni (2.58) ga qo'yisak

$$U_1 = -\frac{1}{2} \int_0^l EI(x)(Y'')^2 dx \quad (2.60)$$

hosil bo'ladi:

bu yerda, l -sterjenning uzunligi, Y -ning solqiligi.

Bo'y lama P kuchining potentsial energiyasi,

$$U_2 = \frac{1}{2} \int_0^l P(Y')^2 dx \quad (2.61)$$

formula orqali hisoblanadi. U holda to'la energiya

$$U = U_1 + U_2$$

yoki

$$U = -\frac{1}{2} \int_0^l (EI(Y'')^2 - P(Y')^2) dx \quad (2.62)$$

formula orqali hisoblanadi. (2) ni (7) ga qo'yisak

$$U = 0.5 f^2 \int_0^l (EI(x)(\eta'')^2 - P(\eta')^2) dx \quad (2.63)$$

20-qismdagi 2-shakilda ko'rsatilgan yuklanganlik holati uchun quyidagicha belgilash kerak,

$$U = 0.5 \cdot G \cdot f^2 \quad (2.64)$$

bu yerda $G = \int_0^l (EI(\eta'')^2 - P(\eta')^2) dx$ formidagi ega bo'lamiz.

Berilgan sistema muvozanatda bo'lishi uchun:

$$\frac{dU}{df} = Gf = 0$$

bo'lishi kerak. Turg'unlik sharti esa

$$\frac{d^2U}{df^2} = G > 0$$

bo'lishi kerak, ya'ni potentsial energiya funksionalining qabariqli postga qaratilgan bo'lishi kerak. Shunday qilib turg'unlik sharti:

$$\int_0^l (EI(\eta'')^2 - P(\eta')^2) dx > 0 \quad \text{yoki} \quad \int_0^l P(\eta')^2 dx < \int_0^l EI(\eta'')^2 dx$$

ko'rinishga keladi. Sterjen o'q bo'y lab bo'y lama kuch P -const bo'lgan hol uchun,

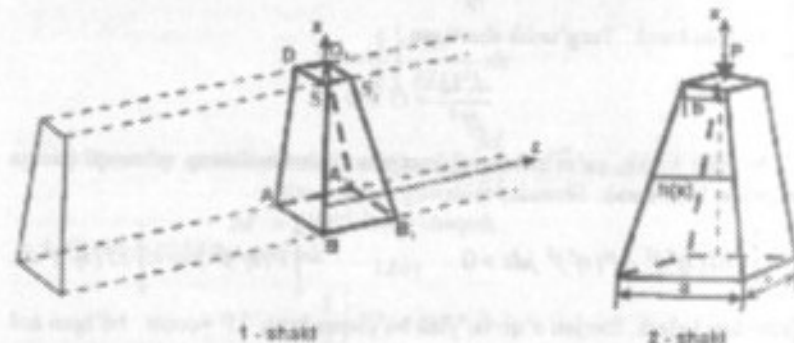
$$P < \frac{\int_0^l EI(\eta'')^2 dx}{\int_0^l (\eta')^2 dx} \quad (2.65)$$

formula hosil bo'ladi. Shu narsa ayerki, η funksiyaning qabul qilishi mumkin bo'lgan ko'rinishlarning barchasida (2.64) shart o'rinni bo'lsa berilgan sterjen turg'un muvozanat holatida bo'lish. Funksiyaning P - min qiymatini aniqlovchi formula sterjenning haqiqiy turg'un holati formulasiga mos keladi, ya'ni

$$P_{\text{uz}} = \frac{\int EI(\eta')^2 dx}{\int (\eta')^2 dx} \quad (2.66)$$

Bino monolit devor konstruksiyasining turg'unligi. Ma'lumki devorning uzunligiga perpendikular kesim trapetsiya shaklida bo'ladi. Agar devorning uzunligini cheksiz deb faraz qilinsa, devorning kuchlanishligi haqidagi masalani elastik nazariyasining tekis masalasiga keltirish mumkin.

20-rasmda ko'rsatilgan devordan fikrni qirib olingan ABSD - A₁B₁S₁D₁ o'zgaruvchan kesimli steyenning turg'unligi haqidagi masalani ko'rib chiqamiz.



20-rasm. 1-shakt: monolit devor va undan fikrni qirib olingan steyen memeni;
2-shakt: hisoblash uchun devordan ajratib olingan steyenning ko'rinishi va o'lchamlari.

$s = \text{const}$; $h(x)$ - ko'ndalang kesimning balandligini ifodalovchi chiqiqi funksiya.

Ko'ndalang kesimning inersiya momenti

$$I(x) = \frac{bh^3}{12}.$$

Ko'ndalang kesimning balandligini $h = c_1 + c_2x$ ko'rinishda olsak, c_1 va c_2 larni chegaraviy shartlardan topamiz.

$$\left. \begin{array}{ll} x=0 & \text{da} \quad h=a \\ x=l & \text{da} \quad h=b \end{array} \right\} \quad (2.67)$$

a - devor asosining kengligi,

b - devor yuqori qismi kengligi,

l - devor balandligi,

huni (2.67) ga qo'yamiz.

$$\left. \begin{array}{l} a = c_1 \\ b = c_1 + c_2 l \end{array} \right\} \quad \text{hisob bo'ladi}$$

bundan $c_1 = a$; $c_2 = \frac{a-b}{l}$.

U holda $h = a - \frac{a-b}{l}x$ (2.68)

hisob bo'ladi.

Demak $J(x) = \frac{c \left(a - \frac{a-b}{l}x \right)^3}{12}$; (2.69)

hisoblang o'qning shaklini

$$y = a_0x + a_1x^2 + a_2x^3 + a_3x^4; \quad (2.70)$$

ko'rinishda qilsak, berilgan steyen uchun chegaraviy shartlar quyidagicha bo'ladi

$$\left. \begin{array}{ll} x=0 & \text{da} \quad y=0 \quad \text{va} \quad y'=0 \\ x=l & \text{da} \quad y''=0 \quad \text{va} \quad EJy'''' + Py' = 0 \end{array} \right\} \quad (2.71)$$

(2.70) dan birinchi tartibli hosila olamiz

$$y' = a_1 + 2a_2x + 3a_3x^2 + 4a_4x^3 \quad (2.72)$$

$x=0$ da $y'=0$ ekanligidan $a_1 = 0$ kelib chiqadi, u holda

$$\left. \begin{array}{l} y' = 2a_2 + 6a_3x + 12a_4x^2 \\ y'' = 6a_3 + 24a_4x \end{array} \right\} \quad (2.73)$$

(2.71) ga ko'mamiz

$$\left. \begin{array}{l} 2a_2 + 6a_3l + 12a_4l^2 = 0 \\ EJ(6a_3 + 24a_4l) + P(2a_2l + 6a_3l^2 + 12a_4l^3) = 0 \end{array} \right\} \quad (2.74)$$

tenglamalar sistemasi hosil bo'lishi yoki

$$\begin{cases} 2a_2 + 6a_3l + 12a_4l^2 = 0 \\ 2Pl a_2 + \left(\frac{Ecb^3}{2} + 3Pl^2\right)a_3 + 2l(Ecb^3 + 2Pl^2)a_4 = 0. \end{cases} \quad (2.75)$$

bu yerda tenglamalar sistemasi bir jinsli bo'lganligi uchun $a_1 = 1$ deb olinadi.

$$\begin{aligned} a_2 &= \frac{-6l^2(4Pl^2 - Ecb^3)}{Ecb^3 - 6Pl^2}; \\ a_3 &= \frac{4l(4Pl^2 - Ecb^3)}{Ecb^3 - 6Pl^2}; \end{aligned} \quad (2.76)$$

ni hosil qilamiz.

U holda egilgan o'q uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz

$$y = \frac{f}{Ecb^3 - 6Pl^2} (6l^2(Ecb^3 - 2Pl^2) \cdot x^2 + 4l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x^2 + (Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^3) \quad (2.77)$$

Bu yerda f -noma'lum konstanta.

$$\text{Agar } f^* = \frac{f}{Ecb^3 - 6Pl^2} \text{ va}$$

$$\eta(x) = 6l^2(Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^2 + 4l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x^2 + (Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^3 \quad (2.78)$$

deb belgilash kerisak, kritik kuchni

$$P = \frac{\int_0^l EJ(x)\eta''(x)^2 dx}{\int_0^l \eta'(x)^2 dx} \quad (2.79)$$

tenglamadan aniqlaymiz.

$$\eta'(x) = 12l^2(Ecb^3 - 2Pl^2) \cdot x + 12l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x^2 + 4(Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^3 \quad (2.80)$$

$$\eta''(x) = 12(l^2(Ecb^3 - 2Pl^2) + 2l(4Pl^2 - Ecb^3) \cdot x + (Ecb^3 - 6Pl^2) \cdot x^2) \quad (2.81)$$

$$J(x) = \frac{c}{12}(a-d-x)^3 = \frac{c}{12}(a^3 - 3a^2d + 3a \cdot d^2x - d^3x^2); \quad (2.82)$$

$$\text{Bu yerda } d = \frac{a-b}{l}.$$

$$\begin{aligned} \int_0^l EJ(x)\eta''(x)^2 dx &= \frac{Ecl^5}{70} [D_1(112a^3 + 560a^2d - 840ad^2l^2 - \\ &- 392d^3l^3) + PD_2(896a^3 + 14700a^2d - 12624d^2l^2 - 712d^3l^3) + \\ &+ P^2l^2(-1568a^3 + 16800a^2d - 4078ad^2l^2 + 1216d^3l^3)] \end{aligned} \quad (2.83)$$

ni hosil qilamiz.

$$\int_0^l (\eta'(x))^2 dx = l^7 (10 \frac{2}{7} E^2 c^2 b^6 - 74 \frac{4}{35} P^2 l^4 - 18 E P b^3 c l^2) \quad (2.84)$$

$$\text{Bu yerda } D_1 = E^2 c^2 b^2, D_2 = E b^3 c l^2;$$

Bularni (2.79) tenglamaga qo'yisak va ma'lum ber almashirish va hisoblashlardan keyin quyidagi tenglama hosil bo'lishi.

$$\begin{aligned} 5188 \cdot l^6 P^3 - Ecl^4 (12370 a^3 - 12292 a^2 b - 430 ab^2 + 39 b^3) P^2 + \\ + E^2 b^3 c^2 l^2 (2260 a^3 + 12684 a^2 b - 14760 ab^2 + 640 b^3) P + \\ + E^3 c^3 b^6 (-537 a^3 + 12296 a^2 b - 2016 ab^2 - 392 b^3) = 0 \end{aligned} \quad (2.85)$$

Bu tenglamada quyidagicha belgilashlar kiritamiz

$$A_1 = 5188 l^6; A_2 = -Ecl^4 (12370 a^3 - 12292 a^2 b - 430 ab^2 + 39 b^3);$$

$$A_3 = E^2 b^3 c^2 l^2 (2260 a^3 + 12684 a^2 b - 14760 ab^2 + 640 b^3);$$

$$A_4 = E^3 c^3 b^6 (-537 a^3 + 12296 a^2 b - 2016 ab^2 - 392 b^3)$$

U holda kritik kuchni aniqlash uchun R ga nisbatan kubik tenglama hosil bo'lishi

$$A_1 P^3 + A_2 P^2 + A_3 P + A_4 = 0 \quad (2.86)$$

yoki

$$P^3 + B_1 P^2 + B_2 P + B_3 = 0 \quad (2.87)$$

Hunda $B_1 = \frac{A_2}{A_1}$; $B_2 = \frac{A_3}{A_1}$; $B_3 = \frac{A_4}{A_1}$; (2.87) tenglamani kanonik ko'rinishga keltirish uchun quyidagicha almashtirish bajaramiz

$$P = U - \frac{B_z}{3}$$

U holda tenglama $U' + R_1 U + R_2 = 0$ (2.88)
ko'rinibga keladi

Bu yerda $R_1 = -\frac{B_z'}{3} + B_{z1}$; $R_2 = 2\left(\frac{B_z'}{3}\right)' - \frac{B_z \cdot B_z'}{3} + B_{z1}$;

(2.88) tenglamaning haqiqiy yechimi quyidagi formuladan topiladi:

$$U = \sqrt{-\frac{R_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)' + \left(\frac{R_2}{2}\right)'}} + \sqrt{-\frac{R_1}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)' + \left(\frac{R_2}{2}\right)'}} \quad (2.89)$$

Kritik kuch esa quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_{*} = \sqrt{-\frac{R_1}{2} + \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)' + \left(\frac{R_2}{2}\right)'}} + \sqrt{-\frac{R_1}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)' + \left(\frac{R_2}{2}\right)'}} - \frac{A_z}{3A_z} \quad (2.90)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och va plastmassa konstruksiyalari nechta chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi?
2. Yuklarni qanday turlari mavjud?
3. Markaziy cho'zilishga qaysi formula yordamida hisoblanadi?
4. Markaziy siqilishga qaysi formula yordamida hisoblanadi?
5. Chegaraviy egiluvchanlik deganda nimani tushinasiz?
6. Egilishda qanday zo'riqishlar hosil bo'ladi?
7. To'g'ri va qiyshiq egilishlarni tushuntirib bering?
8. Nemarkaziy siqilishda qaysi formula yordamida mustahkamlikni tekshiriladi?
9. Nemarkaziy cho'zilishda qaysi formula yordamida normal kuchlanish aniqlanadi?
10. Yog'och eritishga qanday hisoblanadi?
11. Yog'och yuritishga qanday hisoblanadi?
12. Bino devorining ustoverligi qanday ta'minlanadi?

3-BOB

Yog'och va plastmassa konstruksiyalarining birikmalari

3.1. Yog'och konstruksiyalarining birikmalari

Yog'och materialining o'lchamlari cheklanganligi uchun, ularni ko'pincha ulashtirish, ko'ndalang kesimini kattalashtirish zarur bo'lib qoladi. Shunday hollarda birikmalardan foydalanishga to'g'ri keladi. Yog'ochni ko'ndalang kesimi bo'yicha ham, uzunligi bo'yicha ham birlashtirish mumkin.

Ishlash xarakteriga qarab ular quyidagi turlarga bo'linadi.

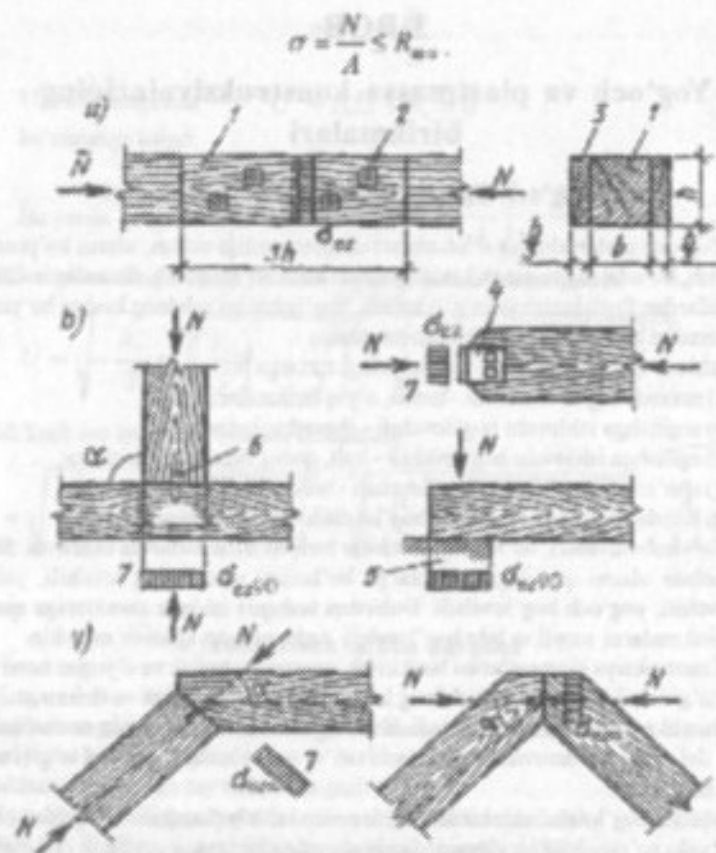
- a) maxsus bog'lovchilarsiz - tirash, o'yiq birikmalari;
- b) siqilishga ishlovchi bog'lovchili - shponka, kolodtsa;
- v) egilishga ishlovchi bog'lovchili - bolt, qoziq, mix vint, plastinka;
- g) cho'zilishga ishlovchi bog'lovchili - bolt, xosut, vint;
- d) siqilish-yuritishga ishlovchi bog'lovchili - yellenlangan yog'och.

Ko'rinib turibdiki, bir xil bog'lovchilar turli birikma turlarida uchraydi. Shuning uchun ularni quyidagi guruhlariga bo'lamiz: metall bog'lovchili, yelim bog'lovchili, yog'och bog'lovchili. Bulardan tashqari ishlash xarakteriga qarab yana birikmalarni mayil va biki bog'lovchili turlarga ham ajratish mumkin.

Konstruksiya elementlarini birlashtirish jarayonida tashik va o'yiqqlar hosil qilishga to'g'ri keladi. Bular ko'ndalang kesimning zaiflashishiga va deformatsiyalanuvchanlikni o'rinishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun birikmalarning mustahkamligi va deformatsiyalanuvchanligi, hisoblash va tayyorlashga, yelimni to'g'ri tanlashga bog'liqdir.

Maxsus bog'lovchilarsiz birikmalarda uchta katta bo'lmagan zo'riqishlar hosil bo'ladi yoki zo'riqishlar bir elementdan boshqasiga biridaniga uzatiladi (2.1-rasm). Ulardagi maxsus bog'lovchilarni hisoblash talab qilinmaydi. Bunday birikmalarga konstruktiv o'yiqqlar va pesh o'yiqqlar kiradi. Yog'och konstruksiyalaridagi eng ko'p tarqalgan konstruktiv birikmalarga: cherak o'yiq, shpona, yarim o'yiq va qiyshiq tashlar kiradi. O'yiqqlar juda sodda va ishonchli birikmalar hisoblanadi va siqilishga ishlovchi elementlarni ulash uchun qo'llaniladi. Ular siquvchi bo'yama kuchdan ta'sir bo'ladigan ezilishga ishlaydi va hisoblanadi. Ular cho'zilishga ishlamaydi. Bunday birikmalar yuqorida ko'rilgan (2.50), (2.51), (2.52) formulalar yordamida mustahkamlikni tekshiriladi:

$$R_{*} = R_{*0} \frac{R_{*0}}{1 + 8/(l_{*} + 1,2)}; R_{*0} = \frac{R_z}{1 + (R_z/R_{*0} - 1) \sin^2 \alpha} \quad (3.1)$$



21- rasm. Tirlash:

a - yig'och to'ldan bo'yish bo'yama; b - tolalarga ko'ndalang; v - tolalarga burchak ostida qiyshiq; 1 - elementlar; 2 - tortuvchi boltlar; 3 - qoplamalar; 4 - po'lat mahkamlash; 5 - tayanch; 6 - qiziq; 7 - zaliqdagi kuchlanish epyuntari; α - erilish burchagi.

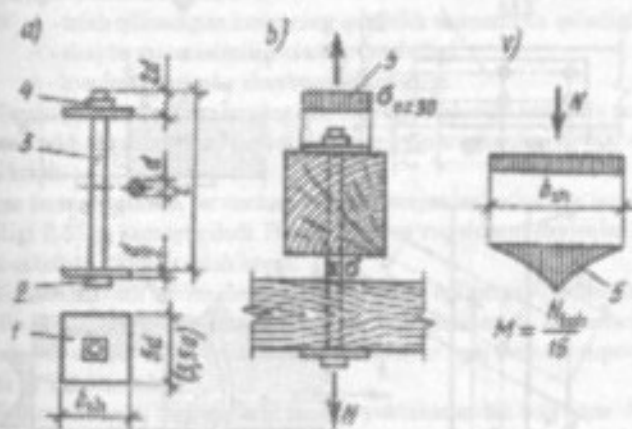
Po'lat bog'lovchili birliklari - bu shunday yig'och elementlari; birikmani, unda ta'sir qilayotgan zo'riqlar po'lat bolt, storjen, mix, vint, xusnut, tishli plastinka va boshqa bog'lovchilar orqali uzatilishi mumkin. Ularning ichida eng ko'p tarqalgani - bolt va mix hisoblanadi. Boltli birliklar cho'ziluvchi va egnuvchi boltli birliklarga bo'linadi.

Tortuvchi boltli birliklarda boltlar, konstruksiyalarning o'zaro tugunlarini va alohida elementlarni ko'ndalang zich biriktirish uchun xizmat qiladi (22-rasm).

Ustning diametri konstruktiv tanlanadi. Tortuvchi boltlar diametri 12 mm dan va birikma umumiy qalinligining 1/20 qismidan kam olmaydi. Tortuvchi boltli birliklarni yig'och konstruksiyalarini tayanchlarini mahkamlashda, o'riyotma konstruksiyalarga jihozlarni o'rnatishda va yana tugun birliklarida qo'llaniladi. Ular hisobiy yuklarni bo'yicha cho'ziluvchi kuchga hisoblanadi. Bolt uchun tashilgan zaif kesim cho'zilishga hisoblanadi:

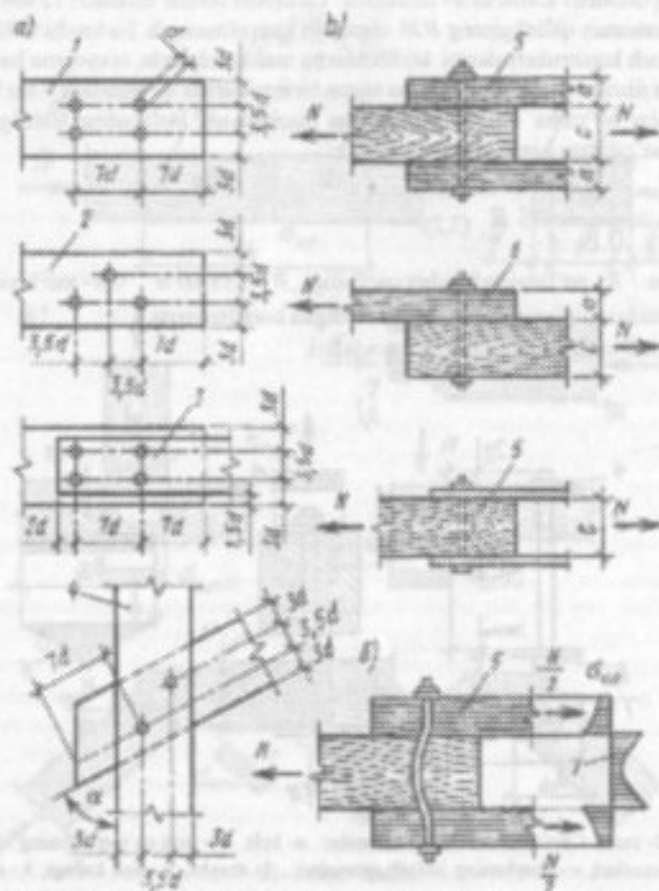
$$\sigma = \frac{N}{0.8 \cdot A} \leq R, \quad (3.2)$$

bu yerda: R - po'latning hisobiy qarshiligi, $R = 235 \text{ MPa}$; 0.8 - zaif kesimni kuchlanishlar to'planishi e'tilgan o'lasigan ko'rsatkichi.
Boltli joylashtirish tartibi va qoidalari.



22- rasm. Cho'ziluvchi boltli birliklar: a - bolt; b - bolt va yig'ochning ishlash sharoitlari; v - shayba; 1 - shayba; 2 - bolt bolagi; 3 - o'zak; 4 - g'ayka; 5 - kuchlanish epyuntari.

Eg'ishda, tolalari bo'yilab to'g'ri tartibda joylashtirilganida boltlar orasidagi masofa eng kamida $S_1 = 7d_{bol}$, ko'ndalang yo'nalish bo'yicha esa yon tomonidan kamida $S_2 = 3d_{bol}$, boltlar orasidagi masofa $S_3 = 3.5d_{bol}$; shaxmat tartibida boltlar joylashtirilganda, bo'yilab yo'nalish bo'yicha birinchi qoldiriladigan masofa $S_1 = 7d_{bol}$, keyingi oraliq masofalar minimum $S_2 = 3.5d_{bol}$, ko'ndalang yo'nalish bo'yicha yon tomonidan birinchi masofa $S_3 = 3d_{bol}$, oraliqlardagi masofalar esa $S_4 = 3.5d_{bol}$. Agar metall qoplamali bo'lsa, birinchi $S_1 = 2d_{bol}$ masofa qoldiriladi, keyingi boltlar har $S_2 = 7d_{bol}$ da qo'yilishi mumkin (23-rasmga qarang).



23-rasm. Egituvchi bolt birliklari: a - qo'yish tizimi; b - hisobiy tizimlar; v - ishlash tizimi. 1-4-g'ri tizimda qo'yish; 2- shaxmat tizimda qo'yish; 3-po'lat qoplamalar; 4- burchak ostidagi birliklarda; 5-simmetrik ikki qirg'och; 6-nosimmetrik bir qirg'och. 7-yog'ochni ezilishdagi kuchlanish e'yrasi.

Bolt shaybasi tagidagi yog'och ezilishi mustahkamlik bo'yicha quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\text{oz}}. \quad (3.3)$$

Shaybaning talab qilinadigan yuzi va orqali, uning tomonlari o'lchamlariga ham tenglash mumkin:

$$A = \frac{N}{R_{\text{oz}} \cdot 0.8}. \quad (3.4)$$

$R_{\text{oz}} = 4 \text{ MPa}$ - yog'ochning mahalliy ezilishdagi hisobiy qarshiligi.

Shaybaning ishlash tizimiga asosan, eng katta egiruvchi moment M shayba kesimining o'rtasida hosil bo'ladi. Shaybaning o'lchamlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$M = \frac{N \cdot b}{16}, \quad W = \frac{M}{R}, \quad \delta = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{R}}, \quad (3.5)$$

bu yerda:

W, d - talab qilinadigan kesimning qarshilik momenti va qalindigi;

R - shayba materialining hisobiy qarshiligi;

b - kvadrat plastinka shaybaning kengligi.

Tarmoqli konstruksiyalarning cho'zilishga ishlavchi tortuvchi po'lat sterjenlari ham xuddi shunday hisoblanadi. Ularning egiluvchanligi $\lambda = 400$ dan ortib ketmasligi kerak.

Asar forma tugunida bir necha tortuvchi sterjenlar bo'lsa, po'latning hisobiy qarshiligi 0.85 ga kamaytiriladi. Bunda faqat zo'rliqlarni sterjenlar bo'yicha notekis tarqalishini hisobga olish kerak.

Egituvchi boltli birliklarda boltlar, asosan, egilishga, qisman qirg'ochga ishlavchi. Bu birlikna yog'och konstruksiyalarning choklarida, tugunlarida keng qo'llaniladi va ularda hosil bo'ladigan zo'rliqlar o'zgaruvchan egiruvchi yoki cho'zuvchi bo'lishi mumkin.

Egituvchi boltli birliklarni hisobiy yuklamalardan bo'yлама -N kuchiga hisoblanadi:

$$N_k = \frac{N}{T \cdot n_{\text{chok}}}. \quad (3.6)$$

bu yerda: n - birliklarni bir tomoni yarmidagi boltlar soni, N - bo'yлама kuchi, T - bitta chokdagi boltning eng kam yuk ko'tarish qobiliyati, n_{chok} - qirg'ochlar soni (choklar).

T quyidagicha aniqlanadi:

yog'och qoplamalarida boltning egilishi bo'yicha

$$T_{\text{og}} = (1.8a^2 + 0.02a^3) \sqrt{K_a}, \quad \text{kN} \quad (3.7)$$

po'lat qoplamalarida boltning egilishdagi mustahkamligi bo'yicha

$$T_{\text{pl}} = 2.5a^2 \sqrt{K_a}, \quad \text{kN} \quad (3.8)$$

o'rtadagi elementning ezilishi bo'yicha

$$T_n = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot K \cdot kN \quad (3.9)$$

chetki va eng qalin bir qirg'irni elementni ezilishi bo'yicha

$$T_n = 0,8 \cdot a \cdot d \cdot K_n \cdot kN$$

chetki va eng yupqa bir qirg'irni elementning ezilishi bo'yicha

$$T_n = 0,3 \cdot a \cdot d \cdot K_n \cdot kN \quad (3.10)$$

bu yerda: d - bolt diametri (mm); c - a stavlagi elementning qalinligi (mm);

a - chetki elementning qalinligi (mm);

K_n - simmetrik va qiyalikni hisobga oladigan koeffitsiyent.

Egiluvchi po'lat sterjenli birikmalarda, 4-1 sinfdagi siliq armaturalar qo'llaniladi va bu birikmalar ham egiluvchi boltli birikmalar kabi ishlovchi hisoblanadi.

Kimyoviy agressiv va nam muhitlardagi egiluvchi boltli yog'och elementli birikmalarda bolt diametri $D-16$ va stekloplastikadan AG-4S lardan tayyorlanishi mumkin. Ularning yuk ko'tarish qobiliyati, shu jumladan:

$$D-16 \rightarrow T_n = (1,6d^2 + 0,02a^2), \quad (3.11)$$

$$AG-4S \rightarrow T_n = (1,45d^2 + 0,02a^2). \quad (3.12)$$

Mixlar ham xaddi tegellar kabi ishlovchi. Ular yog'ochga qoqiladi. Amaliyotda mixlarning diametri 6 mm dan oshmaydi. Mixni yog'och taxtagi mixdashida, uning diametri, 0,25 d_{max} dan katta bo'lishi kerak.

Mixni joylashtirish tartibi va qoidolari:

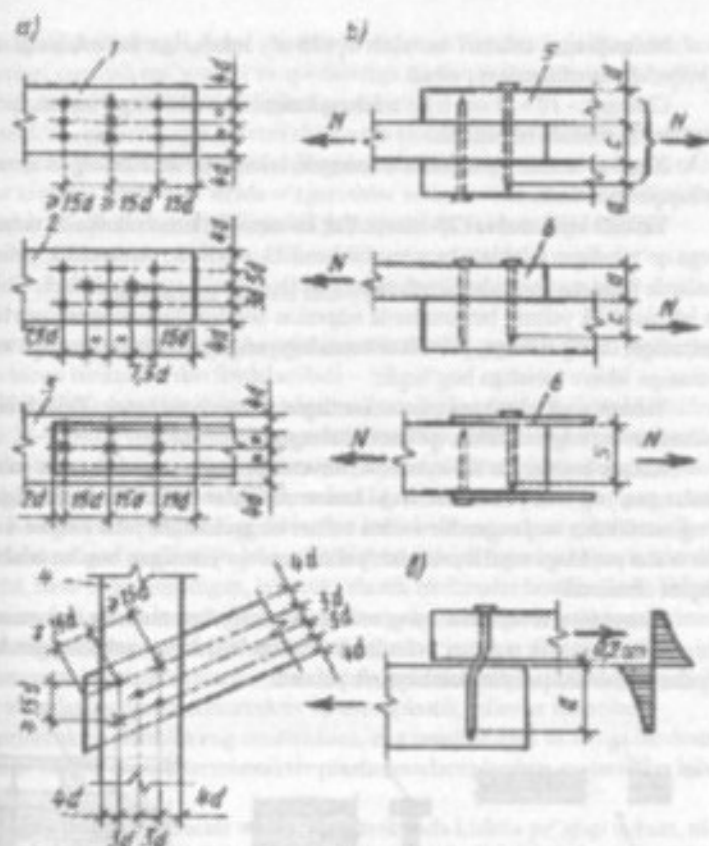
Egilishda, tolalari bo'yicha to'g'ri tartibda joylashtirilganda mixlar orasidagi masofa va birinchi tashlanadigan masofa eng kamida $S_1 = 15d_{max}$, ko'ndalang bo'yicha esa kamida $S_2 = 4d$, shaxmat tartibida mixlar qoqilganda bo'yilmasi bo'yicha mixlar orasidagi masofa yonidan birinchi tashlanadigan masofa $S_1 = 15d_{max}$ keyingi oraliq masofalar minimum $S_3 = 7,5d_{max}$, ko'ndalang bo'yicha yonidan birinchi masofa $S_2 = 4d$, mixlar oraliqlaridagi masofa $S_4 = 3d$.

Agar metall qoplama ustidan mixlanadigan bo'lsa, birinchi $S_1 = 2d_{max}$ masofa qoqiladi, keyingi mixlar har $S_3 = 15d_{max}$ da mixlanishi mumkin (24-rasmga qarang).

Mixli birikmalar zich birikma hisob qiladi. Lekin vaqt o'tishi bilan siljish vaqtiga keladi, bu esa uning kamchiligidir.

Mix, viat (silang, gilyari, chugak(skofo), xomur, tortuvchi bolt va tortiqchilar cho'ziluvchi bog'lovchilarga kiradi. Bog'lovchilar tortuvchi, tortmas, vaqtinchalik va doimiy talarga bo'linadi. Birinchi turdagi bog'lovchilar, ayniqsa, doimiy bog'lovchilar zararlardan muhofaza qilingan bo'lishi kerak.

Bog'lovchilar metall konstruksiyalari me'yori bo'yicha cho'zilishga hisoblanadi. Mixlar sug'urishga, yog'ochga sirti tegib ishqalanishi hisobiga qarshilik ko'rsatadi (24-rasm). Ishqalanish kuchi yog'ochda yoriq hosil bo'lsa kamay-



24-rasm. Egiluvchi mixli birikmalar: a - mixdash o'zmaslari; b - hisobiy o'zmaslari; v - yog'ochni ezilishdagi kuchlanish qayinlari o'zmaslari; 1,2 - to'g'ri va shaxmat tartibida mixdash; 3 - po'lat qoplamali; 4 - barchak ostidagi birikmalarda; 5 - simmetrik iki qirg'irli; 6 - nonsimmetrik bir qirg'irli.

ishi ham mumkin. Sug'urishdagi bitta mixning yuk ko'tarish qobiliyati quyidagicha aniqlanadi:

$$T_{sug} \leq R_{sug} \cdot \pi \cdot d_{mix} \cdot l_{qurush}, \quad (3.13)$$

bu yerda: R_{sug} - hisobiy qarshilik ($R_{sug} = 0,33 MPa$ - quruq yog'och uchun, $R_{sug} = 0,31 MPa$ - bo'y yog'och uchun); $\pi = 3,14$ ga teng; d_{mix} - mix diametri, mm; l_{qurush} - mixning qoqilgan qismi uzunligi, mm; T_{sug} - sug'urishdagi bitta mixning hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati.

Shurularni tolalari bo'ylab $S_1=10 d_1$, tolalariga ko'ndalang bo'yicha $S_2=S_3=5d_1$ masofalarda qo'yiladi.

Changlik - 10-18 mm li ko'ndalang kasini deyarimon po'latdan, qo'shimcha bog'lovchi sifatida ishlatiladi.

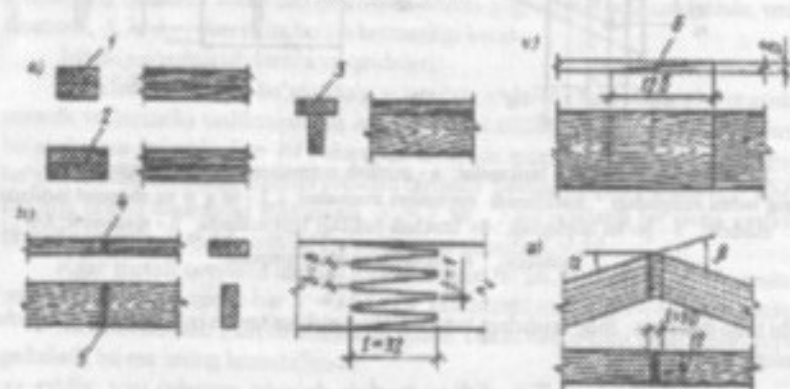
Xorut - xizmi changlikka o'shaydi, lekin u birlashtirilayotgan elementlarni to'liq qamrab oladi.

Yelimli birikmalar (25-rasm). Yuk ko'taruvchi konstruksiyalar uchun yelimlarga qo'yiladigan talablar: teng mustahkamlik, yaxlitlik, chidamlilik, yelimli birikmalarda faqat surva chidamli yelimlarni qo'llash orqali vujudga keladi. Chidamlilik va ishonchlilik yelimli birikmalarda adgezion bog'lovchilarning ustuvorligiga, yelim turiga, uning sifatiga, yelimlash texnologiyasiga, ishlatish sharoitiga va tuxtalar yuzasiga ishlov berishga bog'liqdir.

Yelimli chok - birikma mustahkamligini ta'minlash kerak. Yelimli birikmalar qalindan darudgorchilikda qo'llanib kelingan.

XX asr boshlarida Shveytsariya, Shvetsiya, Germaniyada kazein yelimida yelimlangan yog'och yuk ko'taruvchi konstruksiyalar qo'llanila boshlangan. Ularning namlikdan saqlangan bir nechta turlari birgacha ham yetib kelgan. Lekin bir-bir o'sha paytdagi oqilliy yelimlar, yelimlarga qo'yiladigan barcha talablarni qoniqtira olmas edi.

Kimyoning rivojlanishi yog'och konstruksiyalari tarixida industrial ishlab-chiqarishni, sintetik polimer yelimlarni vujudga kelishi esa yelimlangan konstruksiyalar ishlab chiqarishni kuchaytirib yubordi.



25-rasm. Yelimli birikmalar: a - ko'ndalang choklar; b - bo'yama choklar; v - burchak chok; 1 - uzun to'liq chok; 2 - qisqa tomonli chok; 3 - uzun va qisqa tomonli chok; 4 - tishli o'yig; 5 - finisidagi tishli o'yig chok; 6 - tishli burchak o'yig.

Kazein va oqilliy yelimlardan farqli sintetik yelimlar chok mustahkamligini, surva chidamligini yuqori darajada ta'minlaydi. Hozirgi paytda rezorsinali, fenol-

rezorsinali, alkilrezorsinali, fenol sintetik yelimlar qo'llanilmoqda. Yog'och konstruksiyalari qurilish me'yorlari va qoidalariga asosan yelimli harorat - namlik sharoitini hisobga olgan holda tuziladi.

Elastiklik, qovushqoqlik yelimli choklarda alohida o'rin tutadi. Yog'och metall, finers, yoki plastmassa bilan yelimlanganda, hoshi bo'lgan choklardagi kuchlanish, cho'kishdan harorat ta'arida o'zgarishlar sodir bo'lishi mumkin. Shuning uchun bunday holda kauchukli elastik yelimlarni qo'llash tavsiya etiladi.

3.2. Plastmassa konstruksiyalarining birikmalari

Plastmassa konstruksiyalarida yelimli, yelimmetalli, parchin misli, vinil, poy-vordli va tikma birikmalardan foydalaniladi.

Yelimli birikmalar eng ko'p tarqalgan, samarali plastmassa birikmalari to'rtinchi kiradi (26-rasm). Plastmassalarning mustahkamligi, deformatsiyalanuvchanligi boshqa konstruksion materiallarga yelimlash imkonini beradi. Masalan, penoplastni mustahkamligi va deformatsiyalanuvchanligi 1000 marta ortiq bo'lgan metall bilan yelimlash mumkin. Qalinligi 2 mm dan katta bo'lmagan varaqli materiallarni havo o'tkazmaydigan gazlar bilan yelimlab birlashtirish mumkin. Bunda mustahkam, yaxlit, havo o'tkazmaydigan, tik yoki elastik birikmalar hosil bo'ladi. Yelimli birikmalarni eng asosiy kamchiligi - ko'ndalang cho'zilishga mustahkamligining pastligi va ehtiyotlangan issiqlikka chidamligi.

Plastmassa konstruksiyalarini yelimlashda, yelimlanadigan materiallarni fizik-mexanik xossalriga qarab termoreaktiv va termoplastik yelimlar ishlatiladi.

Termoreaktiv yelimlar eng mustahkam, eng issiqbardosh va surva bardoshli hisoblanadi va ular asosan termoreaktiv plastmassalarni boshqa materiallar bilan yelimlashda qo'llaniladi.

Razinsali yelimlar zararsiz va ularning tarkibida kislotaga yo'qligi uchun, ular yog'och plastikalarni yog'och bilan yelimlashda ishlatiladi. Ularning ichida FR-12 yelim turi mustahkamligi jihatidan eng yuqorini hisoblanadi. Epoksidli yelim-ET-5, yuqori mustahkamligi va universalligi bilan boshqalaridan farq qiladi. Ular qo'llanilmasa ham qotish xususiyatiga ega va qotish jarayonida kirishish yuz bermaydi. Yelim tarkibiga ko'pincha sement qo'shiladi. Sement, qovushqoqlikni oshiradi va yelim narxini kamaytiradi. Bu yelimlar epoksidementli yelimlar deb ataladi va ular termoreaktiv plastmassalarni, metallarni va asbestotsamentlarni yelimlashda qo'llaniladi. Poliefir yelimlari tinchligi bilan ajralib turadi va ulardan tinch stokplastikalarni bir-biri bilan yoki boshqa materiallar bilan yelimlashda foydalaniladi. Fenol-formaldegidli yelimlar juda arzonligi bilan ajralib turadi. Lekin ular qotish jarayonida zaharli va tarkibida kislotaga bor. Ular yog'och plastikalarni va penoplastlarni yelimlashda ishlatiladi.

Termoplastik yelimlarni issiqbardoshlilikgi va mustahkamligi, termoreaktiv yelimlarga nisbatan ancha past va ular asosan termoplastik plastmassalarni yelimlashda qo'llaniladi.

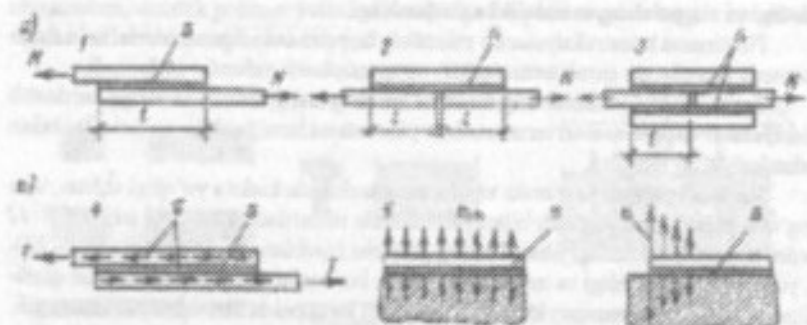
Polimetilakril yelimlari ayniqsa yuqori darajadagi tiniqligi bilan farqlanadi va ular tiniq organik oynalarni yelimlash uchun ishlatiladi.

Pervikvinil yelimlari viniplast va havo o'tkazmaydigan gazlamalarni polivinilvinil qoplamalari bilan yelimlashda qo'llaniladi.

Kamchuk yelimlari - kamchuklardan yoki ularni polimer amolga qirishmasidan tashkil topadi. Ular elastikligi va mo'rt emasligi bilan ajralib turadi. Ularning ko'ndalang usuvchi kuchga bo'lgan qarshiligi nihoyatda kattadir. Ularni ishlatishda qotiruvchi va katta bosim talab qilinmaydi. Bu yelimlar metall, plastmassa va havo o'tkazmaydigan gazlamalarni resins qoplamalari bilan yelimlashda qo'llaniladi.

Varaqli materiallarni yelimli biriktirishda, xususan, qoplamalar va panel qopirg'alari choklarini keltirishda ustma-ust qilib biriktirish, ya'ni bir yoki ikki tomondan qoplamali ustma-ust qilib biriktirish turi qo'llaniladi. Yelimli chokning har bir tomondagi uzunligi qir qilishga hisoblash asosli aniqlanadi. Lekin har qanday holatda ustma-ust qo'yilish uzunligi asbestosementlarda 8 ta qalinlikdan, metallarda 50 ta qalinlikdan va stekloplastikalarda 20 ta qalinlikdan kam bo'lmazligi kerak.

Plastmassa konstruksiyalaridagi yelimli birikma ko'pincha siljishga ishlaydi, ayrim hollarda cho'zilishga ham ishlaydi mumkin. Bunda ta'sir qiluvchi kuch chok tekisligiga ko'ndalang yo'nalishda ta'sir qiladi.



26-rasm. Plastmassadagi yelimli biriktirish va boshqa materiallar. a - birikma turlari; 1 - ustma-ust, 2 - bir qoplamali, 3 - ikki qoplamali; b - birikmaning ishlatilishi: 4 - siljishga, 5 - uzilishga, 6 - no'qis uzilishga, 7 - yelimli choklar

Yelimmetalli birikmalar - aralash birikmalar hisoblanadi va ulardagi metall bog'lovchini turiga qarab farqlanadi: yelim poyvandli (bir jinsli metallarni poyvandli + yelim qatlami); yelim vintli (metall vint + yelim qatlami); yelim parchinimixli (metall parchin mix + yelim qatlami). Yelimmetalli biriktirishlar bir jinsli va turli jinsli yuqori mustahkamlikka ega materiallarni (metall, stekloplastiklar, yog'och materi-

allari), uch qatlamli panellarni va boshqa shularga o'xshash konstruksiyalarni biriktirishda qo'llaniladi.

Tikma va yelimtikimli birikmalar - asosan havo o'tkazmaydigan gazlamalarni bir-biri bilan ulashda qo'llaniladi. Tikimli birikmalarda kapron ip va kamchuk yelimlar ishlatiladi. Tikma birikmalarda iplar cho'zilishga, yelim choklar esa qir qilishga ishlaydi.

Profil kesimli metall elementlarni biriktirishda boltlar, vintlar, parchin mixlar va poyvandlash ishlatiladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och elementlar qanday ulanadi?
2. Bog'lovchilarning qanday turlari mavjud?
3. Birikmalarining qanday turlari mavjud?
4. Plastmassalar qanday ulanadi?

4-BOB

Yog'och va plastmassa to'shamalar

4.1. Yog'och to'shamalar

Yog'och to'shamalar - yog'och to'suvchi to'n yopmalarida yuk ko'taruvchi element hisoblanadi. Ularni tayyorlashga katta miqdorda yog'och sarflanadi. Yog'och to'shamalarni to'g'ri loyihalash trenyopmaning iqtisodiy foydadan samaradorligini belgilaydi. To'shamalar, issiq to'niyotma qatlamlari uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ular asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning ustivorligini ta'minlashda, tik va sharoit yuklamalariga qarshilik ko'rsatadi. To'shamaning konstruksiyasi to'nning va to'n yopma issiqlik so'qlogichlarning xususiyatlariga ham bog'liqdir.

Yog'och to'shamalar, asosan, yog'ochli va yelimlanarli turlarga bo'linadi. Yog'och to'shamalar eng ko'p tarqalgan va qo'llaniladigan to'shamalardir. Ularni tayyorlashga ikkinchi va uchinchi nav yog'och materiallari ishlatiladi. Shuning uchun to'shamalar nisbatan arzon turadi. Ularning eng asosiy kamchiligi tayyorlash uchun mehnat sarfining yuqoriligi va yuk ko'tarish qobiliyatining pastligi hisoblanadi. Yog'och to'shamalarni 3 metrgacha uzunlikda, yaxlit va panjurasimon ko'rinishlarda tayyorlanishi mumkin. Panjurasimon to'shamalarda yog'och taxta oralig'leri eng kamida 2 sm oralig'ldan qo'yiladi.

Yaxlit to'shamalar bir qatlamli yaxlit va ikki qatlamli qilib tayyorlanadi. Ko'shongan to'shamalarning birinchi qatlam taxtalari oralig'larini kamida 2 sm ochiq qoldiriladi va tepasiga 45-60 gradus burchak ostida himoya yog'och qatlarni mexlanadi. Bunda birinchi qatlam taxtasni asosiy ishchi qatlam hisoblanadi. Himoya qatlamidagi taxtaning qalinligi kamida 16 mm ni, eni esa 100 mm ni tashkil qiladi.

Yog'och to'shamalar egilishga me'yoriy va hisobiy tarqalgan va to'plangan yuklamalar bo'yicha hisoblanadi (27-tasm). To'shamaning xususiy og'irligi - issiqlik so'qlogich, to'n elementlari qalinliklari va zichliklari α qali aniqlanadi hamda bu yuklamalar to'shama yuzasi bo'yicha tekis tarqalgan hisoblanadi.

Qiyshigi α burchak ostida bo'lgan qiya to'n yopmalaridagi to'shamalar

$q_{\alpha} = q \cdot \cos \alpha$ yuklamalarga hisoblanadi. Qor yuklamasining miqdori, qurilish rayonini hisobga olgan holda aniqlanadi. To'plangan alohida yuklamalar sifatida, montaj jarayonida to'shama ustida odam bo'lganligi uchun 1 kN qabul qilinadi. Hisobiy yuklamalarning qiymatlarini aniqlashda $\gamma = 1,1$, issiqlik so'qlogich va to'n uchun $\gamma = 1,3$ va qor yuklamasi uchun $\gamma = 0,8$ bo'lgan holda $\gamma = 1,6$ qabul qilinadi. Ko'ndalang kesimni quyidagi formulalardan foydalanib, ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash mumkin:

$$W_1 = \frac{M}{R}, \quad b_1 = \frac{6 \cdot W_1}{h^2}, \quad W = \frac{b \cdot h^3}{6}, \quad (4.1)$$

b_1 - talab qilingan texning eni.

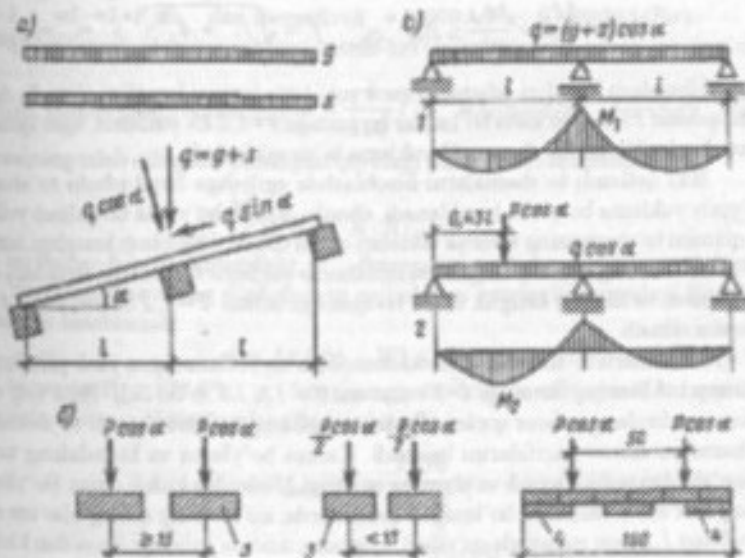
To'shamalar birinchi va ikkinchi chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. Hisoblashlarda asosiy yig'indi yuklama sifatida doimiy va qisqartirilgan yuklamalar hisobga olinadi.

Birinchi chegaraviy holatda quyidagi formula yordamida:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{to}}, \quad (4.2)$$

ikkinchi guruh chegaraviy holat bo'yicha esa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$H \rightarrow \frac{f}{l} = \kappa \cdot \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150} \quad (4.3)$$



27-tasm. To'shamalarni hisoblash sxemalari: a- tekis yuklar sxemasi, b- raddi shunday, nuqtaga to'g'ri qilib, v- zu'riqishlar sxemasi, 1- birinchi yig'ima yuklamalar, 2- ikkinchi yig'ima yuklamalar, 3- ochiq to'shama toksholabi, 4- ishchi to'shama taxtalari

Daimiy va qor yuklamlaridan tashqari, montaj jarayonidagi yuklamlar yig'indisi bo'yicha ham hisoblanadi. Bunda xususiy og'irlikdan tashqari teng tekis tarqalgan yuklamlar - q ga teng va montajchi o'nturlardan tashqari to'plangan yuklarni - P oralig'ining $0,43 \cdot l$ masofasiga qo'yilgan holda hisoblanadi. U holda, maksimal egriychi moment

$$M = 0,07 \cdot q \cdot l^2 + 0,21 \cdot P \cdot l, \text{ ga teng bo'ladi.} \quad (4.4)$$

Agar yuqoridagi egriychi momentning qiymati oldingi moment qiymatidan kichik bo'lsa, hisobni davom ettirishning hojati qolmaydi, aks holda birinchi guruh chegaraviy holat bo'yicha quyidagi formula yordamida mustahkamlikka qo'ya hisoblash amalga oshiriladi:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma}$$

bu yerda: $R_{\sigma} = m_{\sigma} R = 1,2 \cdot 13 = 15,6 \text{ MPa}$, va $R = 13 \text{ MPa}$ ga teng;
 m_{σ} - vaqtinchalik yuklamlarda ishlash sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyenti.

Panjarasimon to'shamalar qirya tomlarda qiyshiq qilish holatida ishlaydi va ular ham quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\sigma} \quad \text{va} \quad f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \quad (4.5)$$

Hisoblash kengligi sifatida l metr yoki katta taxtani kengligi olinadi. Agar taxta qadami 15 sm dan katta bo'lsa har bir taxtaga $P = 1,2 \text{ kN}$ yuklama, agar qadami 15 sm dan kichik bo'lsa P soni 2 yuklama n ut qildiriladi.

Ikki qatlamli to'shamalarni hisoblashda e'gishga faqat ishchi to'shama me'yoriy yuklama bo'yicha hisoblanadi, chunki qiyshiq bo'yicha tarqalgan yuklama qismini to'shamaning himoya listalari qabul qiladi. Hisoblash kengligi bunda $b = 1 \text{ m}$ olinadi. Yig'irma to'plangan yuklarni esa yuklama $0,5 \text{ metrga}$ tarqaladi deb hisoblanadi va hisobiy kenglik $0,5 \text{ m}$ bo'lganligi uchun $l = 1,2 \text{ kN} / 0,5 = 2,4 \text{ kN}$ qiymati olinadi.

Yelimfanerli to'shamalar zavod sharoitida tayyorlanadigan yirik plitalardir (28-ram). Ularning uzunligi $l = 3 + 6 \text{ m}$ emi $b = 1 + 1,5 \text{ m}$ bo'ladi. Plita yog'och karkas va yelimlangan finer qoplamalaridan tashkil topgan. Yelimfanerli to'shamalar to'shama va sarrov varzilarini bajaradi. Karkas bo'yilama va ko'ndalang taxta qobirg'alaridan tashkil topadi va ularning qalinligi 25 mm dan kichik emas. Bo'yilama qobirg'alar $0,5 \text{ m}$ dan katta bo'lgan qoplamalarda, ko'ndalang qobirg'alar esa choq ko'pa bilan $1,5 \text{ metr}$ masofada qo'yiladi. Qoplama sifatida qalinligi 8 mm dan kichik bo'lgan finerlar ishlatiladi.

Yelimfanerli to'shama plitalar erq kamida 55 son li a'loviy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga tayinishi kerak. Yelimfanerli to'shama plitalar yuqori va quyi finer qoplamali va qutisimon ko'rinishda tayyorlanishi mumkin. Yelimfanerli

to'shama plitalarning hisobiy kesimining geometrik xarakteristikalari simmetrik qo'shtavr yoki nosimmetrik tavr shaklida aniqlanishi mumkin.

Qo'shtavr kesimi balandligi h bo'lganda neytral o'q $Z = h/2$ da bo'ladi, tavr kesimi bo'lganda esa, $Z = S/A$ ga teng.

bu yerda: S - devor va belbog'ning statik momenti; A - kesim yuzasi.

Kesimning inersiya momenti ularning qismlari inersiya momentlariga tengdir, ularning har biri $J_1 = J_0 + Aa^2$, $J_2 = bh^3/12$ - xususiy inersiya momenti. Bunda finer qoplamalarining inersiya momentlari kichik bo'lganligi uchun hisoblashlarda uni hisobga olish shart emas.

Qo'shtavr ko'rinishidagi qutisimon plitaning inersiya momenti

$$J = b_{\text{devor}} J_{\text{devor}}/12 + 2bh^3/24, \text{ ga teng.} \quad (4.6)$$

Qo'shtavr kesimining qarshilik momenti, $W = J/h$, tavr kesim uchun esa, $W_T = J/z_1$ va $W_B = J/(h-z_2)$ ga tengdir. Finer qoplamani neytral o'qqa nisbatan statik momenti $S = bh^2/2$ yoki $S = bh^2/2$ ga teng.

Aniq hisoblashlarda yog'och va fineraning elastiklik modullarini turli ekanligini hisobga olish kerak va hisoblar keltirilgan geometrik xarakteristikalar yordamida bajarilishi zarur, bunda finer yuzasiga keltirilganda $J_{\text{devor}} = J_1 + J_2 \cdot E_{\text{finer}}/E_{\text{yog'och}}$; yog'och yuzasiga keltirilganda esa

$$J_{\text{devor}} = J_1 + J_2 \cdot E_{\text{yog'och}}/E_{\text{finer}} \text{ dan iboratdir} (E_{\text{yog'och}} = 10000 \text{ MPa}, E_{\text{finer}} = 9000 \text{ MPa}).$$

Yelimfanerli plita kesimlarini ketma-ket yaqinlashtirish orqali aniqlanishi

mumkin. Bunda kesim balandligi $h = \frac{l}{300} l$ ga, h -balandligi, l -oraliq'i. Plita

fineraning talab qilingan qalinligini quyidagi formuladan aniqlanadi,

$$b = \frac{M}{(0,5 \cdot b \cdot h \cdot R_{\sigma})}. \quad (4.7)$$

bu yerda: h -kesim balandligi, R_{σ} -fineraning egilishga hisobiy qarshiligi.

Yuqori qoplamaning egilishga va egilishdagi ustuvorligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = M / (\varphi_f \cdot W) \leq R_{\sigma}, \quad (4.8)$$

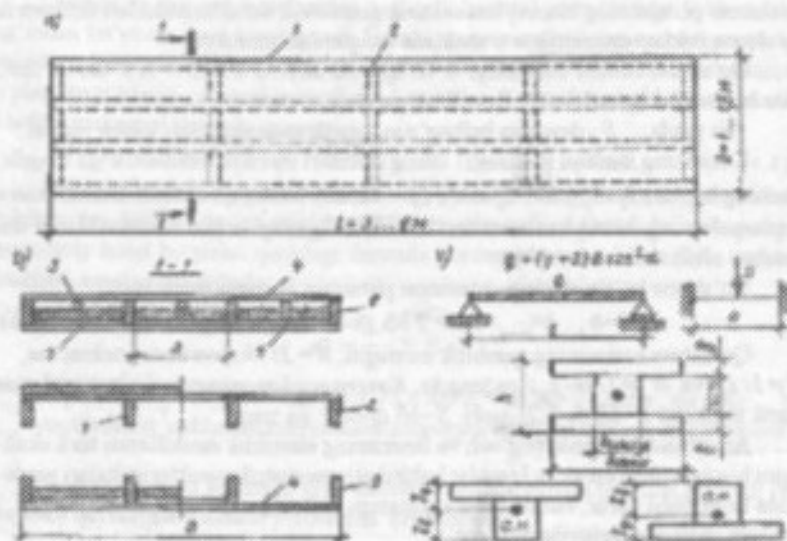
bu yerda: $R_{\sigma} = 12 \text{ MPa}$, φ_f -fineraning ustuvorligi koeffitsiyenti, uni quyidagi formula va tengsizliklar yordamida aniqlanadi:

$$\frac{a}{\delta} \geq 50 \text{ da, } \varphi_f = \frac{1250}{(a/\delta)^2}; \quad (4.9)$$

$$\frac{a}{\delta} < 50 \text{ da, } \varphi_f = 1 - \frac{(a/\delta)^2}{5000}. \quad (4.10)$$

bu yerda: a -bo'yilama qobirg'alar orasidagi masofa, δ -finer qalinligi.

Qo'yi qoplamazing egilishdagi cho'zilishi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:



48-rasm. Reinsementli qo'ng'irg'ali pita to'shamalar: a - pita qo'ng'irg'ali; b - pita qo'ng'irg'ali; v - hisobiy sun'a va kumalar; 1,2 - bo'yama va ko'ndalang yog'och qo'ng'irg'alar; 3 - shamollatish teshiklari; 4 - qurilish fanerasi; 5 - bog' sopolagich; 6 - ikki qoplamali qo'ng'irg'ali pita; 7 - ishqilik saqlagich; 8 - uchli qoplamali qo'ng'irg'ali pita; 9 - tashish shunday; uchli qoplamali qo'ng'irg'ali pita.

$$\sigma = M / (W \cdot m) \leq R_{f, \text{yot}} \quad (4.11)$$

bu yerda $R_{f, \text{yot}}$ - cho'zilishdagi hisobiy qarshilik ($R_{f, \text{yot}} = 13 \text{ MPa}$);

$m = 0,6$ - faneraning bir-birini biriktirilgan choklaridagi zullikni hisobga oladigan koeffitsiyent.

Qoplamaga yana to'plangan kuchdan ikki bo'yama qo'ng'irg'alar orasidagi mahalliy egilishga ham tekshiriladi,

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{f, \text{yot}} \quad (4.12)$$

bu yerda $R_{f, \text{yot}} = 6,5 \text{ MPa}$; $1,2 = 7,8 \text{ MPa}$; $W = b \cdot \delta^2 / 6$ ga teng.

Bu holda maksimal egiruvchi moment- $M = \frac{P \cdot l}{8}$ (4.13)

bu yerda $P = 1,2 \text{ kN}$ ga teng.

Qo'ng'irg'alar va yopqin faneraga qatlamli yelimli chokini egilishdagi yorilishga urunga kuchlanishlar eiqpli tekshiriladi:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_f}{J \cdot b} \leq R_{f, \text{yot}} \quad (4.14)$$

bu yerda Q - qirg'ovchi kuch; $R_{f, \text{yot}} = 0,8 \text{ MPa}$; b - qo'ng'irg'alar kengligi yig'indisiga teng; J - hisobiy kesimning inertsia momenti; S_f - hisobiy kesimning statik momenti.

Plitaning egilishi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

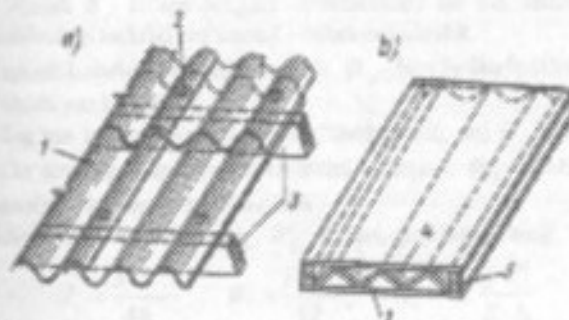
$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q l^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (4.15)$$

Hisoblashlarda yetimfinerli pita to'shamaning birligi ($R_{f, \text{yot}}$) ga kamaytirib olinadi. Plitaning me'yori yuklamadan nisbiy egilishi $1/250$ dan oshib ketmasligi kerak. Yuqoridagi plitaning qayi va yuqori qoplamalari asbestosmentli tekis listdan ham bo'lishi mumkin.

Yog'och to'shamalar bilan bir qatorda plastmassa to'shamalar ham keng qo'llaniladi.

4.2. Plastmassa to'shamalar

Plastmassa to'shamalar - zavod sharoitida tayyorlanadigan yirik pitalar hisoblanadi. Ular uch qatlamli yuxlit va qo'ng'irg'ali, ikki qatlamli va yorug'lik o'tkazadigan tanaq bo'ladi. Isiqchilik saqlagichi to'shamalar sifatida asosan uch qatlamli plastmassa to'shamalardan foydalaniladi. Uch qatlamli to'shamalar qo'ng'irg'asiz yuxlit o'rta qatlamli pitadan iborat. Xorijiy mamlakatlarda ularni sendvich deb ham atashadi. Bu plitaning qalinligi $10 \div 20 \text{ sm}$, kengligi $1,5$ metrgacha, uzunligi esa asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning qadamiga teng bo'lishi va 3 metrgacha bo'lgan bitta yoki ikkita ora yopqin oralig'ini yopishi mumkin. Pita qoplamalari metall yoki



29-rasm. Plastmassali yorug'lik o'tkazadigan to'shamalar: a - to'qimamon varoqlar; b - tekis pita; 1 - to'qimamon shisha plastik varoqlar; 2 - mahkamlab; 3 - yog'och to'sinlar; 4 - tekis shisha plastik varoqlar; 5 - chiqqin kichik yog'och

metallmas viraqlardan tayyorlanishi mumkin. Metall qoplama sifatida tekis yoki gofrili aluminiiy list qo'llanishi, metallmas qoplamalar sifatida tekis asbestsementli listlar (*qalinligi 10 mm, gacha*) qo'llanishi mumkin. Plitaning o'rta qatlami penoplastdan tayyorlanadi. Bularidan tashqari qo'biq'ali uch qatlamli plitalar ham qo'llaniladi. Ularning uzunligi 6 m gacha, kengligi 1,5 m gacha bo'lishi mumkin. Tiniq yorug'lik o'tkazadigan plastmassa to'shama va devorlar, uniqliq va yarim tiniq yorug'lik o'tkazadigan plastmassalardan, polietil stekloplastikadan, organik oymadan, vinoplastlardan to'liqsimon viraq ko'rinishida va uch qatlamli qilib tayyorlanishi mumkin (*29-rasm*).

Takrorlash uchun savollar

1. To'shamalarning qanday turlari bor?
2. To'shamalarni hisoblashda qaysi yuklamalar hisobga olinadi?
3. To'shamalar necha chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi?
4. Yelimfanerli to'shamalar qanday elementlardan tashkil topadi?
5. Yelimfanerli to'shamalarni hisoblash sxemasi qanday?
6. Plastmassa to'shamalarning qaysi turlari mavjud?



5-BOB

Yog'och to'sin va ustunlar

5.1. Moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesimli yog'och to'sin konstruksiyalarini ko'ndalang egilishga hisoblash

Ko'p yog'och konstruksiyalar (*to'sinlar, arkalar, ramalar*) tarkibli qilib tayyorlanadi. Alohida-alohida bo'lgan elementlar bir-biri bilan bog'lovchilar yordamida birlashtiriladi. Bog'lovchilar biki bo'lish yoki deformatsiyalanishga moyil bo'lishi mumkin.

Deformatsiyalanishga moyillik yig'ma konstruksiyalarni ishlash holatini yomonlashtiradi. Shuning uchun yig'ma konstruksiyalarni hisoblaganda va loyihalashtirganda, birlashtirayotgan bog'lovchilarni deformatsiyalanishga moyilligini e'tiborga olish kerak bo'ladi.

Misol tariqasida uchta to'sinni ko'rib chiqaylik:

1. Yaxshi, butun to'sinni - B belgi bilan belgilaylik (*30-rasm*).

$$B\text{-to'sin kesimining inersiya momenti: } I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} \quad (5.1)$$

$$\text{qarshilik momentlari: } W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (5.2)$$

$$\text{Solqilik: } f_x = K \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} \quad (5.3)$$

Egilish holatida to'sin chap tayanchidagi kesim Φ - burchakka buriladi.

2. Xoddi B - to'sin singari o'lehamlari bir xil, lekin yig'ma moyil bog'lanishlardagi tarkibli to'sinni T - bilan belgilaylik.

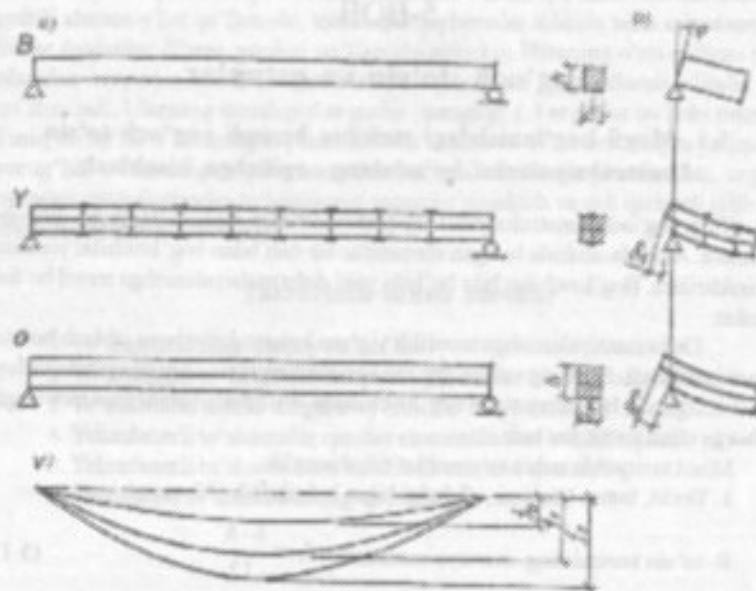
Egilish holatida, tayanch kesimida Φ - burchakka burilish va σ_x - massaga ko'chish yuz beradi.

3. Yig'ma tarkibli to'sin, lekin bog'lovchilarsiz, uni O - bilan belgilaylik.

Bu to'sinning chap tayanch kesimini ko'rsatsak, Φ - burchakka burilish va σ_x - massaga ko'chish hosil bo'ladi.

Uchinchi O - to'sinning I_x , W_x , f_x lari quyidagiga teng

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{48}, \quad W_x = \frac{b \cdot h^2}{12}, \quad f_x = K \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I} \quad (5.4)$$



30-rasm. Ko'ndalang egilishga ishlovchi to'rt xarakterli to'sinning kesimlari: B - butun kesim; Y - moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesim; O - bog'lovchilarsiz tarkibiy kesim; V - to'sinning umumiy ko'rinishi; b-yuklama ta'sirida to'sin tayanchidagi deformatsiya; v - yuklama ta'siridagi to'sinning egilishi.

Ba'uchta to'sinning chap tayanch kesimini tahlil qilib chiqib, quyidagi tengsizliklar o'rinli ekanligiga ishonch hosil qilyamiz:

$$I_1 > I_2 > I_3; \quad W_1 > W_2 > W_3; \quad f_1 < f_2 < f_3 \quad (5.5)$$

Yuqoridagi tengsizliklarga asoslangan holda, moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesimli to'sinning geometrik xarakteristikalarini (I, W, f) aniqlaymiz.

$I = K_{\text{bun}} \cdot I_1$, bu yerda: $K_{\text{bun}} - 1$ dan I_2/I_1 gacha bo'lgan qiymatlarni oladi. Masalan: ikkita brus uchun, $I_2/I_1 = 0,25$ ga teng.

Yig'irma tarkibli to'sinning qarshilik momenti:

$W = K_{\text{bun}} \cdot W_1$, bu yerda: $K_{\text{bun}} - 1$ dan W_2/W_1 gacha bo'lgan qiymatlarni oladi. Masalan: ikkita brus uchun, $W_2/W_1 = 0,5$ ga teng.

Moyil bog'lanishdagi tarkibli to'sinning so'qilgani quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$f_2 = \frac{f_1}{K_{\text{bun}}} = k \cdot \frac{P_{\text{a}} \cdot l}{E \cdot I_1 \cdot K_{\text{bun}}} \leq f_{\text{chegarasi}}, \quad P_{\text{a}} = q_{\text{a}} \cdot l \quad (5.6)$$

Moyil bog'lanishdagi tarkibli to'sinning mustahkamligi normal kuchlanishlar bo'yicha quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_{\text{a}} = M / (W_1 \cdot K_{\text{bun}}) \leq R_{\text{a}} \quad (5.7)$$

$K_{\text{bun}}, K_{\text{bun}}$ - bog'lovchilarni deformatsiyalanishga moyilligini e'tiborga oladigan koeffitsiyentlar.

Bog'lovchilarning sonini aniqlayotganda ikkita shartga rioya qilinadi:

Tayanchdan maksimal zo'riqish hosil bo'lgan kesimgacha bo'lgan oraliqda tekis qo'yilgan bog'lovchilar to'liq siljish zo'riqishini qabul qilishi kerak:

$$n_{\text{bun}} = \frac{M_{\text{max}} \cdot S}{I \cdot T_{\text{aq}}} \quad (5.8)$$

2. Tayanch yaqinidagi bog'lovchilar ortiqcha yuklanmagan bo'lishi kerak:

$$n_{\text{aq}}^{\text{a}} = \frac{1,5 \cdot M_{\text{max}} \cdot S}{I_{\text{max}} \cdot T_{\text{aq}}} \quad (5.9)$$

To'sin simmetrik yuklangan bo'lsa, uning o'rtasida 0,2l masofada bog'lovchilar qo'yilmasa ham bo'ladi, ya'ni bog'lovchilar sonini 20% ga qisqartirish mumkin.

$$n_{\text{aq}}^{\text{b}} = \frac{1,5 \cdot 0,8 \cdot M_{\text{max}} \cdot S}{I_{\text{max}} \cdot T_{\text{aq}}} = \frac{1,2 \cdot M_{\text{max}} \cdot S}{I \cdot T_{\text{aq}}} \quad (5.10)$$

Moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesimli yog'och konstruksiyalarini bo'yлама egilishga hisoblash. Moyil bog'lanishdagi tarkibiy elementlarni bo'yлама egilishga hisoblash ya'ni kesimli elementlar hisoblaridagi qiymatlarni yangi koeffitsiyentlarga ko'paytirish orqali amalga oshirilishi mumkin.

Bo'yлама egilishda chokidagi siljish, ko'ndalang egilishdagi nisbatan kichikdir.

Bo'yлама egilishda kuchlanish quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\sigma_{\text{a}} = \frac{N}{\varphi \cdot A_{\text{a}}} \leq R_{\text{a}} \quad (5.11)$$

Bu yerda: σ_{a} - normal kuchlanish; N - bo'yлама kuchi; φ - bo'yлама egilish koeffitsiyenti;

A_{a} - hisobiy ko'ndalang kesim yuzasi, R_{a} - egilishdagi hisobiy qarshilik.

N va A_{a} larni ruddi yaxlit kesimlarni hisoblash kabi aniqlanadi. Bo'yлама egilish koeffitsiyenti φ ni quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_{\text{a}} = \frac{l_{\text{a}}}{\sqrt{\frac{I_{\text{a}}}{A}}} = \frac{l_{\text{a}}}{\sqrt{\frac{I_1 \cdot K_{\text{bun}}}{A}}} = \sqrt{l_{\text{a}}} / \sqrt{K_{\text{bun}}} \cdot \sqrt{I_{\text{max}}} / A = \frac{\lambda_{\text{max}}}{\sqrt{K_{\text{bun}}}} = \mu \cdot \lambda_{\text{max}} \quad (5.12)$$

Bog'lovchilarni siljishga moyilligini hisobga olguncha $\mu = 1/\sqrt{\epsilon_{\text{silj}}}$ egi-uvchanlikka keltirish ko'effitsiyenti doimo biridan katta va uring qiymani VM Kochenov taklif etgan soddalashtirilgan formula orqali aniqlanadi:

$$\mu = \sqrt{\frac{1 + k_1 \cdot \delta \cdot h \cdot n_{\text{bog}}}{E_{\text{silj}} \cdot n_{\text{silj}}}} \quad (5.13)$$

Ia yerda: k_1 - bog'lovchilarni siljishini hisobga oladigan tajriba yo'lli bilan aniqlangan ko'effitsiyenti (QM/Q); δ - tarkibli ko'ndalang kesimning eni; h - ko'ndalang kesimning umumiy balandligi; E_{silj} - elementning hisobiy uzunligi; n_{bog} - 1 metrdaagi chokdagi bog'lovchilarning qirg'ishlari soni, agar bir nechta choklar bo'lsa o'rtacha qiymatini qabul qiliradi; n_{silj} - siljish choklari soni.

Siqilib-egilishga hisoblash. Siqilib-egilishdagi tarkibli elementlarni hisoblash yo'llari, yaxlit kesimli elementlarni hisoblash usuli qanday bo'lsa shundayligicha qilinadi, faqat formulalarda qo'shimcha bog'lovchilarni siljishga moyilligi e'tiborga olinadi.

Tarkibli elementlarni egilish tekisligida hisoblashda ular murakkab qarshilik holatida bo'ladi va bog'lovchilarni siljishga moyilligi ikki marta hisobga olinadi:

- 1) xuddi ko'ndalang egilishdagi kabi K_1 ko'effitsiyent kiritish bilan;
- 2) keltirilgan egiuvchanlikni hisobga olgan holda χ ni hisoblash bilan.

Bu holatda normal kuchlanishlar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{\text{silj}}} + \frac{M_s}{W_{\text{silj}} \cdot K_1} \leq R_s \quad (5.14)$$

Ia yerda: keltirilgan egiuvchanlik $\lambda_{\text{silj}} = \mu \cdot \lambda_{\text{silj}}$ bo'ladi.

$$M_s = \frac{M_1}{\xi}, \quad \xi = 1 - \frac{\lambda_{\text{silj}} \cdot N}{3000 \cdot A_{\text{silj}} \cdot R_s} \text{ tengdir} \quad (5.15)$$

Solqiligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$f = K \cdot \frac{P_n \cdot l^2}{E \cdot I \cdot K_{\text{silj}} \cdot \xi} \quad (5.16)$$

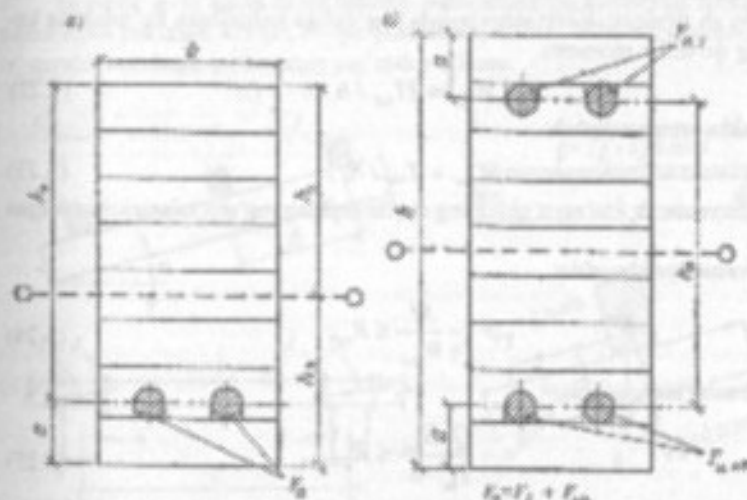
Buyunchidan eng katta maksimal moment hosil bo'ladigan kesimgacha bo'lgan masofadagi bog'lovchilar sonini aniqlashda ko'ndalang kuchning oqib borishi e'tiborga olinadi va quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$n_{\text{bog}} = \frac{1.5 \cdot M_{\text{max}} \cdot S}{l \cdot T_{\text{bog}} \cdot \frac{f}{\xi}} \quad (5.17)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Moyil bog'lanish dependa nima ni tushuntiradi?
2. Tarkibli elementlar ko'ndalang egilishga qanday hisoblanadi?
3. Bo'ylama egilish holatida tarkibli elementlar qanday hisoblanadi?
4. Normativ silyishga qanday hisoblanadi?
5. Tarkibli yog'och konstruksiyalari qayerlarda ishlatiladi?
6. Bog'lovchilar soni qanday aniqlanadi?

5.2. Yelimlangan armaturali to'sinlarni hisoblash va loyihalash



31-rasm. Po'lat steyplar bilan armatsiyalangan to'sinlar
a) yuqori armatsiyali; b) quyi armatsiyali.

Cho'zilish va siqilish zonalariga qo'yilgan armaturalarni umumiy armaturalar ko'ndalang kesim yuzalarining yig'indisi (31-rasm):

$$F_s = F_s' + F_{sh} \quad (5.18)$$

Tajribalardan kelib chiqib armatura sifatida davriy kesimli, oqovchanlik chegarasi 4000 kg/cm² dan kichik bo'lmagan armaturalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Armaturalarni qo'yish uchun teshik-joy ochiladi. Teshik yari o'y ko'rinishida bo'lishi mumkin. Bunda teshik o'lchamini, armatura o'lchamidan 1-1,5 mm atrofida katta bo'lib ketmasligi kerak.

$$\text{Armaturalash foizi} \quad \mu = \frac{F_s}{b \cdot h_0} \cdot 100\% \leq 3 + 4\% \quad (5.19)$$

Armaturalangan to'sinlarda egilishdagi hisobiy qarshilik qiymatini 13 MPa emas, balki 15 MPa olinadi, ya'ni 15% ga ko'p.

To'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli to'sinning yog'ochga qo'sh simmetrik armaturalashda keltirilgan inersiya momenti:

$$I_{\text{kor}} = I_{\text{yog'och}} + F_{\text{to'sin}} \cdot n_{\text{to'sin}} \cdot (h/2)^2 \quad (5.20)$$

bu yerda: $n_{\text{to'sin}} = (E_{\text{to'sin}} / E_{\text{yog'och}}) \cdot I = 20$ ga teng

Yakka armaturalashda keltirilgan inersiya momenti:

$$I_{\text{kor}} = I_{\text{yog'och}} + F_{\text{yog'och}} (h_1 - h_{\text{to'sin}}/2)^2 + F_{\text{to'sin}} (h_2 - a)^2 \quad (5.21)$$

bu yerda: $I_{\text{yog'och}} = (b \cdot h^3) / 12$ - yog'ochning hisobiy inersiya momenti; μ - armaturalash ko'rsatkichi.

Qo'sh simmetrik armaturalashda yog'ochga keltirilgan ko'ndalang kesimning qarshilik momenti

$$W_{\text{kor}} = 2I_{\text{kor}} / h \quad (5.22)$$

yakka armaturalashda

$$W_{\text{kor}} = I_{\text{kor}} / h_1 \quad (5.23)$$

bu yerda: h_1 - to'sin a qidan eng chetki siqilgan yog'och tolasigacha bo'lgan masofa.

Normal kuchlanishlar:

$$\sigma = \frac{M}{W_{\text{kor}}} \leq R_{\text{to'sin}} \quad (5.24)$$

Urinma kuchlanishlar:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{\text{kor}}}{I_{\text{kor}} \cdot b} \leq R_{\text{yog'och}} \quad (5.25)$$

bu yerda: S_{kor} - kesimning keltirilgan statik momenti; b - kesim kengligi.

$$S_{\text{kor}} = \frac{b \cdot h^3}{8} (1 + 2 \cdot \mu \cdot n) \quad (5.26)$$

Solqik - egilish:

$$f_{\text{kor}} = K \frac{P_{\text{kor}} \cdot l^3}{I_{\text{kor}} \cdot E_{\text{yog'och}}} \leq [f] \quad (5.27)$$

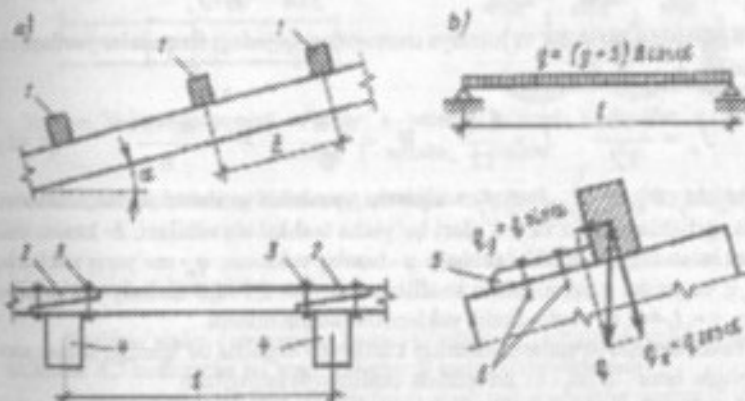
bu yerda: K - yukning tariga, ya'ni hisoblash xarakteriga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent; $P_{\text{kor}} = q_{\text{kor}} \cdot l$ - mo'yoriy yuklama

5.3 Yaxlit kesimli yog'och to'sinlar

Birinchi yog'och to'sinlarga bras, qalin taxta, yon tomonlari kantiya bilan bog'langan kesimli yog'och to'sinlar kiradi. Ular yaxlit bo'lganligi uchun 6 metr gacha bo'lgan oraliqlarda ishlatiladi. Yog'och to'sinlar to'n yopma to'sinlari uchun asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalar hisoblanadi. To'sinlar 3 metr gacha bo'lgan qismlarda qo'yiladi. To'sinlar egilishga ishlaydi va ular birinchi hamda ikkinchi chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. To'sinlarga teng tekis tarqalgan yuklar ta'sir qiladi (32-rasmda qarang).

$$q = (g + S) \cdot B \cdot \cos \alpha \quad (5.28)$$

bu yerda: g - to'sin va to'sin ustidagi elementlarning xarakteristik og'irliklaridan tashqiriy yuklama, kN/m²; S - qor yuqumasi, kN/m²; B - to'sin qismini, metr; α - qiyalik burchagi; q - umumiy yig'indi yuklama.



32-rasm. To'n yopma to'sinlarga to'sinlar: a - to'sinlar; b - hisobiy o'tmalar.

1 - reyklar; 2 - choklar; 3 - bellar;

4 - asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalar; 5 - tashqi; 6 - ichki

Yaxlit kesimli to'sinlar birinchi chegaraviy holat bo'yicha egilishga normal kuchlanishlar bo'yicha quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\text{to'sin}} \quad (5.29)$$

Ikkinchi chegaraviy holat-deformatsiyasini bo'yicha tekis tarqalgan yuklama ta'sirida bo'lgan holda:

$$\frac{f}{l} = \frac{5 \cdot q l^3}{384 \cdot E J} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (5.30)$$

Agar yaxlit kesimli to'sin qiyshiq egilish holatida bo'lsa, chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashlar quyidagi formulalar yordamida amalga oshiriladi: mustahkamlik bo'yicha:

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq R_{\sigma} \quad (5.31)$$

deformatsiya bo'yicha:

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq [f] \quad (5.32)$$

bu yerda: $M_x = M \cdot \cos \alpha$; $M_y = M \cdot \sin \alpha$; $M = q \cdot l^2 / 8$; M - to'g'ri egilishdagi eguvchi moment; M_x , M_y - eguvchi momentning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari; α - qiyshiq burchagi.

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q_n \cos \alpha \cdot l^4}{E \cdot J_x}; \quad f_y = \frac{5}{384} \frac{q_n \sin \alpha \cdot l^4}{E \cdot J_y} \quad (5.33)$$

Kesimning qarshilik va inertiya momentlari quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}; \quad J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}; \quad W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad W_y = \frac{h \cdot b^2}{6} \quad (5.34)$$

M_x , M_y , W_x , W_y , J_x , J_y , f_x , f_y - eguvchi, qarshilik va inertiya momentlarini hamda egilishlarning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari; b - kesim eni; h - kesim balandligi; α - qiyshiq burchagi; q - hisobiy yuklama; q_n - mo'yoriy yuklama; $q = q_n \cdot \gamma$, bu yerda: γ - ishonchlik koeffitsiyenti; $\gamma = 1,4$ - 1,3 - doimiy yuklamalar uchun; $\gamma = 1,4$ - 1,6 - vaqtinchalik yuklamalar uchun olinadi.

Yaxlit kesimli to'sinlarni uzunligi kichkina 6 m gacha bo'lganligi uchun asosan alohida bita - ulakli to'sin sifatida oraliqlarda ishlatiladi.

Amaliyotda esa ko'proq uchuksez to'sinlar ishlatiladi. Ular iqtisodiy jihatdan arzon tushadi. Yeg'och tasta misli to'sinlar shular jumlasiga kiradi (33-rasm).

Mustahkamlikka normal kuchlanishlar bo'yicha hisoblanadi:

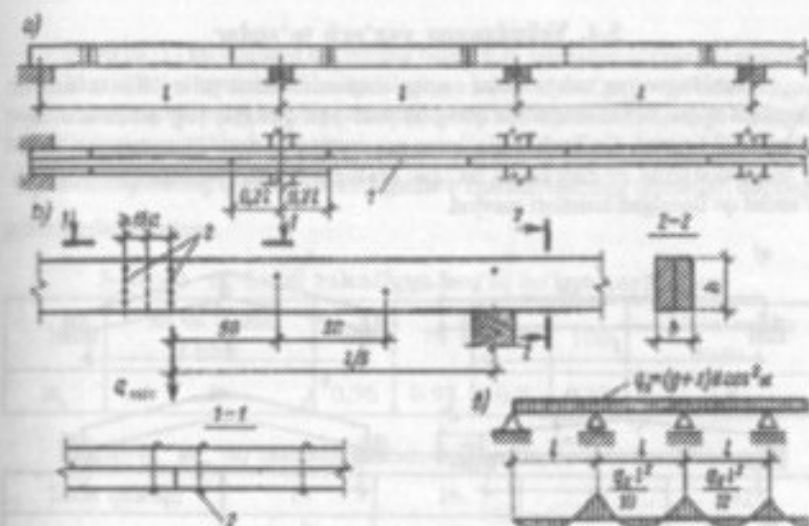
$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\sigma} \quad (5.35)$$

bu yerda: agar to'singa tekis tarqalgan yuklama ta'sir qilsa, maksimal eguvchi momentning qiymati: $M = M_{\max} = (q_{\max} \cdot l^2) / 8$ ga teng.

Deformatsiya bo'yicha esa:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_n l^4}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} \quad (5.36)$$

bu yerda: q_n , q_n - hisobiy va mo'yoriy tashqi yuklamalar; M - eguvchi



33-rasm. Yeg'och tasta misli to'sinlar: a - umumiy ko'rinish; b - choklar; v - hisoblash sxemasi, 1 - taysnch, 2 - misol

moment; W - ko'ndalang kesimning qarshilik momenti; $\frac{f}{l}$ - haqiqiy nisbiy egilish;

$\left[\frac{f}{l} \right]$ - ruxsat etilgan nisbiy egilish.

Yaxlit to'sinlar 4 metrgacha, konsol to'sinlar 4,5 metrgacha, uchuksez qirg'imsiz to'sinlar 6,5 metrgacha bo'lgan oraliqlarda samarali hisoblanadi.

Konsol to'sinlarda ikki xil biriktirish-ushlab natijasida teng momentli yoki teng solqli yechimlarni olish mumkin bo'ladi. Teng momentli to'sinda, chok tayanchdan $0,15 \cdot l$ masofida qo'yiladi va chetki oraliqlar $0,85 \cdot l$ ga kichraytiriladi. Bunda taysnch va oraliqlarda $M = ql^2 / 16$ ga teng eguvchi moment hosil bo'ladi. Eng

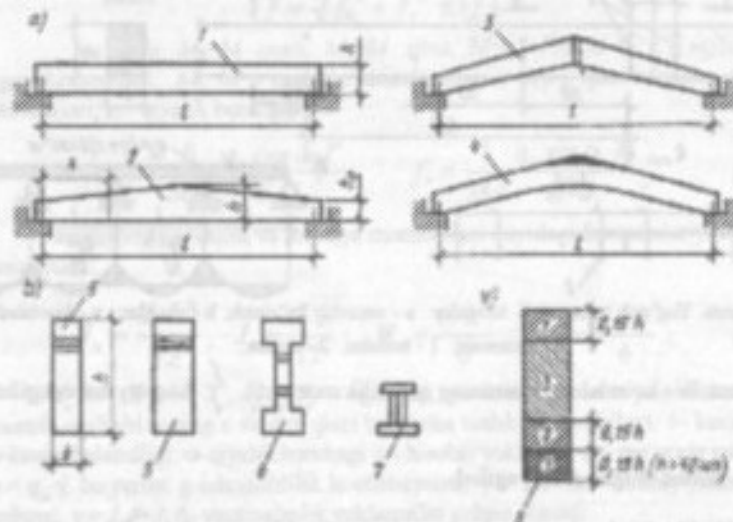
katta nisbiy solqlik, $\frac{f}{l} = \frac{2}{384} \frac{q_n l^4}{EJ}$ (5.37)

Teng solqilidi to'sinlarda chok tayanchdan $0,21 \cdot l$ masofida joylashtiriladi hamda ikki chetki oraliqlar $0,54$ ga qisqartiriladi. Bu holda tayanchlarda $M = ql^2 / 12$ ga teng eguvchi moment hosil bo'ladi, nisbiy solqliklar barcha oraliqlarda

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{384} \frac{q_n l^4}{EJ} \quad (5.38) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

5.4. Yelimlangan yog'och to'sinlar

Yelimlangan yog'och to'sinlar - maga chidamli sintetik yelim bilan taxtalarni yelimlash orqali zavod sharoitida qarang'ay yoki qora qarang'ay yog'ochlaridan tayyorlanadi (34-rasm). Qo'llash orqasining eng maqbul qiymati 24 metrgacha. Xorijiy mamlakatlarda 30 metrgacha bo'lgan oraliqlarda ham yelimlangan yog'och to'sinlar qo'llanilgan holatlari mavjud.



34-rasm. Yelimlangan yog'och to'sinlar: a - to'sin turlari; b - kesim turlari; v - to'sin sifatini tekshirish: 1 - bir nisbatli to'sin; 2 - ikki nisbatli to'sin; 3 - to'sin shakli, to'sin ulangan; 4 - qo'ltiq yelimlangan; 5 - to'sin burchakli kesim; 6 - qo'shtirish kesim; 7 - to'sin sifatini tekshirish.

Bu to'sinlarning enini kamida $(1/6)h$ (ko'p hollarda enini ko'pi bilan 16,5 sm olinadi, bu o'z navbatida to'sin enini butun yog'ochdan tayyorlash imkoniyatini beradi), ko'ndalang kesim balandligi esa $h = (1/10 + 1/15)l$ oraliqlarda olinadi (l - to'sin uzunligi). Yelimlanadigan taxtalarni qalinligi ko'pi bilan 44 mm gacha bo'lishi mumkin. Yelimlangan yog'och to'sinlarning ko'ndalang kesimlari qo'shtirish yoki relasimon ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Yelimlangan yog'och to'sinlarni ikki tomonli sharnirga tayangan oddiy to'sin kabi hisoblashadi. Bunda o'zining mustahkamligi va to'siniga yuqoridan tushadigan barcha yuklarni hisobga olinadi. Ushbu normal kuchlanishlar bo'yicha to'sinning mustahkamligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\sigma = M / W \leq R_{\text{yog'och}} m_{\text{yog'och}} m_{\text{to'sin}} \quad (5.39)$$

bu yerda: $R_{\text{yog'och}}$ - ko'ndalang kesimning balandligi qiymatini o'zgarishi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishi hisobiga olingan koeffitsiyent; $m_{\text{yog'och}}$ - yelimlanadigan yog'ochlarning qalinligi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishi hisobiga olingan koeffitsiyent, yani ishlash sharoitini

$m_{\text{to'sin}}$ - koeffitsiyentning qiymati 1 dan 0,8 gacha o'zgaradi; ularning qiymatlari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

5-jadval. $m_{\text{yog'och}}$ kesim balandligiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent

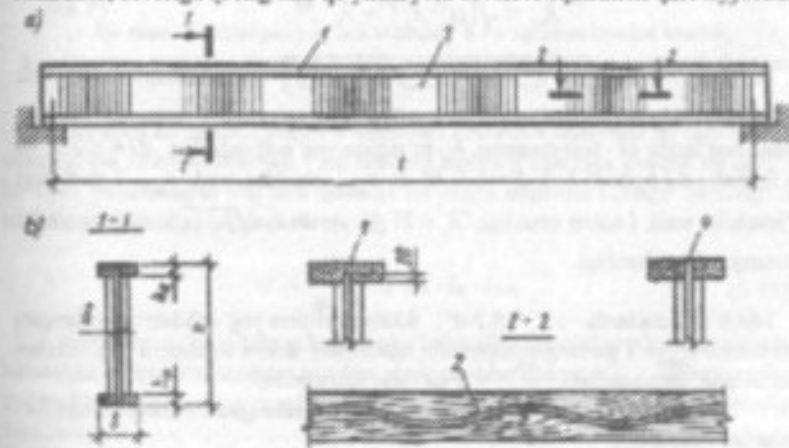
h	50 va undan kichik	60	70	80	100	120 va undan katta
$m_{\text{yog'och}}$	1	0,96	0,93	0,9	0,85	0,8

6-jadval. $m_{\text{to'sin}}$ to'sinni idlash sharoitiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent

Taxta qalinligi	19	26	39	42
$m_{\text{to'sin}}$	1,1	1,05	1	0,95

Yelimlangan fiderli to'sinlar - fidera devor, yog'och belbog' va qobirg'alar bilan tashkil topadi. Yelimlangan fiderli to'sinlar ikki turga bo'linadi: qobirg'ali va to'lqinsimon devorli (35-rasm).

Yelimlangan fiderli to'sinlarning ustuvorligini ta'minlash, ikki yo'l bilan amalga oshiriladi: devoriga qobirg'alar qo'yiladi yoki devori to'lqinsimon qilib tayyorlanadi.



35-rasm. To'lqinsimon devorli yelimli to'sin: a - old ko'rinish; b - kesim. 1 - yog'och kamari; 2 - to'lqinsimon fider devor; 3 - o'yib hishtirish; 4 - qo'shtirish hishtirish.

Yuqoridagi to'sinlardan tashqari yelimlangan armaturali to'sinlar va tarkibli to'sinlardan ham qurilishda foydalaniladi. Ularni tayyorlash qiyin bo'lganligi va iqtisodiy jihatdan qimmat bo'lganligi uchun juda kam qo'llaniladi.

5.5. Yog'och ustunlar

Yog'och ustunlar yaxlit, tarkibli, yelimlangan va panjarasimon turlarga bo'linadi.

Yaxlit yog'ochli ustunlar - to'rtqirra trus, qalin taxta, dumaloq yoki qirralari kantlangan kesimli bo'lishi mumkin. Ular tem yopmalarda, ayvonlarda, kichik ishchi maydonlarda, platformalarda, yog'och to'siq devor simli elementlarida, tarkibli konstruksiyalarda, elektr uzatish tayanchlarida va aloqa konstruksiyalarida qo'llaniladi.

Yaxlit yog'och ustunlar ko'ndalang kesimining o'lchamlari maksimal 273 x 275 mm ni, uzunligi esa 6500 mm ni tashkil etadi, ya'ni cheklangan. Ayrim hollarda uzunligi 9000 mm li yog'och ustunlar aloqa chizig'i tayanchlari uchun buyurtma asosida keltiriladi.

Tarkibli ustunlar - to'rtqirra buralarni yoki qalin taxtalarni mix va bolt yordamida biriktirish natijasida hosil qilinadi. Iba tirdagi ustunlar yaxlit ustunning yuk ko'tarish qobiliyati kamlik qilgan holatlarda qo'llaniladi. Ularning egilishga moyilligi yaxlit ustunlarga nisbatan kattadir. Tarkibli ustunning egilishga moyillik koefitsiyenti λ_{ta} quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_{\text{ta}} = \sqrt{(\mu_1 \cdot \lambda_1)^2 + \lambda_2^2} \quad (5.40)$$

bu yerda: $\mu_1 = \sqrt{1 + K_1 \cdot b \cdot h \cdot n_{\text{osa}} / (l^2 \cdot n_{\text{ta}})}$ - egiluvchanlikni keltirish koefitsiyenti; K_1 - birikmani moyillik koefitsiyenti va u bittali birikmalarda d/h , nisbatga bog'liqdir d - bolt diametri, h - to'rtqirra yog'och qalinligi, $d/h \leq 1/7 \rightarrow K_1 = 0,21 d^2$, $d/h \geq 1/7 \rightarrow K_1 = 1,5/h$; d - choklar soni; n_{osa} - 1 metrda bog'lovchalar soni; l - ustun uzunligi; λ_1 - l (bu yerda $l = \sqrt{I/A}$); λ_2 - bitta yaxlit ustunning egiluvchanligi.

Mixli birikmalarda $\rightarrow K_1 = 0,1 d^2$; ikkita to'rtqirra yog'ochdan tayyorlangan ustun uchun $n_{\text{osa}} = 1$ ga teng (qirg'iz); qisirmali ikkita to'rtqirra yog'ochdan tayyorlangan ustun uchun $n_{\text{osa}} = 2$ ga teng (qirg'iz).

Ustuvorlik koefitsiyenti - φ , ni λ_{ta} dan foydalangan holda quyidagi formulalardan aniqlanadi:

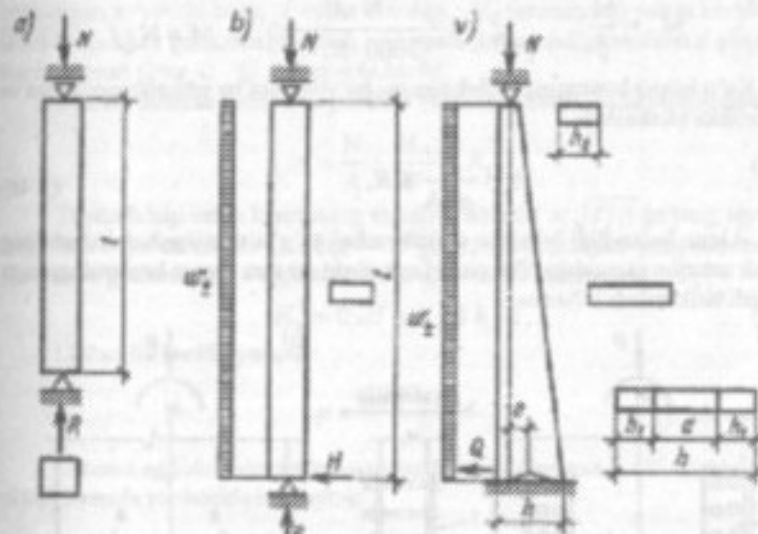
$$\varphi = 3000/\lambda^2 \text{ yoki } \varphi = 1 - 0,8 (\lambda/100)^2; [\lambda] \leq 120, \quad (5.41)$$

$[\lambda]$ - tarkibli ustun uchun ruxsat etilgan chegaraviy egiluvchanlik.

Iba tirdagi ustunlarning ko'ndalang kesimlari quyidagicha topiladi:

$$h_1 = 11 (0,29 \cdot \lambda_{\text{ta}}) \quad (5.42)$$

Yelimlangan yog'och ustunlar - zavod sharoitida tayyorlanadi. Ularning ko'ndalang kesimlari cheklanmaydi va turlicha bo'lishi mumkin. Ko'ndalang kesim ko'rinishlari o'zgarmas to'g'ri burchakli, kvadrat, uzunligi bo'yicha ko'ndalang kesim o'zgaruvchan va o'zgarmas bo'lishi mumkin (36-rasm).



36-rasm. Yelimlangan yog'och ustunlar: a - o'zgarmas kvadrat kesimli, b - o'zgarmas to'g'ri to'rtburchak kesimli, v - o'zgaruvchan to'g'ri to'rtburchak kesimli.

Ularning ko'ndalang kesim o'lchamlari 1 metrdan ham katta bo'lishi mumkin, uzunligi esa 10 metrdan ortadi. Ko'ndalang kesim o'zgarmas, kvadrat ko'rinishida bo'lgan, yelimlangan yog'och ustunlar bo'yicha siqiruvchi kuchga quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_1 \cdot t_b \cdot t_{\text{ta}}, \quad (5.43)$$

bu yerda: t_b - ko'ndalang kesimning balandligi qiymatini o'zgarishi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishini hisobga oladigan koefitsiyent; t_{ta} - yelimlanadigan yog'ochlarning qalinligi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishini hisobga oladigan koefitsiyent.

Yelimlangan yog'ochdan tayyorlangan o'zgarmas to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli ustunlar, bo'yicha N kuchdan ko'ndalang kesimning katta tomonining balandligi bo'yicha siqilish va egilishga ishlaydi. Bundan tashqari qiri-

zontal shamol ta'sirida hosil bo'ladigan egrovchi moment - M ham hisoblashlarda e'tiborga olinadi.

Mustahkamlikka quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

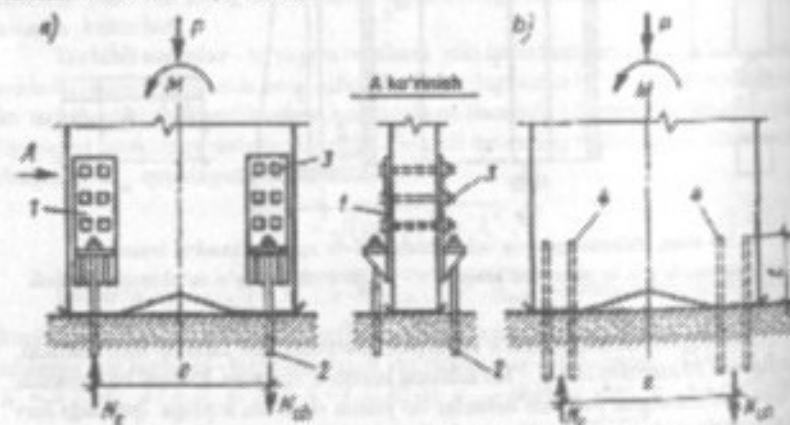
$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W} \leq R_x, \quad (5.44) \text{ bu yerda}$$

$$M_x = \frac{M}{\xi}; \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_x \cdot A}; \quad M = N \cdot f \quad (5.45)$$

Ko'ndalang kesimning kichik tomoni bo'yicha esa bu ustunlar siqilishga va ustivorlikka tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_x, \quad (5.46)$$

Ustun balandligi bo'yicha o'zgaruvchan to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli ustunlar tayanchga biki, yuqori uch qismi esa to'rt yopma konstruksiyasiga shartli birlashtiriladi (37-rasm).



37-rasm O'zgaruvchan ko'ndalang kesimli yog'och ustunni biki tayanchi.

1 - anker; 2 - o'tirgichlar; 3 - boltlar; 4 - yulduzshakl armatura qopirg'isi.

Bunday ustunlarning yuqori uchining ko'ndalang kesim o'lchamlari mustahkamlik sharti bo'yicha, qo'yi uchi ko'ndalang kesim o'lchamlari esa ustunni ruxsat etilgan chegaraviy egiluvchanligi bo'yicha aniqlanadi. Qo'yi uchining o'rt qismida uchburchak shaklida kiritish qilish tavsiya qilinadi. Bunda siqilishdagi normal kuchlanishlar egilishda chekka yon tomonlarida markazlashib to'planadi, ichki jift kuchlarning egilishdagi yelkani o'rtadi va tayanchdagi mustahkamlik elementlaridagi zo'riqlar kamayadi.

Maksimal egrovchi moment tayanchda hosil bo'ladi:

$$M = N \cdot e + \frac{\omega \cdot l^2}{2} + H \cdot l, \quad (5.47)$$

bu yerda: bo'yilma N kuch shartli o'qqa nisbatan $y = (h - h_0)/2$ ga teng eksentrisitet bilan ta'sir qiladi; N - bo'yilma vertikal kuch; ω - shamol ta'sirida hosil bo'ladigan so'ruvchi kuch; l - ustun uzunligi; H - tayanchdagi tashqi kuchlardan hosil bo'ladigan gorizontal tayanch reaksiyasi (tayanchdagi maksimal qirg'ovchi kuch qiymati $Q_{max} = l \cdot Q$ - qirg'ovchi kuch).

Bunday ustunlar siqilish - egilish bo'yicha mustahkamlikka tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W} \leq R_x, \quad (5.48)$$

Tayanchdagi ustun kesimining inertsia radiusi $i = \sqrt{J/A}$ ga teng, tayanchdagi inertsia momenti - $J = b(h^3 - a^3)/12$, a - keltirilgan uyiq balandligi. Ko'ndalang kesimning o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsiyent - K_x ,

$$K_x = 0.07 + 0.93 h_0/h, \quad (5.49)$$

Ustivorlik koeffitsiyenti - φ

$$\varphi = \frac{3000 \cdot K_x}{\lambda^2}, \quad (5.50) \text{ ga teng}$$

Ustunni egilishdagi deformatsiyani hisobga oladigan koeffitsiyent - ξ ni quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$M_x = \frac{M}{\xi}; \text{ bu yerda } \xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_x \cdot A}, \quad (5.51)$$

A - tayanchdagi to'liq ko'ndalang kesim yuzasi, chunki kiritish ustunni deformatsiyaga ta'sir ko'rsatmaydi.

Panjarasimon ustunlar - ishlab chiqarish bino va inshootlari to'rt yopma devorlarida yuk ko'taruvchi tayanch konstruksiyasi sifatida qo'llaniladi. Ularning balandligi 10 metr va undan ham yuqori bo'lishi mumkin. To'g'ri to'rtburchakli ustunlarning ko'ndalang kesim yuzasi balandligi 1/6 l dan kichik bo'lmaydigan kerak (38-rasm). Panjarasimon ustun belbog' lari bir yoki ikki elementli bo'lishi mumkin. Ustun tagidagi biki yordamida mustahkamlanadi. Panjarasimon ustunlar vertikal tashqi yuklarga, gorizontal shamol bosimiga, ustunlarning xususiy og'irligini hisobga olguncha tekshiriladi.

Ustunlardagi ustunlar shakli konsol formulalar kabi ishlaydi. Ustun sterjenlaridagi bo'yilma zo'riqlashlarni qurilish mexanikasi usullari yordamida yoki grafik usulda - M-N va M-Q kesim diagrammasi yordamida aniqlash mumkin. Zo'riqlashlar qiymatlariga qarab sterjenning ko'ndalang kesim o'lchamlari aniqlanadi.

Yog'och arkalar

6.1. Arka konstruksiyalari

Umuman olganda tarmoqli konstruksiyalarni ikki turga bo'lish mumkin: a) arkalar va ramalar; b) formalar.

Arkalar asosan 12 + 60 m gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi. Ayrim-chet davlatlar amaliyotida 100 m gacha va undan katta oraliqlarda ham qo'llanilgan holatlar ma'lum.

Statik sxemalari bo'yicha arkalarni ikki sharnirli va uch sharnirli, tayanch sxemalariga qarab tortqichli va tortqichsiz arkalar bo'linadi. Konstruksiyalariga qarab esa ularni yaxlit, yelimlangan va fermali, arka o'qining shakli bo'yicha esa segmentli, uchburchakli, ko'raskichsimon arkalar bo'linadi.

Yelimlangan yog'ochli arkalar. Bu turdagi arkalar to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli bo'ladi. Ular 12 m dan 60 m gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi. Sterjenli yelimlangan yog'och arkalar, asosan, uch sharnirli qilib tayyorlanadi. Ikki sharnirli arkalarni uzunligi kichik bo'ladi va ular yaxlit bir butun qilib tayyorlangan holda qurilish joyiga keltiriladi.

Segmentli arkalar tayanchga tayinishiga qarab tortqichli va tortqichsiz turlarga bo'linadi va ular 12+24 metrgacha bo'lgan oraliqlarda mavoflakqiyatli

qo'llaniladi. Ularning balandligi $f = \frac{l}{4} + \frac{l}{8}$ oraliqlarda bo'ladi. Ko'raskichsimon yelimlangan arkalar ham 12+60 m gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi. Arka

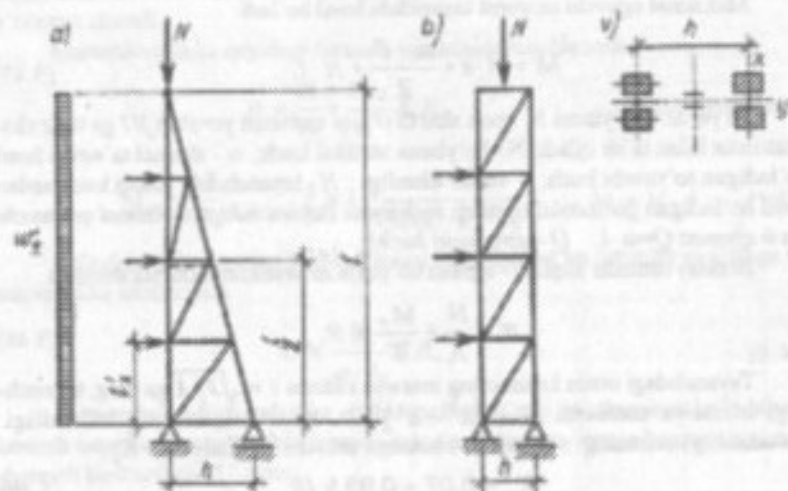
balandligi $f = \frac{l}{2} + \frac{l}{3}$ oraliqlarda bo'ladi. Bu turdagi arkalar katta balandlik talab

qilinadigan to'rtqichli ishlab chiqarish binolarida qo'llaniladi hamda vertikal va gorizontal tayanch bosimlarini poydevorga to'g'ridan-to'g'ri uzatadi. Simq chiziqli o'qli arkalar ham xuddi ko'raskichsimon arkalar o'xshaydi, faqat uning konstruksiyasi to'g'ri chiziqli qismlardan iborat va unga to'shama hamda to'sinlarni o'rnatish qulayligi mavjud. Quyidagi 39-rasmda yelimlangan arkalarni geometrik sxemalari keltirilgan.

Uchburchakli yelimlangan arkalar 12+24 metrgacha bo'lgan oraliqlarda

qo'llaniladi, tortqichsiz arkalar balandligi $f = \frac{l}{2} + \frac{l}{3}$, tortqichli $f = \frac{l}{4} + \frac{l}{8}$

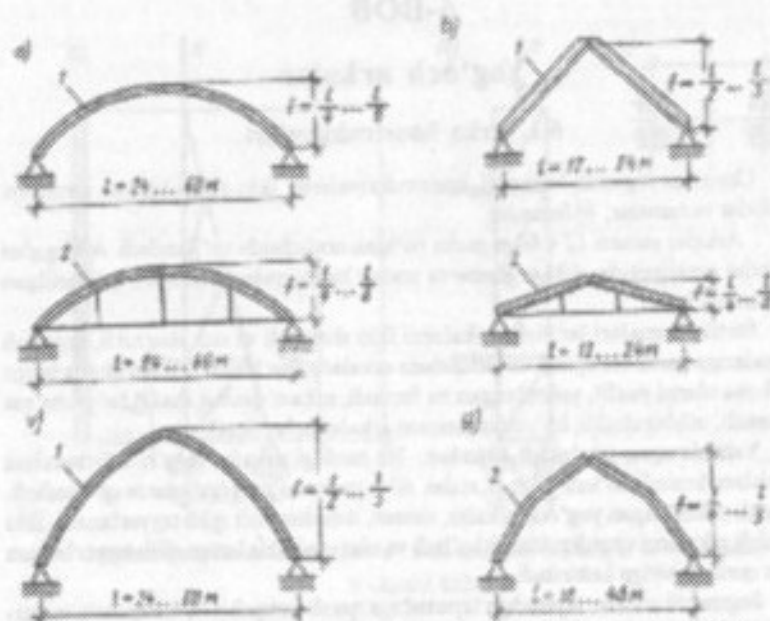
arkalarda bo'ladi. Ularni qo'llanilishining afzalligi, tem yopmada tekislashdli tem bozil ko'lishidadir. Lekin uchburchakli arkalar ko'ndalang kesimida tashqi yuklar-



39-rasm. Penjonimon ustunlar: a - uchburchakli; b - to'g'ri to'rtburchakli; v - kesim turlari.

Takrorlash uchun savollar

1. Nima uchun konstruksiyalar tarkibli qilib tayyorlanadi?
2. Meyil bog'lanishlardagi tarkibiy kesimli yog'och konstruksiyalari ko'ndalang va bo'y lama egilishlarga qanday hisoblanadi?
3. Bog'lovchalar soni qaysi formula yordamida aniqlanadi?
4. To'sinlarga armaturalar qanday qo'yiladi?
5. Armaturalashning qanday turlari mavjud?
6. Armaturali yog'och konstruksiyalari qanday hisoblanadi?
7. Yaxlit kesimli yog'och to'shalar qanday hisoblanadi?
8. Yelimlangan yog'och to'sinlarni hisoblash usuli qanday?
9. Yog'och ustunlarni qanday turlari bor?
10. Ustunlarni hisoblashda qaysi yuklamalar hisobga olinadi?



39-ram. Yelimlangan yog'och arkalar: a - segmentli; b - uchburchakli; v - ko'rtiqchimon; 1 - tortqichoz, 2 - tortqichli.

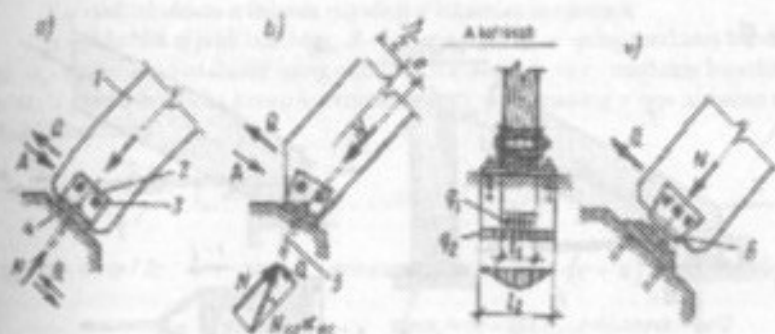
dan katta qiymatdagi eguvchi moment hosil bo'ladi, shuning uchun bu toifadagi arkalar kichik oraliqlarda qo'llaniladi.

Buton yog'och elementli arkalar segmentli va uchburchakli bo'lishi mumkin.

Ular 12 m gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi. Balandligi esa $f = \frac{l}{6} + \frac{l}{2}$ bo'lishi mumkin. Bu turdagi arklar, ushbu ikki nisbatli vaqinchalik binolarda qo'llaniladi.

Yog'och arkalarini tugun birikmalari tayanchdan va uch tugunlaridan tashkil topadi. Tortqichsiz yelimlangan yog'och arkalarini tayanch tugunlari ko'pincha poyvandlangan po'lat taglik yordamida bajariladi (40-ram). Kichik va katta oraliqlarda qo'llaniladigan arkalarining tayanch listida anker boltlari va ikki vertikal listda yarim arkani tayanch qismini mahkamlash uchun teshtiklar hosil qilinadi. Vertikal listlar orasi arka kengligi o'lchamida tayyorlanadi. Anker boltlarida hosil bo'ladigan siljish zo'riqlishini kamaytirish maqsadida tayanch po'lat taglik poydevorga qiysh tekislik bo'yicha o'rnatiladi va tayanch taglik tekisligi bilan parallel joylashtiriladi.

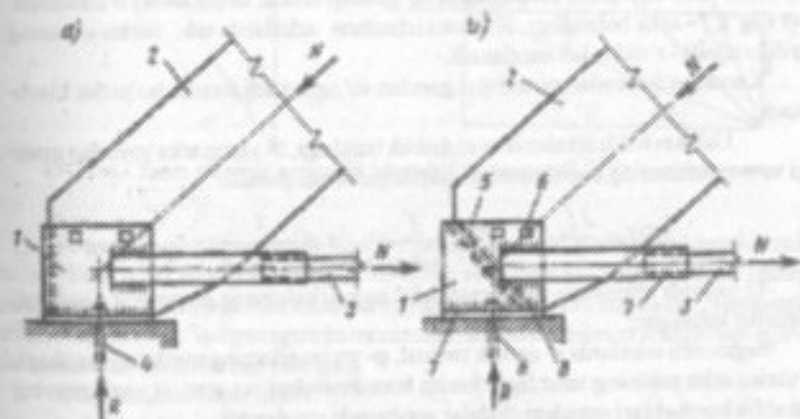
Tortqichli yelimlangan yog'och arkani tayanch tuguni ham po'lat taglik yordamida bajariladi. Bunda arka gorizontal poydevor tekisligiga mahkamlanadi (41-ram).



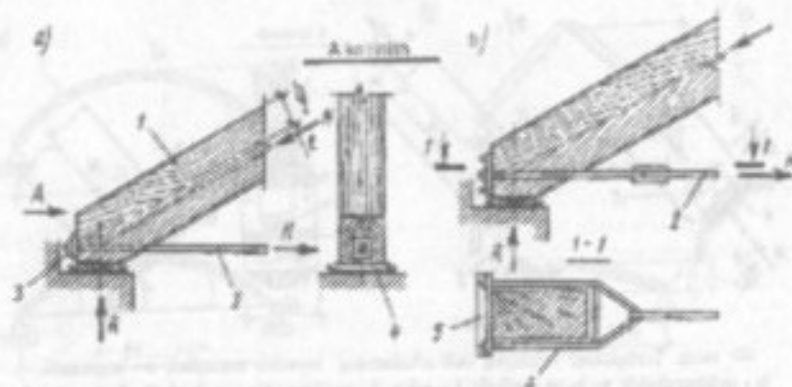
40-ram. Tortqichsiz yelimlangan yog'och arkalarining tayanch tugunlari: a - segmentli; b - uchburchakli; v - katta oraliqli; 1 - arka; 2 - po'lat qoplamasi; 3 - bolt; 4 - poyvand; 5 - anker; 6 - sharnir.

Uch sharnirli yelimlangan arkalarining uchidagi qismlarini po'lat yoki yog'och qoplamali va bittali birikma yordamida sharnirli qilib mahkamlanadi.

Yasit brua yoki douramon ko'ndalang kemli arkalarini tayanch tuguni o'yiq birikma yordamida bajariladi. Agar arka tortqichli bo'lsa, uning tayanch tuguni soddaroq ko'rinishda bo'ladi (42-ram).



41-ram. Tortqichli arkani tayanch burchaklari: a - vertikal distagmas bilan; b - qiysh distagma bilan; 1 - tayanch qoplamasi; 2 - arkalar; 3 - tortqichlar; 4 - ankerlar; 5 - distagma; 6 - bolt; 7 - poyvand; 8 - tayanch tagli.



42- rasn. Arkaning tayanch tugunlari: a - tugun shayba bilan; b - tugun sirmoniq bilan.
1 - uks; 2 - tortiqch; 3 - urpak; 4 - shayba; 5 - ko'tarish uchun metall moslama,
6 - sirmoniq

6.2. Yog'och arkalarini hisoblash

Arkalarida birinchi bo'lib o'lchamlarini aniqlash - geometrik hisoblash ishlari bajariladi. Arka simmetrik konstruksiya bo'lganligi uchun, uning asosiy o'lchamlari l - oraliq'i, f - arka balandligi. Ko'rsatkichimon arkalarida esa, yarim arkaning egrikk radiusi - r oldindan aniqlanadi.

Kerakli o'lchamlarini aniqlangandan so'ng arkani statiya bo'yicha hisoblanadi.

Uchburchakli arkalarida α - nisoblik burchagi, S - yarim arka yoyining uzunligi va n ta kesimning koordinatalari quyidagicha aniqlanadi.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2f}{l}; \quad S = \frac{f}{\sin \alpha}; \quad x = \frac{l}{2n-2}; \quad y = r \operatorname{tg} \alpha \quad (6.1)$$

43-rasmda segmentli va ko'rsatkichimon arkalarining geometrik hisoblash sxemalari ko'tirilgan.

Segmentli arkalarida r - egrikk radiusi, φ - yarim arkaning markaziy burchagi, S - yarim arka yoyining uzunligi, kesim koordinatalari x , y va α_x - urinning nisoblik burchaklari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi.

$$r = (l^2 + 4f^2)^{1/2} / (8f); \quad \sin \alpha = \frac{l}{(2r)}; \quad S = r \cdot \varphi; \quad (6.2)$$

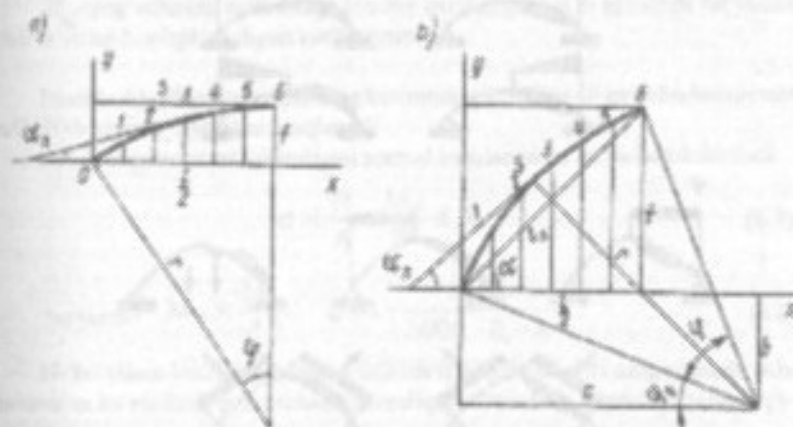
$$x = l / (2n - 2); \quad y = \sqrt{r^2 - (l/2 - x)^2} - r + f; \quad \sin \alpha_x = (l/2 - x) / r \quad (6.3)$$

Ko'rsatkichimon arkalarida quyidagi o'lchamlar aniqlanadi.
 α - nisoblik qiyalik burchagi, S - o'q uzunligi, φ - o'qning markaziy burchagi, φ_0 - birinchi radius chizig'ining nisoblik burchagi, b va c - markaziy koordinatalar, z - vator bo'yicha kesim koordinatalari, α_x - urinning o'qqa nisbatan nisoblik burchagi.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2f}{l}; \quad l_x = f / \sin \alpha; \quad \sin \varphi / 2 = l_x / (2l); \quad S = r \cdot \varphi;$$

$$\varphi_0 = 90 - \alpha - \varphi / 2; \quad b = r \cdot \sin \varphi; \quad c = r \cdot \cos \varphi; \quad y = \sqrt{r^2 - (c - x)^2} - b; \quad (6.4)$$

$$z = \sqrt{x^2 + y^2}; \quad \sin \alpha_x = (c - x) / r; \quad c = l \cos \alpha - l \varphi / 2$$

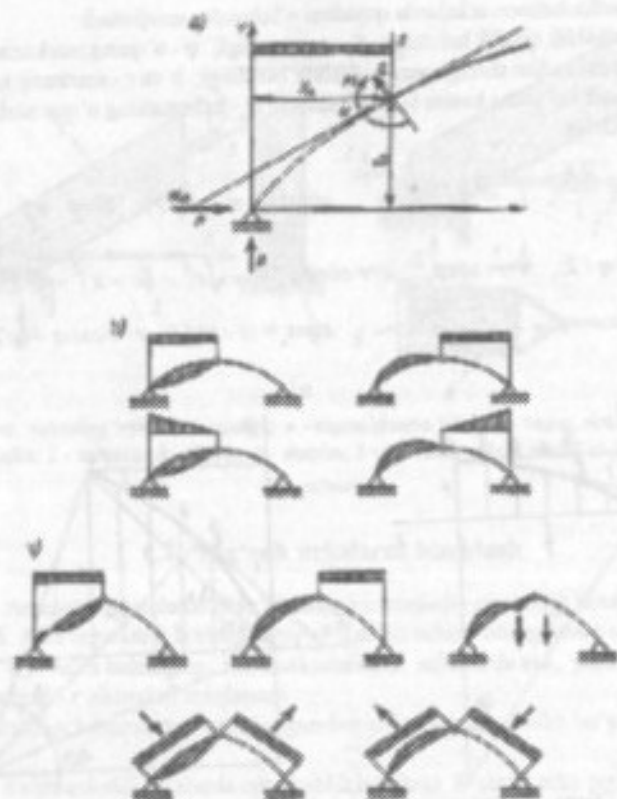


43- rasn. Yarim arkaning geometrik sxemalari: a - segmentli; b - ko'rsatkichimon

44-rasmda arka kesimlarida hosil bo'ladigan egirchi moment, qirg'ovchi kuch va bo'ylama ichki zo'rliqlarning ta'sir qilish yo'nalishlari, teng tarqalgan tashqi yuklarning ta'siri, egirchi moment epyuralari va ishlash sxemalari, segmentli arkalarida: hosil bo'ladigan egirchi momentlar, ko'rsatkichimon arkalarida: egirchi momentlar sxemalari ko'rsatilgan.

Arkalarini hisoblash tartibi:

1. Arkaga ta'sir qiluvchi hisobiy yuklamalar aniqlanadi.
2. Tashqi kuchdan hosil bo'ladigan vertikal va gorizontal reaksiya kuchlari R va N lar aniqlanadi.
3. Hisoblash kesimlarda hosil bo'ladigan egirchi moment - M , qirg'ovchi kuch - Q , bo'ylama kuch - N lar aniqlanadi.
4. Aniqlangan ichki zo'rliqlar orqali arka kesimlarining o'lchamlari aniqlanadi.



44-rasm. Arka kesimlarida hosil bo'ladigan oguvchi moment qiyoshlari va ishlash xossalari: a-ishlash xossalari; b-segmentli arkalaridagi momentlar; v-konstruktivimon arkalaridagi momentlar.

Tekin tarqalgan yuklarga $-q$ (kN/m^2) dan hosil bo'ladigan tayanch reaksi-

yalari quyidagicha teng: vertikal $-R = \frac{ql^2}{2}$; gorizontal $-H = \frac{ql^2}{8f}$.

Oguvchi moment $-M$, qirg'irchi kuch $-Q$ bo'ylama kuch $-N$ lar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$M_x = R \cdot x - H \cdot y - \frac{qx^2}{2},$$

$$N_x = (R - qx) \sin \alpha + H \cos \alpha, \quad Q_x = (R - qx) \cos \alpha - H \sin \alpha, \quad (6.5)$$

Umumiy holda hisoblash xossasi va tashqi kuchlarga qarab qurilish mexanikasi usullari yordamida tayanch reaksiyalari, ichki zo'rliqlar aniqlanadi va ular orqali ko'ndalang kesim o'lchamlari aniqlanadi.

Arkani yuqori belbog'i egilish bilan siqilish va yorilishga, quyi belbog'i esa cho'zilishga ishlaydi. Yuqori belbog' ko'ndalang kesimining talab qilinadigan o'lchamlari quyidagi formulalar yordamida topiladi:

$$W_x = \frac{M}{0.8 R_{sc}}, \quad h_x = \sqrt{6 \cdot W_x / b}, \quad (6.6)$$

Bu yerda: W_x , h_x - talab qilinadigan arka ko'ndalang kesimining qarshilik momenti va balandligi; M - maksimal oguvchi moment; b - ko'ndalang kesimning kengligi.

R_{sc} - yog'ochning egilishdagi hisbiy qarshiligi; 0,8 - egilishda bo'ylama kuch ta'irini hisobga oladigan koeffitsiyent.

Hisoblashlarda arka ko'ndalang kesimining kengligi $-b$ ga oldindan qiymat beriladi va keyin h_x qiymatini aniqlanadi.

Arka kesimlari mustahkamligini normal kuchlanishlar bo'yicha tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_x}{W} \leq R_c, \quad (6.7)$$

$$\text{bu yerda: } M_x = \frac{M}{\xi}; \quad \xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_c \cdot A}, \quad (6.8)$$

N - bo'ylama kuch, segmentli arkalarida uch qismidagi N ning qiymati, uchburchak va ko'rsatkichsimon arkalarida oralig'i to'rtinchi qismidagi N ning qiymati olinadi.

Egiluvchanlik $\lambda = l_g / r$, bu yerda: l_g - hisbiy uzunlik, r - inersiya radiusi.

Segmentli arkalarini hisoblashda $I_g = 0.58 \cdot 2.5 = 1.15$ olinadi. Uchburchakli va ko'rsatkichsimon arkalarini hisoblashda $I_g = S$ (bu yerda S - yarim arka uzunligi) olinadi. Bundan tashqari arkani yuqori belbog'i ustivorlikka deformatsiyalanishning tekis shakli bo'yicha ham tekshiriladi.

Arka hisobining eng ahamiyatli jeyi, uning tugunlarini hisoblashdadir.

Takrorlash uchun savollar

1. Arkalarning turlari va qurilish usullari?
2. Arkalarni hisoblashda qaysi yuklamalar e'tiborga olinadi?
3. Arkalarni hisoblashda zo'rliqlar qanday aniqlanadi?
4. Arkalarni hisoblash tartibini tushuntirib bering?
5. Arka ko'ndalang kesim o'lchamlari qaysi formulalar yordamida aniqlanadi?

Yog'och ramalar

7.1. Yog'och rama konstruksiyalari

Rama - asosiy yuk ko'taruvchi yog'och konstruksiyalari turlaridan biri hisoblanadi. Ularning shakli ko'pgina ishlab chiqarish va jamoat binolariga mos keladi. Rama ustun va to'sinlari tom yopma va devor konstruksiyalari uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Lekin ramaga juda ko'p miqdordagi yog'och materiallar talab qilinadi va ular 12-24 metr oraliqlarda qo'llaniladi. Xorijiy davlatlarda yog'och ramalar 60 metrgacha bo'lgan oraliqlarda ham qo'llanilmoqda.

Statik sxemalari bo'yicha ramalar statik aniq va statik noaniq turlarga bo'linadi (45-rasm). Ularning afzalligi shundaki, rama kesimlaridagi zo'riqishlar poydevorni cho'kishiga bog'liq emas va ularning tugun yochimlari sodda yechilgan. Kamchiligi tugunlarida katta zo'riqishlar hosil bo'lishidir.



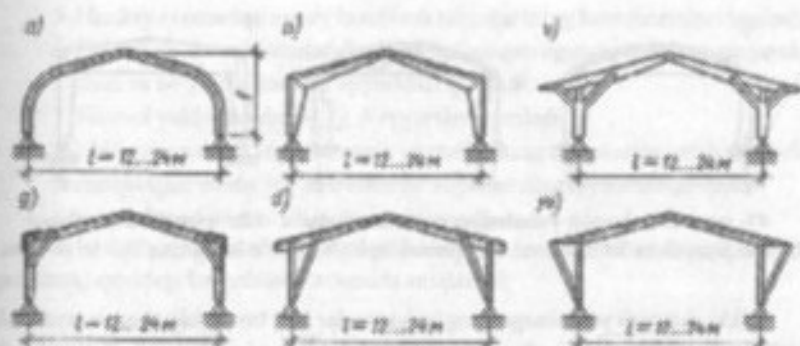
45-rasm. Yog'och ramalar sxemalari: a-uch sharnirli; b-ikki sharnirli, biki mahkamlangan; v-ikki sharnirli sharnir tayangan.

Ikki sharnirli biki tayanch tugunli sxema bir marta statik noaniq hisoblanadi. Bu sxemaning afzalligi - rama to'sinining ustuni bilan birikishi joyida eguvchi momentning qiymati nolga teng bo'ladi. Kamchiligi - ramada biki tayanch tugunlarining mavjudligidir. Biki tayanch tugunlari sharnirli tayanch tugunlariga nisbatan mustahkamtroqdir. Ikki sharnirli, sharnir tayanch tugunli ramalar ham bir marta statik noaniq hisoblanadi. Uch sharnirli yelimlangan yog'och ramalar eng ko'p tarqalgan ramalar hisoblanadi. Ular havonli va havonlar soni ikkita dan to'rttagacha bo'lishi mumkin.

Uch sharnirli yelimlangan ramalarning konstruksiyalari (46-rasm).

Mazkur yelimlangan yog'och ramalar kesimlarining kengligi o'zgarmas, kesim balandligi esa o'zgaruvchan bo'ladi.

Egib yelimlangan uch sharnirli ramalar, ikkita G-simon shakldagi boshburchakli yarim ramalardan tashkil topgan. Rama ko'ndalang kesimi enining o'rtasida o'zgarmas, kesim balandligi esa o'zgaruvchadir. Bu ramalarning afzalligi: yirik yarim ramalardan tashkil topgan ramalarni yig'ishning osonligi va yig'ish vaqtining kamligi; kesim balandligining o'zgaruvchanligi, maksimal eguvchi moment bir joyda kesimni katta,



46-rasm. Yelimlangan yog'och uch sharnirli ramalar: a-egib yelimlangan; b-simq yelimlangan; v-to'rt havonli; g-ikki havonli; d-ichki tayanch havonli; ye-tashqi tayanch havonli.

eguvchi moment kichik bo'lsa, kesimni kichik qilib tayyorlash imkoniyatining borligi (bu esa o'z navbatida yog'ochni iqtisod qilishga olib keladi).

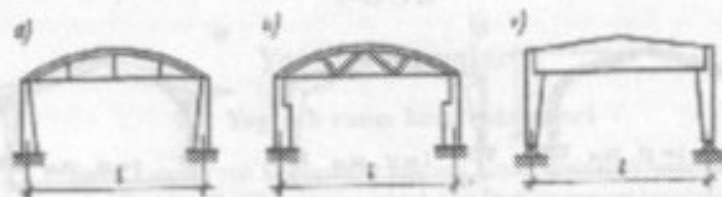
Kamchiligi: transportda tashish imkoniyat darajasining pastligi (rama yirik bo'lganligi uchun); egilgan qismidagi siquvchi kuchning qiymati to'g'ri chiziqli ramadagiga nisbatan kattaligi.

To'g'ri chiziqli rama - ustun va sarrovlardan tashkil topadi. Bitta rama G-simon ikkita yarim ramadan iborat. Ramadagi eng katta eguvchi moment, ramaning o'stirma tugunida hosil bo'ladi. Ramaning sarrovi to'g'ri chiziqli tekis bo'lganligi uchun to'sin va to'sinlarni o'rnatish hamda tomni nishablikni qilish oson bo'ladi. O'stirmani tishli chok kesimida maksimal eguvchi moment hosil bo'ladi.

Yelimlangan uch sharnirli to'rt havonli rama - ikkita ustundan, ikkita o'zgaruvchan kesimli yarim sarrovlardan va o'zgarmas kesimli to'rtta havonlardan tashkil topadi. Havonlar sarrovlarga qo'shimcha tayanch sifatida ishlaydi va sharning uchun sarrovdagi eguvchi moment qiymatini qisman kamaytiradi.

Yelimlangan uch sharnirli ikki havonli ramalar - ikkita ustundan, ikkita o'zgaruvchan kesimli yarim sarrovlardan va o'zgarmas kesimli ikkita havonlardan tashkil topadi. Bu ramaning asosiy kamchiligi, ularning o'stirma qismidagi cho'zilish zo'riqishining kattaligidir.

Yelimlangan yog'och tayanch ichki havonli uch sharnirli rama - ikkita yarim sarrovlardan, ikkita havon va ikkita ustundan tashkil topadi. Yelimlangan yog'och tayanch tashqi havonli uch sharnirli rama - xuddi ichki havonli ramaga o'xshaydi, faqat havoni bu ramalarda tashqi bo'ladi. Ikki sharnirli yelimlangan yog'och ramalar (47-rasm) uchta konstruktiv elementlardan tashkil topadi: ikkita vertikal ustunlar va gorizontal sarrovlardan. Bu ramalar boshqa ramalarga nisbatan oson tayyorlanadi va shahar qamblardan tashkil topgan uchun ularni transportda tashish darajasi yuqori. Gorizontal sarrovi ustunga mahkamlash juda ham yengil bajariladi.



47- rasm. Ikki sharnirli yelimlangan yog'och ramalar: a - biki tayanch va arka bilan, b - biki tayanch va larva bilan, v - sharnirli tayanch va yelimlangan yog'och va sin bilan.

Ikki sharnirli yelimlangan yog'och ramalar biki tayanchli, sharnir tayanchli qilib loyihalasadi. Ramalarda ulita asosiy tugunlar mavjud: tayanch, o'stirma, uch tugunlar. Ramalar butun yog'ochlardan ham tayyorlanadi. Bunday ramalar yelimlangan yog'och ramalarga nisbatan arzon, lekin ular faqat kichik oraliqlarda qo'llaniladi (arzon 15 m gacha). Butun kesimli yog'ochlardan havonli ramalar ham tayyorlanadi. Ularning oralig'i 9 m gacha bo'lishi mumkin.

7.2. Yog'och ramalarni hisoblash

Rama konstruksiyalarini hisoblash ikki bosqichda amalga oshiriladi: geometrik va statik.

Geometrik hisoblashda rama elementlarining geometrik o'lchamlari aniqlanadi (ya'ni ramaning oralig'i, ustun balandligi, sarrov uzunligi, sarrov qiyaligi, hisoblash kesimlarining koordinatalari va boshqa hisoblash uchun zarur bo'lgan o'lchamlar). Simmetrik ramalarda bu o'lchamlarni yarim rama uchun aniqlash yetarlidir. Agar tom ustastamenti bo'lsa, uning qiyaligi $i \geq 25\%$, rubeoidli tom yopmalarida esa $i \leq 25\%$ qabul qilinadi.

Faqat chiziqli ramalarning o'stirma qismidagi egri chiziqli yog'och qismini qirg'iqni, ushni ruxsat etilgan eng kichik qiymatidan kelib chiqqan holda olinishiga tavsiya beriladi:

$$r \geq 150 \cdot d, \quad (7.1)$$

bu yerda: r - egriklik radiusi, d - yelimlangan bitta taxtaning qalinligi.

Ramani statik hisoblashda quyidagi tartibda rioya qilinadi:

1. Ramani hisoblash sxemasi aniqlanadi.
2. Ramaga ta'sir qiluvchi tashqi yuklar aniqlanadi.
3. Tashqi yuklarning me'yori va hisobiy qiymatlari aniqlanadi.
4. Tashqi yuklardan hosil bo'ladigan tayanch reaksiyalar aniqlanadi.

5. Hisobiy sxemadagi asosiy hisoblash nuqtalarining koordinatalari topiladi.
6. Dstiriy va qir yuklaridan hosil bo'ladigan qirg'ich moment, qirg'ich kuch va bo'yama kuchlar epyuralari quriladi.
7. Sharnir yuklaridan M, Q, N epyuralari quriladi.
8. Ichki zo'riqlar (M, Q, N) asosiy epyuralarining ichkariga qarab yig'iladi.
9. Aniqlangan asosiy yig'indi ichki zo'riqlarning qiymatlariga qarab ko'ndalang kesim o'lchamlari aniqlanadi.

Talab qilinadigan ko'ndalang kesimning o'lchamlari (balandligi, qarshilik momenti) quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$h_1 = \frac{1.5 \cdot Q}{b \cdot R_{\text{min}}}; \quad W_1 = \frac{M}{0.8 \cdot R}; \quad h_2 = \sqrt{6 \cdot W / b} \quad (7.2)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Ramalarning qaysi turlari qurilishda ishlatiladi?
2. Ramalar qanday oraliqlarda qo'llaniladi?
3. Ramalarni hisoblash tartibi tushuntirib bering.
4. Ramalarni hisoblashda qaysi yuklar hisobga olinadi?
5. Rama tugunlarini tushuntirib bering.
6. Rama kesimlaridagi zo'riqlar qanday aniqlanadi?
7. Rama ko'ndalang kesim o'lchamlari qaysi formulalar yordamida aniqlanadi?

Yog'och fermalar

8.1. Yog'och ferma konstruksiyalari

Yog'och fermalar - to'sin turidagi panjara sistem konstruksiyalar bo'lib, ular qurilishda keng qo'llaniladi. Fermalar turli tuzilma va inshootlar uchun asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiya bo'lib xizmat qiladi. Fermalar to'sin va sarrovlar uchun asosiy yuk ko'taruvchi asos bo'lib xizmat qilishi bilan birga, to'sin va konstruksiyalar vazifasini ham bajaradi. Osmo shiftni va yengil ishlab chiqarish jihozlarini ularga o'rish mumkin. Fermalarda metall va yog'och materiallaridan samarali foydalaniladi. Fermalar sig'uvchi elementlari yog'ochdan, cho'ziluvchi sterjenlari esa metaldan tayyorlanadi.

Fermalarning eng asosiy kamchiligi, ularning tugunlarining ko'pligidir. Shuning uchun ularni tayyorlash va yig'ish murakkabdir. Ferma sterjenli sistema bo'lgani uchun uning umumiy balandligi kattadir. Bu o'z navbatida inshootning umumiy balandligiga ta'sir ko'rsatadi.

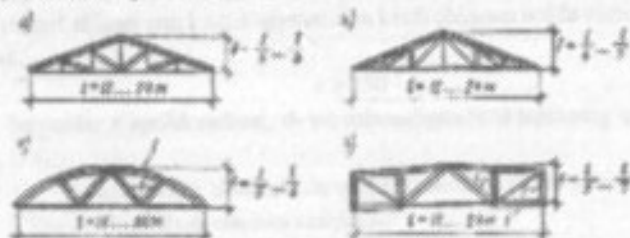
Yog'och fermalar ikki asosiy - yelimlangan yog'och va butun yog'ochli sinflarga bo'linadi.

Yelimlangan yog'och fermalarning oraliq $12 \div 30$ metrgacha bo'lishi mumkin.

Fermalar geometrik shakllari bo'yicha segmentli, ko'pburchakli, trapetsiyasimon-beshburchakli va uchburchakli turlarga bo'linadi (48-rasm).

Fermalar tayyorlanishi bo'yicha ham ikki turga bo'linadi: 1) zavod sharoitida tayyorlanadigan fermalar (*yelimlangan yog'ochli fermalar*), 2) qurilish maydonining o'zida tayyorlanadigan fermalar (*butun yog'ochli fermalar*).

Analizda yaxlit yoki sterjenli-ferma to'sin konstruksiyalarini tanlash - asosan inshootning vazifasiga qarab aniqlanadi. Masalan, kimg'eviy agressiv muhit sharoitida sterjenli to'sinlarni (*fermalarni*) qo'llash tavsiya etilmaydi, chunki bu holda har xil tuz, kislotalar, ishqorlarning ta'siri etish yuzalari kattadir.



48 - rasm. Yelimlangan yog'och fermalar. a - pastga yo'nalgan havonli uchburchakli ferma; b - yuqoriga yo'nalgan havonli uchburchakli ferma; g - segmentli; d - beshburchakli.

Fermalar industrial konstruksiya hisoblanadi. Ularda yelimlangan yog'och ishlatilishi - o'tga chidamlilikni oshiradi. Agar yelimlangan yog'ochni ishlatish imkoniyati bo'lmasa, to'sin va yog'och ko'rinishidagi sterjenlardan foydalaniladi. Bu turdagi fermalarni o'tga chidamlilik kichikdir.

Fermalar, asosan, statik aniq sistemalar asosida hisoblanadi. Statik aniq sistemalarda fermalarni qo'llash, asosan, tavsiya etilmaydi. Bu holda tugunlardagi deformatsiyalarni hisobga zo'riqlashni boshqa sterjenlarga ustilishi yuz berib qolishi mumkin.

Fermalar, sterjenlarining materiallari turlariga qarab ham quyidagi turlarda bo'linadi: butun yog'ochli, metall yog'ochli, yelimlangan yog'ochli.

Metall yog'och sterjenli fermalarda, asosan, qiyi belbog'i ikkita po'lat burchaklidan, yuqori belbog'ini esa yelimlangan yog'ochdan tayyorlanadi.

Uchburchakli, havonli pastga yo'nalgan, yelimlangan yog'ochli fermalar yuqori belbog'ining qiyaligi katta bo'ladi. Bu fermalarni qiyi belbog'i ikki po'lat burchaklidan tayyorlanadi va hisoblash orqali ularning uzunligi bo'yicha birgalikda ishlatilishi ta'minlash maqsadida birlilik qobirg'alari qo'yiladi (*bir-biriga metall plastinka yordamida payvandlanadi*). Bu fermalarning havonlari faqat sig'ishga ishlaydi. Shuning uchun havonlar yog'ochdan tayyorlanadi va ularning kengligi yuqori belbog' kengligi bilan bir xil olinadi. Fermalarning ustun sterjenlari cho'zilishga ishlaydi va ular po'lat yukka armatura sterjenlaridan tayyorlanadi.

Uchburchakli havonlari yuqoriga yo'nalgan yelimlangan yog'ochli fermalar, uchburchakli havonlari pastga yo'nalgan fermalar singari yuqori belbog' va qiyi belbog' larga egadirlar. Bu fermalarning havonlari cho'zilishga ishlaydi va havonlar po'lat armatura sterjenlaridan tayyorlanadi, ustun sterjenlari esa sig'ishga ishlaydi va ustunlar yog'ochdan kengligi yuqori belbog' kengligi bilan teng qilib tayyorlanadi. Bu fermalarning havonlari metall bo'lganligi uchun, ularning tugunlarda mahkamlanishi masalasini biruz murakkabroqdir. Undan tashqari, ferma xususiy og'irligi natijasida sezilarli egrilishi mumkin.

Segmentli yelimlangan yog'och fermalar o'rnatma materialli tem yopmalar uchun mo'ljallangan. Ular, asosan, uchburchak panjara sistemali bo'ladi. Yuqori belbog' sterjenlari soni to'rtta yoki uchta bir xil uzunlikda bo'ladi. Qiyi belbog'i ikkita po'lat burchaklidan tashkil topgan. Panjara havonlarida uncha katta bo'lmagan zo'riqlashlar hosil bo'lib, ular yog'ochdan tayyorlanadi.

Agar osilib turuvchi shif qilingan bo'lsa, bu turdagi fermalarda ham ustun po'lat armatura sterjenlaridan tayyorlanadi va ular cho'zilishga ishlaydi. Yuqori belbog'ining egrilishi hisobiga uning kosimlarida tugun oraliqidagi yuklamlardan uncha katta bo'lmagan o'zgaruvchan ishorali og'uvchi momentlar va hisobiy kasimlarda bo'ylama kuchdan eksentrisitet bilan qarashli ishorali og'uvchi momentlar hosil bo'ladi. Shuning uchun segmentli ferma sterjenlarining ko'ndalang kesimlari kichikroq bo'ladi.

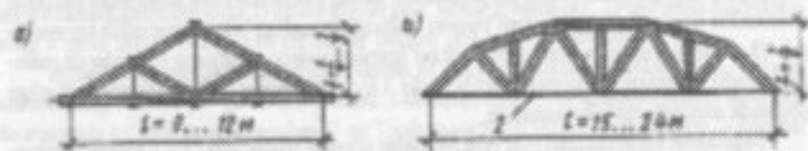
Beshburchakli yelimlangan yog'och fermalarning yuqori belbog'i kichik qi-

yablika ega bo'ladi. U o'rnatish tomonidan tomonlari asos bo'lib, uch va baliqli tomon yopmalarni o'rta oralig'ini uchun xizmat qiladi hamda ferma tutumi bilan uchburchak panjara esmali ko'rinishda bo'ladi. Yuqori belbog'i to'rta yelimlangan yog'ochli, to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli sterjenlardan iborat bo'lib, ular tugunlarda o'z o'qlariga nisbatan ekssentritet bilan biriktiriladi. Katta cho'zilish zo'riqlari ta'siridagi belbog'ning o'rta panellari va o'rta havonlarida o'zgaruvchan ishorali zo'riqlar hosil bo'ladi hamda ular yelimlangan yog'ochdan tayyorlanadi. Bunday fermalarning qo'llanishi iqtisodiy jihatdan samarali.

Bütün yog'ochli fermalarning yuqori belbog'i yog'ochdan, quyi belbog'i va panjara sterjenlari yog'ochdan yoki po'latdan tayyorlanadi. Bunday fermalarning afzalligi shundaki, ularni har qanday sharoitda ham tayyorlash mumkin. Kamchiligi esa, bütün yog'och ko'ndalang kesim o'lchamlarining chegaralanganligidir.

Uchburchakli kichik oralqlarda qo'llaniladigan to'rt qirrali yog'och fermalarning havonlari pastga yo'nalgan yog'och, yuqori belbog'i yog'och, quyi belbog'i yog'och yoki po'lat, ustunlari esa po'lat sterjenlardan iborat bo'ladi. Bu turdagi fermalar soddaligi bilan ajralib turadi. Ular 12 metryacha bo'lgan oralqlarda muvaffiqiyatli qo'llaniladi (49a-rasm).

Ko'pburchakli to'rtqirrali yog'och sterjenli fermalar uchburchak panjara esmali, quyi belbog'i po'lat sterjenlardan, qolgan sterjenlari esa yog'och sterjenlardan tashkil topgan bo'ladi. Bu turdagi fermalarning havon va ustunlarida kichik qiymatli zo'riqlarning hosil bo'lishi, ularni yog'ochdan tayyorlanishiga imkoniyat yaratadi. Ferma yuqori belbog'i qiyalik darajasining kichikligi, o'rnatish tomonidan yopmalarda muvaffiqiyatli asos bo'lib xizmat qilishiga imkoniyat yaratadi (49b-rasm).



49 - rasm. To'rtqirrali yog'ochli fermalar: a - uchburchakli; b - ko'pburchakli

Yog'och ferma konstruksiyalarining tugunlari turli xildir. Ular konstruksiyaning asosiy qismi hisoblanadi. Tugun birkmalarining turlari ferma panjara esmalariga uruvchi bog'liqdir. Yog'och elementlari birkmalari ichida eng ishorachilari pesh tayanchdir. Lekin bu turdagi birkma cho'zilishdagi zo'riqlarni qabul qila olmaydi.

Beldi birkmalar siqilish va cho'zilish zo'riqlarini qabul qila oladi. Ular asosan ferma sterjenlarini biriktirishda qo'llaniladi.

Yelimlangan yog'ochli va bütün yog'ochli ferma tugun konstruksiyalari o'zlarining ichida xususiyatlariga egadir.

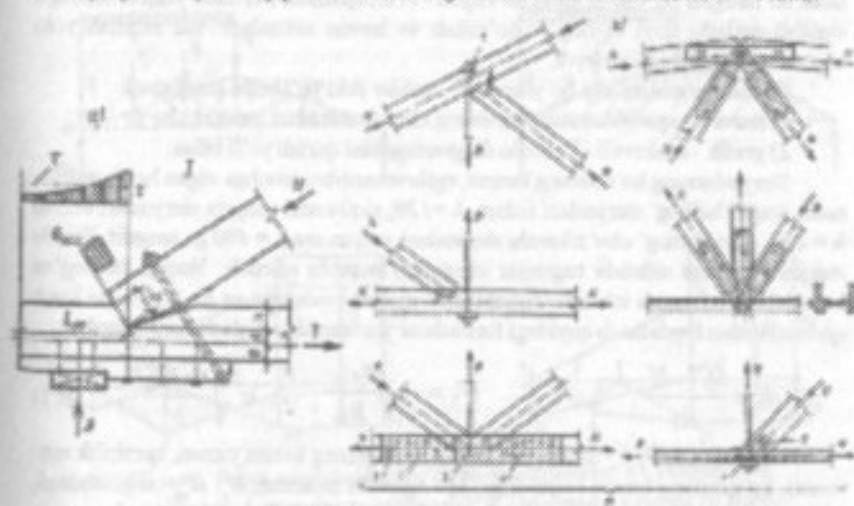
Yelimlangan yog'och ferma tugunlari, shuningdek, ko'p qirralidir. Segmentli va uchburchakli yelimlangan yog'och fermalarning tayanch tugunlari xuddi arkalar tugunlari kabi metall yoki yog'och qoplamali beldi birkma ko'rinishida bo'ladi.

Umuman olganda, ferma sterjenlarining bir-biri bilan birkishi sterjenlar materialiga, sterjenlarda hosil bo'ladigan zo'riqlarga bog'liqdir. Zo'riqlarning qiymatlariga qarab bog'lovchilarning turi va o'lchamlari aniqlanadi.

Uchburchakli to'rtqirrali yog'ochli fermalarning tugunlari quyidagicha bo'ladi. Tayanch tuguni o'yiq birkma ko'rinishida tayyorlanadi. Quyi belbog'ining tayanch qismida uchburchaksimon uya ochiladi va bu uyaga yuqori belbog' sterjeni zich qilib beldi mahkamlanadi. O'yiq chuqurligi $1/3 \cdot h$ dan katta bo'lmaydigan kerak. l_{yoy} - yoylashga ishlaydigan qismi uzunligi esa $1,5 \cdot h$ dan kichik bo'lmaydigan kerak. Bundan tashqari o'yiqdagi sterjenlar geometrik o'qlari markazlashtirilgan holda biriktirish kerak.

Fermaga yuqori uchidagi qirra tugun qiya pesh tayanch biriktirish usulida biriktiriladi. O'rtadagi tugunlarida ikki tomonlama qoplama bilan birkma hosil qilinadi. Bunda qoplamaning qalinligi quyi belbog' sterjeni yarim qalinligidan kichik bo'lmaydigan kerak.

Ko'pburchakli to'rtqirrali yog'och fermalarning tugunlari turli variant ko'rinishlarida hal qilinadi. Tayanch tuguni po'lat taglik yordamida biriktiriladi. O'sha tugunlari po'lat qoplama va beldi yordamida mahkamlanadi (50-rasm).



50 - rasm. To'rtqirrali ko'pburchakli fermalarning oraliq tugunlari: a - uchburchakli; b - ko'pburchakli; 1 - tayanch tuguni; 2 - oraliq tugunlari

8.2. Fermalarni hisoblash

Fermaga doimiy va vaqtinchalik yuklar ta'sir qiladi. Yuklarning uchirchi turi - maxsus yuklar zilsila, portlash yoki biron dinamik ta'sirdan paydo bo'ladi va uning vertikal tashkil etuvchisi fermada qo'shimcha zo'riqlar hosil

qilishi mumkin. Lekin markaz qo'llanmada statik yuklarni ta'biran o'zgaritib bilan cheklanmiz.

Doimiy yuklamalar - tashqi omillarining xususiy og'irligi va forma-ning xususiy og'irligi. Vaqtinchalik yuklamalar - qor va shamol yuklamalari hisoblanadi. Doimiy va vaqtinchalik yuklamalar forma onaligi bo'yicha teng tekis tarqalgan holatda bo'ladi. Ko'pincha vaqtinchalik shamol ta'siri forma shajeralarida tekis ishora bilan zo'riqish hosil qiladi, va shuning uchun ular qo'shimcha hisoblashlar-da e'tiborga olinmaydi. Segmentli formalarni hisoblashda asosan tekis tarqalgan doimiy va vaqtinchalik qor yuklamasi ta'sirlari e'tiborga olinadi. Agar omil jihatlar yoki shifit bo'las, ferma ning qayi helbog'i tugunlariga ulardan tushadigan yuklamalar ham yig'ib qo'yiladi va hisoblanadi. Formalarda geometrik va statik hisoblash ishlari bajariladi. Formalar shajeralari, zo'riqlarining turlariga qarab maxsus birlashtiriladi.

Formaları geometrik hesaplarla da forma atarları ürünleri, ağırlığı, esnekliği, bulaşıklığı, esneklik modülleri araştırılır.

Fermari statik hisoblashida barcha hisobiy yuldanlardan firma shojenlarida bozil bo'ladigan bo'yolma ichki zo'rqlash - N aniqlanadi. Fermari yuqori baltog'i siqilish-qisilish, quyi baltog'i cho'zilish va havem ustunlari - can siqilish yoki cho'zilish holatlarida ishlaydi.

Ferme stajonlaridagi bo'ylar -N kuchliroq ikki yo'l bilan unislanadi.

- 1) narwi - qirish maxmurasiyning klassik ushshari yordamda.

2) grafik - Makorvell - Krerren diagrammasini qurish yo'li bilan.

$$A_1 = \frac{0,7 \cdot N}{R_c}; \quad h_1 = \frac{A_1}{b}; \quad W_1 = \frac{M}{0,8 \cdot R_w}; \quad h_1 = \sqrt{\frac{6 \cdot W_1}{b}} \quad (8.1)$$

bu yerda: A, W, h - talab qilinadigan ko'ndalang kesim yuzasi, qirishlik momenti, ko'ndalang kesim belindiligi; M - og'irlik momenti, R_s, R_y - qirishdagi qirishdagi hisobiy qarshiliklar; D - ko'ndalang kesimning o't

hisoblashlarda ularning xususiy qo'riqligi ham e'tiborga olinadi va u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

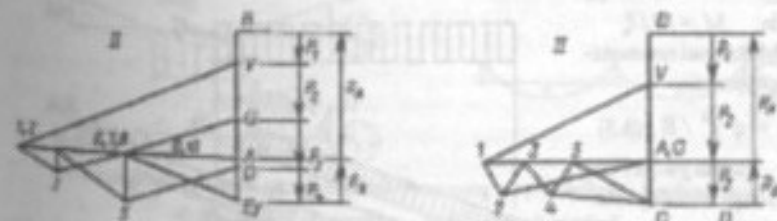
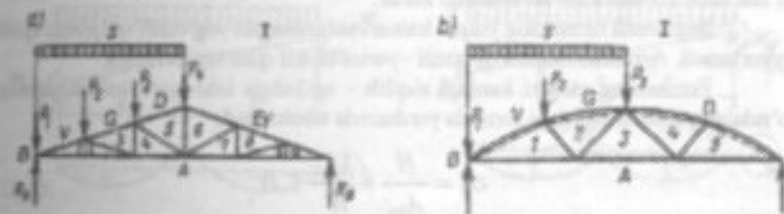
$$\sigma'_{xx} = \frac{q'' + P''}{(1000/K_{xx}l) - 1}, \quad (8.2)$$

Uchburchakli formalar to'm yopmalarida katta qiyalik talab qilinganda va asosan kichik oraliqlarda ishlatiladi. Ularda H/h nisbat to'la yog'och forma bo'lsa - 1/3, quyi kamari metall bo'lsa - 1/6 va quyi kamari metall, yuqori kamari yelimlangan yog'och bo'lsa - 1/7 gacha olinadi. To'm qiyaligi esa 1:2,5 dan, 1:4 gacha bo'lgan oraliqlarda olinadi.

Uchburchakli fermalarini hisoblash ($5/a - rum$). Hisobiy va tizishlar qurilish mexanikasi usullari yordamida hisoblanadi. Fermaning yuqori kamari, sig'ib-egiluvchi elementi sifatida qaraladi va hisoblanadi. Bo'y uzun koch barcha, e - dkoentriktet bilan ta'bir etadi. Agar yuqori belbog'i qirg'iqmli bo'lsa, hord bo'ladigan mahsulot hisobiy og'irchi moment - M ning qiymati ($32b - rum$)

$$M = M_0 - N \cdot e, \quad M_0 = q \cdot l^2 / 8 \text{ ga teng bo'ladi,} \quad (8.3)$$

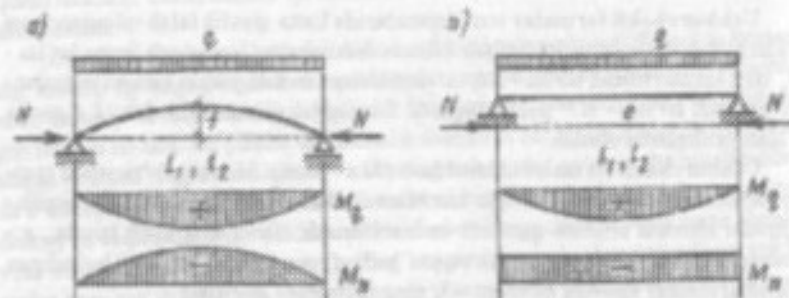
bu yerda: M_c - ferma starjeni o'rtasidagi maksimal momentning qiymati,
 N_c - qirama-qirshi moment.



21- rasm. Ferma sterilizatsidagi zo'riqish va yuklamalar. a - ochilishdoshi, b - segmentlar, 1 - uzumlar va yuklamalar. II - Maksimall - Kremen zo'riqish diagrammasi

Ferma yuqori karnari qirgʻimsiz boʻlsa, koʻpchilikdi ferma hisobidagi ishchilarning qaytariladi (*bir xil boʻlgani uchun*). Qari metall beltogʻ esa choʻzilishda kuchlatilgan kasimlarni hisobga olgan holda hisoblanadi. Ferma havodari - siqilishga ishlagan boʻylama qirishiga, choʻzilishga ishlaganini esa choʻzilishga tekisdiriladi.

Segmentli fermalarni hisoblash (3/6 - rum). Hozirgi vaqtda qurilishda 15 metr gacha bo'lgan raaliqlarda yelimlangan yog' och segmentli fermalar ishlatiladi.



52-ram. Yuldan o'tgan yog'och ferma yuqori kamarining hisoblash tasmalari.
a - segmentli ferma; b - uchburchakli fermalarni ko'g'ri kamari

tilmoqda. Agar qiyi kamari (belbog'i) yog'och bo'lsa $h/l \geq 1/6$ dan, metall bo'lsa $h/l \geq 1/7$ dan kam bo'lmadigi kerak.

Segmentli ferma yuqori kamari yelimlangan yog'ochli qirg'imsiz qilib tayyorlanadi. Ayrin holdagina qirg'imli - yorim blokli qilib tayyorlanadi.

Ferma yuqori kamari siqilib - egilishga ishlagani uchun, uning ko'ndalang kesimi quyidagi formula yordamida tekshiriladi:

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{se}} + \frac{M_s}{W} \leq R, \quad (8.4)$$

bu yerda: $M_s = M/l$
Maksimal momentning qiymati

$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati

$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati

$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati

$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati

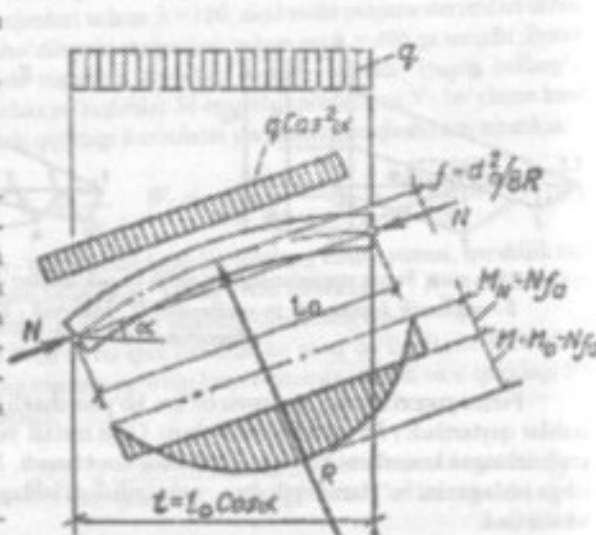
$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati

$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati

$M_s = q \cdot l^2 / 8$, (8.5)



53-ram. Yuqori belbog'i qirg'imsiz yelimlangan segmentli fermalarning hisobiy tasmalari

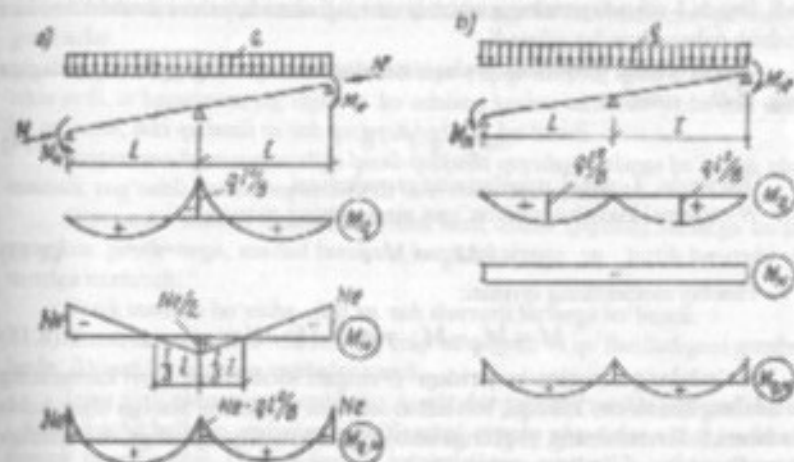
etayotgan bo'lsa, umumiy moment quyidagicha teng bo'ladi (52a va 53 - ramlar).

$$M = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot f, \quad (8.7)$$

bu yerda: l - panel uzunligining horizontal proyeksiyasi; f - panel yoyi egilish balandligi; $f = l^2 / 8R$; R - yuqori kamarining egilish radiusi.

Ko'phurchakli fermalarni hisoblash. Bu turdagi fermalar metall-yog'ochli yig'ma, zavodda tayyorlanadigan konstruksiyalar qatoriga kiradi. Ferma yuqori kamari aylangan tashqi yoki ichki chiziqli ko'phurchakdan iborat. Uning balandligini, oralig'iga nisbatan $1/6 + 1/7$ deb qabul qilinadi. Quyi kamari metall-dan, panjarasi uchburchakli - ustunli qilib tayyorlanadi. Bu fermalarda yuqori panelining uzunligi segmentli fermalarning yuqori paneliga nisbatan kichikroq, buning sababi yog'och truss o'lchamlarining cheklanganligi hisoblanadi.

Ikki xil holat bo'yicha hisoblash ishlari bajariladi:



54-ram. Ko'phurchakli qiyi yog'och ferma yuqori belbog'i hisoblashi

a) ikki oraliqli qirg'imsiz; b) ikki oraliqli qirg'imli

1) Hisoblash ikki oraliqli qirg'imsiz to'sin ko'rinishida olib boriladi. Bunda o'rta tayanchda teng tarqalgan yukdan hosil bo'lgan moment (54a - ram).

$$M_s = q \cdot l^2 / 8, \quad (8.8)$$

bu yerda: l - panel uzunligining proyeksiyasi.

Normal kuch - N chetki tayanchga e - eksentrisitet bilan qo'yilgan.

$$M_n = N \cdot e, \quad (8.9)$$

O'rta tayanchdagi momentning qiymati:

$$M_n = 0.5 \cdot N \cdot e, \quad (8.10)$$

chunki moment epyurasi, o'rtta tayanchdan $1/3$ -l masofadan, ya'ni fokus nuqtasidan o'tadi.

O'rtta tayanchdagi hisobiy momentning qiymati.

$$M = M_q + M_N = -q \cdot l^2 / 8 + 0.5 \cdot N \cdot e, \quad (8.11)$$

Nomarkaziy qo'yilgan N kuch hisobiy ogiruvchi momentini kamaytiradi.

$$M = q \cdot l^2 / 16 - N \cdot e / 4 \quad (8.12)$$

Hisobiy moment sifatida ko'pincha o'rtta tayanchdagi momentning qiymati olinadi. Ko'ndalang kesima qiyilagi formula yordamida tekshiriladi.

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{sv}} + \frac{M_s}{W_{sv}} \leq R_s, \quad M_s = \frac{M}{\xi}, \quad (8.13)$$

bu yerda ξ - koeffitsiyent yukni kamarni egilishga moyilligi orqali aniqlanadi. Bunda ξ sifatida panekning umumiy uzunligi olinadi, zahira mustahkamlikka erishish uchun shunday qilinadi.

2) ikki oraliq qo'qanbida oraliq o'rtasidagi momentning qiymati quyidagiga teng ($54b - ram$):

$$M_q = q \cdot l^2 / 8; \quad (8.14)$$

Bu yerda: l - panel uzunligining proyeksiyasi.

N - normal kuchdan hosil bo'lgan momentning qiymati

$$M_N = N \cdot e \quad (8.15)$$

Hisobiy momentning qiymati.

$$M = M_q - M_N = q \cdot l^2 / 8 - N \cdot e \quad (8.16)$$

Ko'ndalang kesimni yuqoridagi 1) singari tekshiriladi. Qayi kamarining ko'ndalang kesimi cho'zilishga, bolt uchun ochilgan teshiklarni hisobga olgan holda hisoblanadi. Havnlarning siqilishga ishlaydigan bo'yama egilishga, cho'zilishga ishlaydigan esa cho'zilishga tekshiriladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Fernalarning qanday turlari mavjud?
2. Fernalar qaysi usullar bilan hisoblanadi?
3. Ferma steynlarida qanday zo'riqishlar hosil bo'ladi?
4. Fernalar qanday oraliqlarda qo'llaniladi?
5. Fernalarni hisoblash va loyihalashda qanday yuklanmalar e'tiborga olinadi?

Fazoviy konstruksiyalar

9.1. Qubbhalarining konstruktiv shakllari. Aylanma to'rsimon qubbalar. Yig'ma konstruksiyalar

Fazoviy konstruksiyalar ikki va undan ortiq tekisliklar bo'yicha ta'sir etayotgan tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata oladigan konstruksiyalardir ($55 - ram$).

Ular kichik oraliqlarda $3 - 4$ metrgacha, o'rtta oraliqlarda 36 metrgacha, katta oraliqlarda 100 metrgacha, qubba 140 metrgacha, gumbaz 257 metrgacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi.

Geometrik ko'rinishlari bo'yicha ularni quyidagi turlarga bo'lamiz: prizmasimon; silindrsimon; ellipsimon; 4) giperbolasimon.

Konstruktiv nuqtai nazardan ularni ikki turga bo'lish mumkin: qubbalar va gumbazlar.

Konstruksiyaviy bajarish bo'yicha ular: yuqori deyerli, qobirg'ali, panjarali, tekis sirtli, to'lqinsimon, yig'ilgan va ko'ndalang kesimi turlari bo'yicha esa: yozit, bir qatlamli, ikki qatlamli va uch qatlamli turlarga bo'linadi.

Tayyorlanadigan materialiga qarab qubbalar quyidagi turlarga bo'linadi: plastmassali, yog'ochli, yelimlangan fanerli va asalash konstruksiyali.

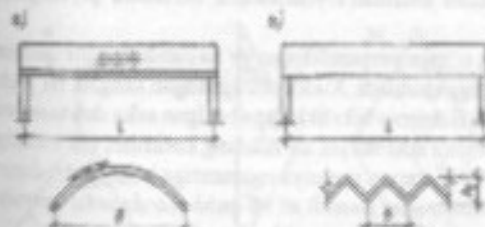
Gorizontal kuchni uzatish bo'yicha ham ularni quyidagi turlarga bo'lish mumkin: poydevorga, madad beruvchi konstruksiyaga va tortish turuvchi elementga uzatuvchi.

Statik sxemasi bo'yicha ikki va uch shamirli turlarga bo'linadi.

Konstruktiv shakllar ichidan eng ko'p tarqalgani va qo'llaniladigani gumbazlardir, ikkinchi o'rinda esa qubbalar turadi.

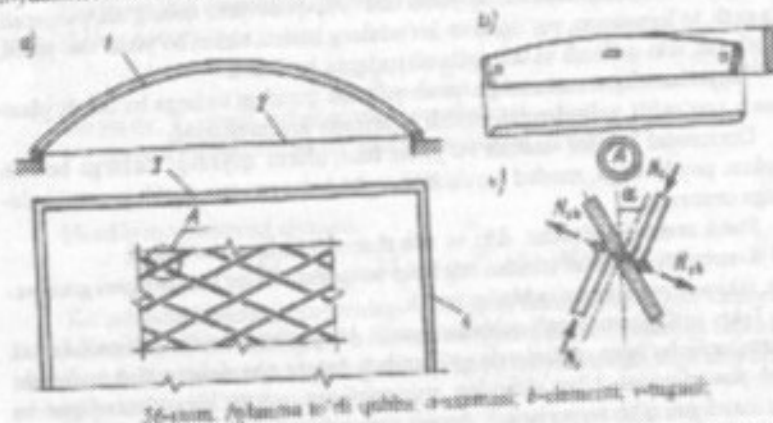
Tekis sirtli plastmassali qubbalar (*yozit, bir qatlamli va ikki qatlamli*) kichik - 4 metrgacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi (*yoqig' poydevorlar o'tish joylarida, yonish fonarlarida*). Ular oldindan zo'riqtirilgan, yorug'lik o'tkazadigan va o'tkazmaydigan qilib tayyorlanadi. Asosiy xom-ashyo polietilni stekloplastikadir.

Fazoviy konstruksiyalar quyidagi asosiy shakllarda ko'proq uchraydi: tekis, silindrsimon - qubbosimon, sferasimon - gumbazsimon va ikki egri sirtli.



55-ram. Yig'och fazoviy konstruksiyalarining sxemalari:
a - qubba; b - yig'ma.
1 - qubba; 2 - to'rtburch;
3 - fronton; 4 - manerlat

Kestiruvchi to'sindan tashkil topgan panjara - yog'och to'sinlardan tayyorlanadigan fazoviy konstruksiyadir. Bu to'sinlar tugunlari metall yordamida mahkamlanadi. To'sinli panjaraning hisobiy xosmasi statik muvoziq darajali bo'lib, u tugunlar soniga bog'liqdir. Bu konstruksiyanning afzalligi shundaki, undagi to'sinlarning ko'ndalang kesimlari kichikdir. Ammo, tugunlar va ulardagi bog'lanishlarning murakkabligi juda yuqoridir. Aylantma to'rt qutba (36 - rasmlar) bog'lanishlarning murakkabligi juda yuqoridir. Aylantma to'rt qutba (36 - rasmlar) bog'lanishlarning murakkabligi juda yuqoridir. Sterjenlar butun panjara, alohida sterjenlardan tashkil topgan to'sinlar iborat. Sterjenlar butun yog'ochli, yelimlangan yog'ochli yoki yelimlangan fibra qatlamli kesimda, doimiy yoki o'zgarmagan, to'g'ri yoki egri bo'lishi mumkin. Bu sterjenlar tugunlarda boltli, o'yilgi, po'lat qismlar yordamida biriktirilishi mumkin. Qutba ortiqchisi yoki tartibsiz bo'lishi mumkin. Qutbaning chakkani egri shaklli frontonlarga tayvandir. Butun yog'ochli aylantma to'rtli qutba oralig'i 18 metrgacha bo'lishi mumkin. Yelimlangan yog'ochli va yelimlangan fibrali aylantma to'rtli qutbalar oralig'i 60 metrgacha ham yetishi mumkin. Aylantma to'rtli qutba ikki shartli statik xosmaga ega va u uch shartli segmentli yoki ko'rinishidagi statik xosmalaridan foydalanib hisoblanishi mumkin.



Aylanma-to'rtli qulba hisobi. Aylanma to'rtli qulba ustidagi fazoviy stereonlar sistemasiidan iborat bo'lib, uni katta aniqlik bilan hisoblash juda qiyin. Amaliyotdagi hisoblashlarda yaqinlashish usulidan foydalaniladi. Bu usulni quyidagicha tushuntirish mumkin.

Hisoblashlarda quibatning o'ziga perpendikulyar yo'nalishda va to'rt qadam
kataligi bo'yicha hisoblash kengligi ajratiladi. Xuddi shu ajratilgan kenglik bo'yicha
uni ikki shartli yoki uch shartli doimiy birlikka ega bo'lgan arka deb tasavvur
qilindi. Arkaning ko'ndalang kesimi ikki sterjen ko'ndalang kesimlari yig'indisiga
tengdir, inertsiya momenti esa bitta sterjen inertsiya momentiga teng qilib olinadi
(shamsiraz tugildi aylana yelimlangan fanoqli to'rtli quibatlarda arka inertsiya
momenti ikki sterjen inertsiya momentiga teng qilib olinadi).

Azmiy starjondagi oguvchi momentning qiymati

$$M_z = M_x / \sin \alpha, \quad (9.1)$$

bu yerda M_0 — arkadagi hisobiy moment, α — hosil qiluvchi o'q bilan asosiy sterjen orasidagi burchak.

Tiraluvchi sterjenlardan barovchi moment hosil bo'ladi va bu momentni to'rt to'rtlamasi qabul qiladi. Shuning uchun barovchi moment, sterjenlarni hisoblashlarda e'tiborga olinmaydi.

Elimlangan fasetli sharnisiz tupasli aylanma to'rtli qubbelarda har ikki yo'nalishlardagi sterjenlar egarvchi momentni qabul qiladi:

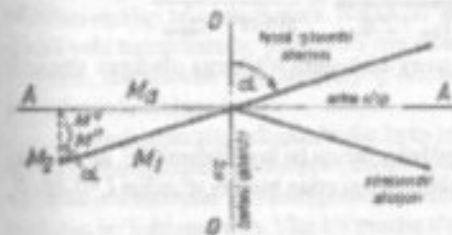
$$M_1 = M_2 / 2 \sin \alpha, \quad (9.2)$$

Fazoviy konstruksiya bo'lganligi uchun frontonlar ajratilma to'rt burchaklari va egiruvchi momentni kuzaytiradi, birligini esa oshiradi. Biki frontonlarning to'rtinchi k_f - fronton ko'effitsiyenti orqali hisoblashlarda e'tiborga olinadi va u $V_{S_{\text{max}}}$ natijasi bog'liqlidir.

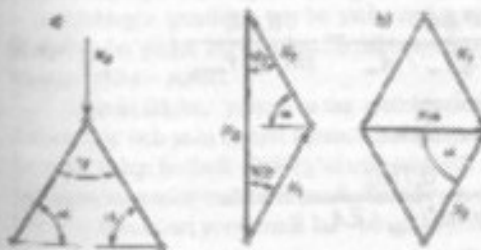
7-jadval k_p fraktsion koefitsiyenti qismatari

V_{m}	1 ve üzeri küçük	1,5	2	2,5 ve üzeri kutu
kf	2	1,4	1,1	1

bu yerda: V - tikr frontlarlar orasidagi masofa, S_m - qutba ko'ndalang kesimining yoy uzunligi



57-son. Sharjmadagi egrovchi
manzorni aniqlash xaritasi.



58-6000. Qabba tugunlarida normal kuchlaning joylash normalari.

Shunday qilib, aylanma to'rt qubba sterjenida hosil bo'ladigan egiruvchi momentning hisobiy qiymati:

$$M_s = M_a / \xi \cdot K_f \cdot \sin \alpha, \quad (9.3)$$

Yelimlanar sterjenli sharnirsiz variantda esa

$$M_s = M_a / \xi \cdot K_f \cdot 2 \sin \alpha, \quad (9.4)$$

Bo'ylama kuch ikkala yo'nalishdagi sterjenlar tomonidan bir xilda qabul qilinadi: $N_1 = N_{\text{orta}} / 2 \cdot \sin \alpha$

$$N_1 = N_a / 2 \cdot \sin \alpha. \quad (9.5)$$

Sterjenlardagi kuchlanish quyidagi formula yordamida tekshiriladi:

$$\frac{N_s}{2 \cdot A_s \cdot \sin \alpha} + \frac{M_s}{\xi \cdot K_f \cdot W_s \cdot \sin \alpha} \leq R_s, \quad (9.6)$$

bu yerda: A_s, W_s - sterjenning so'f ko'ndalang kesim yuzasi va qirshilik momenti, α - sterjen bo'ylama o'q bilan hosil qiluvchi o'q orasidagi burchak,

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 N_s}{3000 \cdot 2 \cdot A_{\text{orta}} \cdot R_s \cdot \sin \alpha} \quad (9.7)$$

λ - qubboni egiruvchanligi va bo'li mahkamlangan tugunli aylanma to'rt qubbalarda quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{0,6 l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{\text{orta}} / 2 A_{\text{orta}}}} = \frac{3 l_0}{\sin \alpha \cdot h_{\text{orta}}}. \quad (9.8)$$

bu yerda: 0,6 - qubba turini fazoviy ishlashini e'tiborga oladigan empirik koeffitsiyent.

Ko'rsatkichsimon ko'rinishdagi qubba uchun bu koeffitsiyent 0,7 ga tengdir.

Qubba yoyining bir tomonlarga yuklamadagi erkin hisobiy uzunligi $l_0 = 0,58 \cdot S$, S - o'lchash.

Yelimlangan fanera sterjenli sharnirsiz tugunli qubba uchun:

$$\lambda = \frac{0,6 l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{\text{orta}} / A_{\text{orta}}}} = \frac{0,6 l_0}{\sin \alpha \cdot r_{\text{orta}}}. \quad (9.9)$$

bu yerda: 0,6 - empirik koeffitsiyent.

O'yiq biriktirish tugunli qubba uchun:

$$\lambda = \frac{0,75 l_0}{\sin \alpha \sqrt{I_{\text{orta}} / 2 A_{\text{orta}}}}. \quad (9.10)$$

bu yerda: 0,75 - empirik koeffitsiyent.

Agar qubba ko'rsatkichsimon bo'lsa, empirik koeffitsiyent 0,85 bo'lishi kerak. Aylanma to'rtli qubbalarning sharnirsiz tugunli qubbalardan tashqari barcha variantlarida, tugunlarda asosiy sterjen tiriluvchi sterjenlar tomonidan eritiladi. Shuning uchun asosiy sterjenining yon tomoni eritilishga tekshirilishi kerak. Eritish kuchi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$N_s = \frac{N_a}{2 \sin \alpha \cdot \sin 2\alpha}. \quad (9.11)$$

Bolt biriktirish aylanma to'rtli qubbalardagi kuchlarning yoyilishini 58-rasmdan ko'rish mumkin. Aylanma to'rtli qubba tugunidagi bo'lib hosil bo'ladigan zo'rliq:

$$N_b = \frac{N_s \cdot \cotg 2\alpha}{2 \sin \alpha}. \quad (9.12)$$

Sterjenlardagi siqilish zo'rliqshining qubboni hosil qiluvchi yo'nalishidagi teng ta'sir etuvchisi:

$$N_k = N_s \cdot \cotg \alpha. \quad (9.13)$$

Teng ta'sir etuvchini orqaga mahkamlanadigan to'rt sharning bo'ylama toxtasi qabul qiladi. Har bir b - keraklikdagi taxtani orqaga mahkamlash uchun zarur bo'ladigan miqdar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$N_{\text{taxt}} = N_{\text{taxt}} \cdot b / \Delta S \cdot T_{\text{taxt}}. \quad (9.14)$$

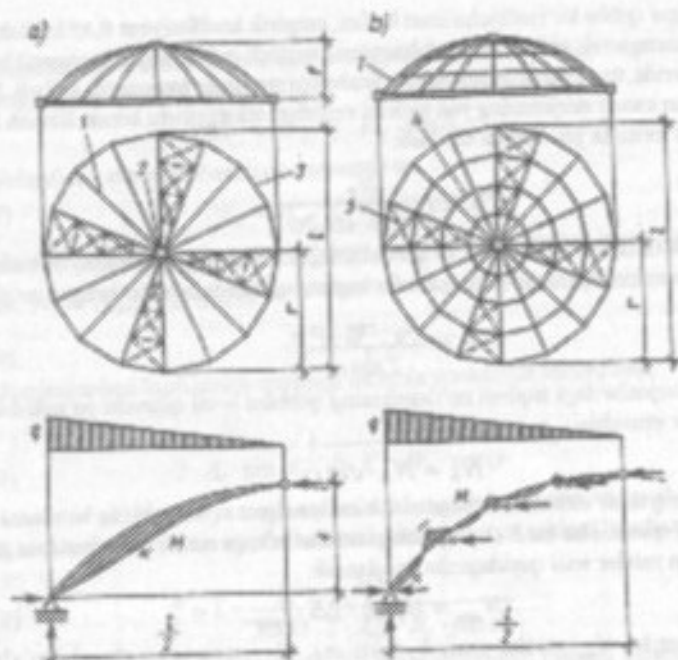
bu yerda: N_{taxt} - miqdor soni; b - taxta eni; N_{taxt} - teng ta'sir etuvchi bo'ylama kuch; T_{taxt} - taxtani yuk ko'tarish qobiliyati, ΔS - bitta asosiy sterjenni oraliq bo'yicha gorizontal proyeksiyasi.

Uch qatlamli qubba - aluminij qoplamali va o'rta qatlamli perqoplast qatlamli plitlardan egirli bilan qirg'lanadi. Shukli bo'yicha segmentli, ko'rsatkichsimon tort-qichli yoki tortqichsiz bo'lishi va zo'rliqlarni devorga yoki poydevorga uzatishi mumkin. Bu qubba yelimlangan yog' och segmentli arkalar hisobiy sxemalaridan foydalanib hisoblanadi.

Yelimlangan yog' och gumbazlar katta o'lchali jansal binolarining to'n yopmalarida qo'llaniladigan eng umumiy konstruksiyalardan biri hisoblanadi. Ularning diametri 50 metrdan 100 metrgacha, balandligi esa 116 dan 1/2 gacha diametrga nisbatan bo'lishi mumkin. Ular ko'pincha sferasimon shaklda bo'ladi. Konstruksiyasini turiga qarab qobirg'ali, qobirg'a - halqali, to'rtli va qobirg'a-to'rtli bo'ladi.

Qobirg'a gumbaz - yoy bo'yicha egilgan yelimlangan yog' och qobirg'adan, meridian bo'yicha bir-biridan bir xil masofada qo'yilgan qobirg'alardan tashkil topgan (59a - rasml).

Ularda ikkita, yuqori va tag qismida tayanch halqalari bo'ladi. Yuqoridagi uchida yog' och yoki metall tayanch halqa, quyi uchida esa ko'pincha temirbeton tayanch halqa bo'ladi. Qobirg'alarga yog' och to'shama va surxovlar yoki yelimlanar to'shamalar mahkamlanadi. Arkasimon qobirg'alar bir necha joylardan qaynagan bog'lovchilari yordamida bir - biriga bog'lanadi.



39-*ras.* Yelimlangan yog'och gumbaz: *a* - qobirg'ali, *b* - qobirg'a-halqali; *1* - qobirg'a; *2* - yuqori uchidagi halqa; *3* - poydevonidagi tayanch halqasi; *4* - oralq holqasi; *5* - bag'lovchilar; *6* - qobirg'ali gumbaz qobirg'asining hisobiy moment; *7* - vadda shunday, halqasimon gumbazning.

Qobirg'a-halqali gumbaz (39b-*ras.*) qobirg'ali gumbaz kabi. Faqat bu turdagi gumbazlarda oralq gorizontal halqalar mavjud. Halqa vazifasini to'g'ri chiziqli butun yog'och yoki yelimlangan yog'och to'sinlar bajaradi va ular ko'pchilikdan hosil qilinadi. Halqa to'sinlar qobirg'a-halqali gumbazni fazoviy bir butun bo'lib ishlashini ta'minlaydi. Qobirg'a-halqali gumbazni yuk ko'tarish qobiliyati, halqasimon qobirg'ali gumbazning yuk ko'tarish qobiliyatidan kattadir.

Qobirg'ali gumbaz fazoviy sterjenli konstruktiv sifatida asosan xususiy og'irligi va qor yuklamasi ta'sirlariga hisoblanadi. Arkasimon qobirg'alar shartli ravishda uch sharnirli arkalarining bitta tekislikdagi ikki yacim arkasi sifatida qaraladi. Tashqi yuklamalar uchburchak epurasi bo'yicha ta'sir qilib, tegishli yuk maydonlari bilan tayanchda maksimal, uchida esa nolga teng bo'ladi. Statik hisob natijasida qobirg'a ko'ndalang kesim o'lchamlari aniqlanadi va siqilish-egilishga ishlovchi yog'och elementlarini hisoblash formulalari yordamida mustahkamligi tekshiriladi.

Qobirg'a-halqali gumbazlar fazoviy statik noomiy sterjenli konstruktivlar kabi ishlaydi va ular ham qobirg'ali gumbazlardagi yuklamalar ta'siriga hisoblanadi. Statik hisoblashda qobirg'alar shartli uch sharnirli arkalarining yarim arkasi sifatida qaraladi, faqat halqalar birikkan joylarda qo'shimcha gorizontal tayanchlarni siqilish-egilishga tekshirish orqali aniqlanadi. Halqa sterjenlarini ustivorligini hisobga olgan holda siqilishga tekshirish orqali ko'ndalang kesim o'lchamlari tanlanadi. Agar tom to'shmasi ularga mukammallanadigan bo'lsa, ular siqilish-egilish holatiga hisoblanadi. Tayanchdagi va uchidagi halqalar siqilishga yoki cho'zilishga ishlaydi va hisoblanadi.

To'rtli yelimlangan yog'och gumbazlar sferasimon sirt ustide to'rt bosh qilgan ko'rinishda bo'ladi. Bu to'rtlar uchburchakli yoki beshburchakli yashaykalaridan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Bu gumbazlarda qobirg'alar va eng yuqoridagi tayanch halqa bo'lmaydi. To'rtli gumbaz konstruktiviyasi tayanch poydevonidagi halqaga mukammallanadi. Bu konstruktiviyalarni hisoblashda ham doimiy va vaqtinchalik qor yuklamalari e'tiborga olinadi. To'rt sterjenlarini siqilishga ishlashdan kelib chiqqan holda, sferasimon qutbalar hisobidagi momentlar nazorat yordamida hisoblanadi. Bunda faqat xalqa va meridian zo'rliqlari aniqlanadi, hosil bo'ladigan bo'yama kuchlarni topiladi. Sterjenlarda bundan tashqari tom yopma elementlaridan hosil bo'ladigan og'irchi momentlar ham aniqlanadi va ko'ndalang kesim o'lchamlari siqilish-egilish holatida tanlanadi hamda tekshiriladi. To'rtli gumbazlarda halqa cho'zilishga ishlaydi va cho'zilishga hisoblanadi.

Qobirg'a-to'rtli yelimlangan yog'ochli gumbaz qobirg'ali gumbazga o'xshaydi. Bunda qobirg'alar orasida yashma-to'rtli yoki to'rtli gumbazlardagi kabi to'rt bo'ladi. Bu gumbazlar xuddi qobirg'ali gumbazlardagi kabi holatlarga ishlaydi va hisoblanadi.

Uch qatlamlı yig'malar yig'ma shakli konstruktiviyali tom yopmalarda qo'llaniladi. Ular tekis tomonlardan tashkil topgan bo'ladi va bu tomonlar bir-biri bilan burchak ostida biriktirilgan. Yig'malar qatlami tarkibi: qoya va yuqori aluminiy qoplamalar va orasida izoqlilik sog'laydigan vazifasini o'taydigan penoplast. Bu yig'malar fazoviy konstruktivlar turiga kiradi va 50 metrgacha bo'lgan oralqlarda qo'llanishi mumkin.

Yig'ma konstruktivlar yengilligi bilan ajralib turadi, lekin qish mavzularida yig'ma konstruktivlarda qor to'shmalarning hosil bo'lib qolishi xavflidir.

Tiniq plastik oynadan va organik oynadan tayyorlanadigan gumbaz va qutbalar 6 metrgacha bo'lgan kichik oralqlarda qo'llanishining asosiy sababi, bu materiallar qalinligining kichikligi va mustahkamligining pastligidir. Bu turdagi konstruktivlarga misol qilib ishlatish chiqarish va yamov binolaridagi fitor-yoritgichlarni keltirish mumkin.

Organik oynaning ultrabinafshe nurlarni o'tkazish qobiliyati xonalarda mikroqlim sog'lom mahitini hosil qiladi.

Uch qatlamlı plita gumbazlar uchburchakli yoki beshburchakli tekis yoki egilgan aluminiy-penoplast plitalardan tashkil topgan bo'ladi. Ularni yuk ko'tarish qobiliyati katta va ular 50 metrgacha bo'lgan diametrlı oralqlarni yopishi mumkin.

Takrorlash uchun savollar

1. Qumbazlar qanday oraliqlarda qo'llaniladi?
2. Qumbazlarning qanday turlari mavjud?
3. Fazoviy konstruksiyalar qanday hisoblanadi?
4. Rivojlangan qaysi shtet mamlakatlarda yengil yog'och va plastmassa fazoviy konstruksiyalaridan foydalanib ko'pbi inshootlar qurilgan?
5. Fazoviy konstruksiya deganda nimani tushiradi?
6. Fazoviy konstruksiyalar qaysi oraliqlarda qo'llaniladi?
7. Fazoviy konstruksiyalarning qanday turlari mavjud?

9.2. Pnevmatik qurilish konstruksiyalari

Pnevmatik konstruksiyalar ishlab tashlash bo'yicha oama va tent membrana fazoviy konstruksiyalariga juda yaqindir. Bu konstruksiyalarning qobug'olari materiallardan tayyorlanadi. Ular shaklini biqat oldindan kuchlanish berilgan taqdirdagina oladilar. Tent membranalardan farqli uia oq (larda oldindan beriladigan kuchlanish memantik usulda hosil qilinadi), pnevmatik konstruksiyalarda oldindan beriladigan kuchlanish, bosimlar firop hisobiga hosil bo'ladi (ichki ortiqcha bosim yoki vakuum).

1940-yillarda kimyo fanining rivojlanishi, yukolishi munosabati bilan pnevmatik konstruksiyalar qo'llanila boshlandi.

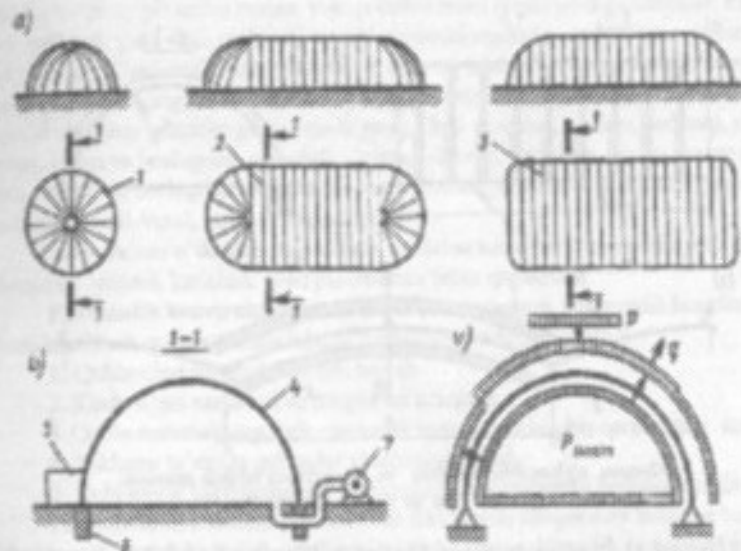
Pnevmatik konstruksiyalar mustaqil havo tayanchli (60-rasm) va havo karkashi (61-rasm) gurublariga bo'linadi. Uchinchi turi - havo vantli (62-rasm) konstruksiyalar ham mavjud, lekin ular juda kam qo'llaniladi.

Havo karkashi - bu havo to'ldirilgan storjen yoki panel, uning yuk ko'tarish qobiliyati storjen yoki panel ichidagi havo bosimi orqali ta'minlanadi.

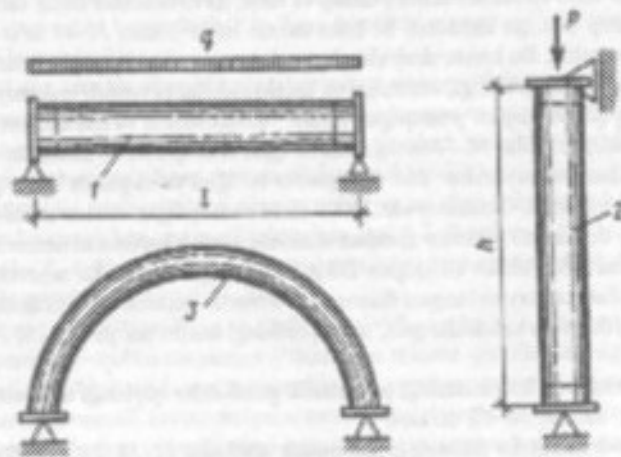
Katta ichki bosim - 150 kPa gacha, qatnashdirm va material mustahkamligini talab qiladi. Uning qo'llanish oraliqi $15 - 16 \text{ m}$ larni tashkil qiladi. Havo karkashi konstruksiyalarning narxi havo tayanchli konstruksiyalarnikidan $3 - 5$ barobar qimmatroqdir. Uning mana shu kamchiligi dunyo bo'yicha ularning keng qo'llanishiga to'siqlik qilib kelmoqda. Havo karkashi konstruksiyalarning afzalligi ichki maholda ortiqcha ichki havo bosimining yo'qligidir.

Nonan anoviy havo karkashi konstruksiyalarning qo'llanilishiga misollar keltiraylik. Padri paviloni va EKSPO - 70 Osaka'dagi satri yartuvchi pnevmatik teatrning tom yopmasi (Yaponiya).

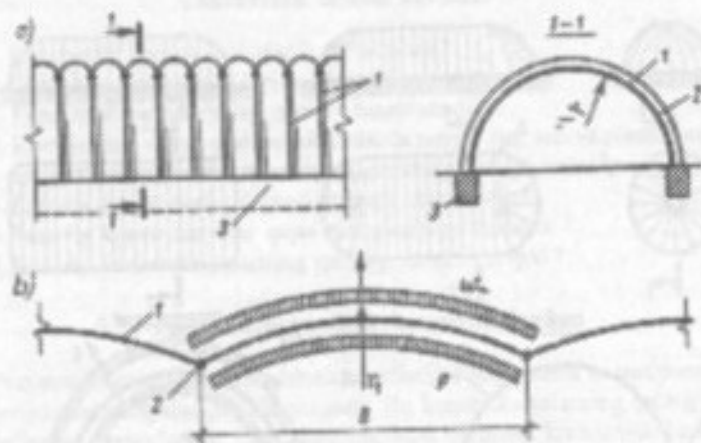
Padri paviloni 16 m diametri 4 metr va uzunligi 78 metr bo'lgan pnevmatiklardan tashkil topgan (uning diametri 50 metr) Uning ikki yon tomonida 10 metr kenglikdagi ochiqlik mavjud. Uni cho'zilishga bo'lgan mustahkamligi 400 kN/m va massasi $2,5 \text{ kg/m}^2$ bo'lgan polivinilspiri to'lamdan tashkil topgan materialdan tayyorlangan. Materialni tashiq tomoni xaypaton, ichki qismi polietilen bilan qoplangan. Arka ichidagi oddiy bosim 10 kPa , agac shamol kuchaysa, bosim-



60-rasm. Havo tayanchli konstruksiyalar - havo qobig: a - umumiy ko'rinishlari; b - qisqin mamasi; v - hisobiy sasma; 1 - havoqumbur; 2 - silindimon yimli havo qobig; 3 - havo qobig; 4 - qobig; 5 - shlyuz; 6 - tayanch chiziq; 7 - havo beruvchi qurilma.



61-rasm. Pnevmo-karkashi konstruksiyalar: 1 - pnevmatik; 2 - pnevmatik; 3 - pnevmatik arka.



62-mm. a) - havovantli qubba va b) - qubbani ishlab chiqarish.

1 - qubba; 2 - po'lat vinlar; 3 - poydevot.

ni 25 kPa gacha ko'tarilish mumkin. Umuman olganda, orkalarining diametri 1 m dan oshmaydi, lekin Fudzi paviilonida qo'llanilgan havo karkasining diametri 4 m ni tashkil qiladi. Karkas diametrining oshirilishi ichki bosim va cho'zuvchi zo'riqlashning kamayishiga olib kelgan.

Havo tayanchli konstruksiyalar havoqa tayyandir (60-70 mm). Ular loyihadagi holatni ko'tarib turishlari uchun, tashqi va ichki havo bosimlarining farqi bo'ladi.

Tashqi ta'sirga chidamli bo'lishi uchun ichki bosim 10-40 kPa oralig'ida bo'lishi mumkin. Bu konstruksiyalar dunyoda keng qo'llanilmoqda. Markazidagi to'q yopmalar shaklligi, arzonligi va katta oraliqlarni yopish imkoniyati borligi bilan farq qiladi. Eng ko'p tarqalgan shakli - silindrsimon va sferasimon.

Amaliyotda ular 50-70 metr gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llanilgan. Agar ular vinlar bilan kuchaytirilsa 168 metrgacha bo'lgan oraliqlarda ham qo'llanishi mumkin. Masalan, Germaniyada 20000 kishi yashaydigan shaharchani balandligi 240 metr, diametri 2 kilometr gumbaz shaklida yopish loyihasini nemis rahbari Otto rahbarligida ishlab chiqilgan. Bu gumbazning yuk ko'taruvchi kanati - poliefir tolalardan tayyorlangan diametri 270 mm li sintetik arg'anchidir. Ishlab muddeti 100 yilga kafolatlangan, qobiq ostidagi bosim ber yo'g'i 250 Pa ni tashkil qiladi.

Sferasimon ko'rinishdagi pnevmatik gumbazlar quyidagi diametrlarda tayyorlanadi: 12, 24, 36, 42, 60 metr.

Silindrsimon ko'rinishdagi pnevmatik qubbalar 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60 metr kenglikda va 24 metrdan 90 metrgacha bo'lgan uzunliklarda hamda 6 metrdan 20 metrgacha bo'lgan balandliklarda ishlab chiqariladi.

Pnevmatik konstruksiyalar uchun materiallar. Pnevmatik konstruksiyalar uchun ko'proq ipli ustini rezina yoki polimer bilan qoplangan gubnalarda, kamroq bir qatlamli yoki ikki qatlamli yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan plyonkalar qo'llaniladi. Gubnalarda tabiiy va sun'iy sintetik tolalardan tayyorlanadi. Tabiiylariga kanoq, paxta, zig'ir tolalari, sun'iyatiga esa viskosa, oyna tolalari kiradi. Sintetik tolalar quyidagi gubnalarga bo'linadi: poliamidli - kapron, naylon, dederon, perlon, silon, stilon va boshqalar; poliofirli - lavsan, dakron, grizuton, diolen, trevira, tetaron, terilen va boshqalar; poliakrilli - niron, orlon, dralon va boshqalar; juda kam polivinilpiridil-vinol, vinilon va boshqalar.

Havo va suv o'tkazmasligi uchun gazlarga asosli bir tomonidan yoki ikki tomonidan sintetik kauchuk yoki plastmassa bilan qoplanadi.

Pnevmatik konstruksiyalarni hisoblash tizimlari. Pnevmatik konstruksiyalarni hisoblash quyidagi masalalarni yechishni o'z ichiga oladi:

1. Qubbaning maqbul shaklini topish.
2. Kuch ta'siri xarakteri va miqdorini aniqlash.
3. Qubba materialining fizik - mexanik xossalari va hisobiy qarshiligini aniqlash.
4. Yildirma ta'sirida qubba ko'chishini aniqlash.
5. Qubbaning kuchlanganlik-deformatsiyalanuvchanlik holatini aniqlash.

Pnevmatik konstruksiyalarni ham ikki guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi: 1) yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha - mustahkamlik va ustivorlik; 2) deformatsiya bo'yicha - solqilik, yig'ma hosil bo'lishi va tabiiy egriligini saqlash bo'yicha.

Pnevmatik konstruksiyaga quyidagi asosiy yuklamalar ta'sir qiladi (185 - rum): ichki bosim, shamol va qor yuklamalari. Xususiy og'irligi kichikligini o'tiborga olib hisoblashlarda u hisobga olinmaydi. Lekin ayrim hollarda, masalan qubba ostidagi ichki bosim kichik bo'lgan taqdirda xususiy og'irlik yetarli ta'sir ko'rinishi ham mumkin.

Tajribalar asosida shamol tezligi bosimi va pnevmatik konstruksiyasidagi ichki bosimi qiymatlari o'rtaidagi nisbat-q aniqlangan va unga asosan konstruksiyaga uchun eng noqulay bosimlar qiymatlarini aniqlash mumkin. Quyida shu nisbatlar va ularga mos keladigan pnevmatik konstruksiyalar ko'rinishlari keltirilgan. Qubba sferani 3/4 qismi shaklini olsa, $\psi \leq 1,1$; yarim sfera uchun $\psi \leq 0,8$, yonlari sferasimon ko'rinishdagi yarim silindr uchun $\psi \leq 0,7$. Bunda $\psi \leq P/g$ tengsizlikda asoslanildi (P - ichki bosim; g - konstruksiyaning xususiy og'irligi). Qor ta'siri qubbalarida quyidagi ko'rinishda olinadi:

$$P(q) = P \cos \varphi \text{ yoki } P(q) = P \sin 2\varphi, \quad (9.15)$$

bu yerda: φ - qubba ruyoviga o'tkazilgan urinma qiyalik burchagi ($\varphi \geq 45^\circ$ bo'lgan holda qubba ustida qor tumanmaydi); P - qorning me'yoriy qiymati.

Albatta pnevmatik konstruksiyalar asos material gubnaga ekanligini, material esa ikki perpendikulyar yo'nalishdagi iplardan tashkil topganligini, shuning uchun bo'y-lariga R_x va R_y yo'nalishdagi hisobiy qarshiliklari bo'yicha hisoblash usuli bajarilishi kerak.

Agar pnevmatik konstruksiya, materialini yirtilishidan oldin yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotadigan bo'lsa, uni albatta ustuvorlikka hisoblash zarur.

Deformatsiya bo'yicha pnevmatik konstruksiyalarni hisoblashda ularning maksimal nisbiy solqilgini aniqlash talab qilinadi. Pnevmatik konstruksiyalar egilishi bo'yicha hozircha ma'yoriy yo'q, uni ekspluatatsiya shartlari bo'yicha qabul qilinishi belgilash qo'yilgan. Solqilarning katta bo'lib ketishi pnevmatik konstruksiya-ning ishdan chiqqani emas, faqat ortiqcha solqilik inshootdan foydalanishga xalaqit bermasa bo'lib. Havotayanchli konstruksiyalarda solqilarni quyidagi formuladan aniqlash mumkin.

-sferasimon havotayanchli qubbalar uchun

$$f = \frac{3P}{5p_{ik} \cdot r} \quad (9.16)$$

-silindrsimon havotayanchli qubbalar uchun

$$f = \frac{P_{ik}^m}{2p_{ik}} \quad (9.17)$$

Bu yerda: P- 1ta ishchiining asboblari bilan taxminiy vazni, 1 kN (100kg kuch) ga teng bo'lgan vazni yoki ma'yoriy 1 m² ga toshadigan qor yuklamasi; P_{ik}^m- qubba uchadagi 1 metr kenglikdagi ma'yoriy qor yuklamasi; r- qubba sirti egirlik radiusi, P_{ik}- ichki bosim.

Odatda havotayanchli konstruksiyalarni hisoblashda materialni deformatsiyalanishini e'tiborga olinmaydi. Havokarkasli konstruksiyalar yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha hisoblanadi, sababi ularning yig'ma hosil bo'lishiga ruqsat etilmaydi. Bu hisobda eng minimal -σ_{uz} cho'zilishdagi kuchlanishni aniqlash va shartni tekshirish va uni nolga teng bo'lib qilishiga yo'l qo'yilmaslik bel qilinadi. Havotayanchli konstruksiyalardagi ichki havo bosimi qymati, qubboni loyihaviy holatni saqlab qolishi sharti bo'yicha maksimal hisobiy shamol bosimidan katta yoki teng bo'lishi shartidan aniqlanadi:

$$p_{ik} \geq q_{sh} \quad (9.18)$$

undan keyin kuchli shu tengsizlik orqali maksimal ruqsat etilgan qor yuklamasi aniqlanadi,

$$p_{ik} \geq q_{or} \quad (9.19)$$

Havotayanchli konstruksiyalarni hisoblash. Havotayanchli sferasimon qubbalar va r- radiusli silindrsimon qubbalarining sfera qismining gorizontal(halqa) kesimi bo'yicha mustahkamligi ichki va hisobiy maksimal shamolni so'ruvchi bosim bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = (p_{ik} + q_{sh}) \frac{r}{2} \leq R_s, R_t \quad (9.20)$$

Bu yerda: p_{ik}- ichki bosim; q_{sh}- shamol bosimi; R_s va R_t- materialning bo'ylama va ko'ndalang yo'nalishlardagi hisobiy qarshiliklari

Vertikal(meridian) kesimlari mustahkamligi, ichki havo bosimi, so'ruvchi shamol bosimi va gumbazni yuqori qismiga qo'yilgan simmetrik qor yuklamalarini hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$\sigma = (p_{ik} + q_{sh} + q_t) \frac{r}{2} \leq R_s, R_t \quad (9.21)$$

Silindrsimon havotayanchli qubbalar(r-radiusli) parallel tashkil etuvchilari bo'yicha ichki havo bosimi, hisobiy maksimal so'ruvchi shamol bosimi bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = (p_{ik} + q_{sh}) r \leq R_s, R_t \quad (9.22)$$

Pnevmatik konstruksiyalarning tashkil etuvchiga perpendikular tekislikdagi kesimlari, agar yon tomonlari tekis va silindrsimon bo'lsa

$$\sigma = (p_{ik} + q_{sh}) \frac{r}{2} \leq R_s, R_t \quad (9.23)$$

agar yon tomonlari sferasimon bo'lsa,

$$\sigma = (p_{ik} + q_{sh} + q_t) \frac{r}{2} \leq R_s, R_t \quad (9.24)$$

formulalar yordamida hisoblanadi.

Havokarkasli konstruksiyalarni hisoblash. Havokarkasli konstruksiyalar materialni cho'ziladi va karkas radiusi o'zgarishi mumkin, lekin bu holat hisoblashlarda e'tiborga olinmaydi.

Markaziy siqilishga ishlovchi r- radiusli pnevmatik ustunlar parallel tashkil etuvchilari bo'yicha ichki bosim ta'siriga quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = p_{ik} \cdot r \leq R_s, R_t \quad (9.25)$$

Tashkil etuvchiga perpendikular kesimi mustahkamligi bo'ylama siqirvchi kuchni e'tiborga olmagan holda ichki bosim ta'siriga hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{P_{ik} \cdot r}{2} \leq R_s, R_t \quad (9.26)$$

Havokarkasli ustunlar siqirvchi N-bo'ylama kuch ta'siriga ustuvorlikka hisoblanadi:

$$N \leq p_{ik} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \phi \quad (9.27)$$

bu yerda: φ- ustuvorlik koeffitsiyenti (8-jadval)

Markaziy-cho'ziluvchi pnevmatik sterjenlarning(8-radiusli) parallel tashkil etuvchi bo'yicha kesim mustahkamligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\sigma = p_{ik} \cdot r \leq R_s, R_t \quad (9.28)$$

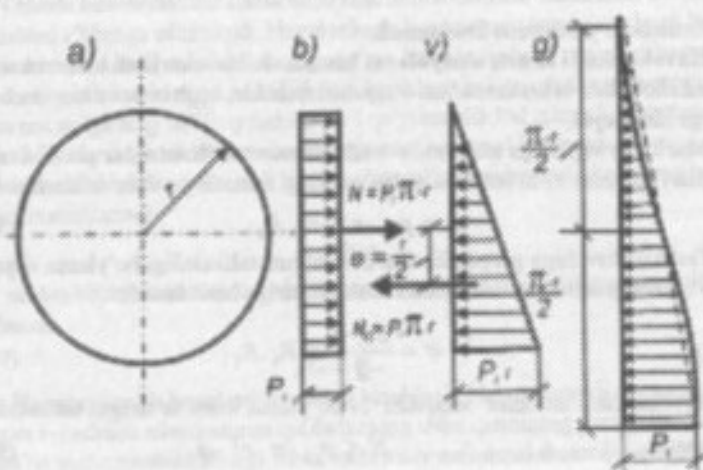
8-jadval Pnevmatik konstruksiyalar uchun bo'yicha og'ish koeffitsiyenti - φ rang qiyasi

λ	Ichki bosim, MPa(kg/cm ²)				
	0,1(1)	0,15(1,5)	0,2(2)	0,25(2,5)	0,3(3)
20	0,85	0,75	0,62	0,41	0,3
30	0,45	0,35	0,27	0,27	0,2
40	0,3	0,23	0,19	0,17	0,15
50	0,17	0,15	0,13	0,12	0,11
60	0,12	0,11	0,09	0,07	0,06

Tashkil etuvchiga perpendikular kesimi mustahkamligi bo'yicha cho'zuvchi N kuchni e'tiborga olgan holda ichki bosim ta'origa hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{P_{12} \cdot r}{2} + \frac{N}{2\pi} \leq R_s, R_t. \quad (9.29)$$

Pnevmatik to'sinlar ko'ndalang og'ishga ishtirok etmaydi va ular mustahkamlik hamda ustuvorlikka hisoblanadi. Ular qattiq konstruksiyalardan farqli o'laroq, materiali yirtilmaadan yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotishi mumkin.



63-rasm. Yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha og'ishchi pnevmoslementning chegaraviy holati.

- a - pnevmoslementni ko'ndalang kesimi, b-ichki bosimdan kuchlanish epyurasi;
- v - qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasini o'rtasida tekislikda proyeksiyasi;
- g - qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasining yarmini o'rtasida tekislikda proyeksiyasi.

Ichki havo bosimini ko'ndalang kesim bo'yicha teng ta'sir etuvchisi,

$$N = p_{12} \cdot \pi \cdot r^2. \quad (9.30)$$

Muvoznat sharti bo'yicha chegaraviy cho'zilishdagi maksimal kuchlanish,

$$\sigma = p_{12} \cdot r. \quad (9.31)$$

Teng ta'sir etuvchi havoning ichki bosimi va qubbadagi cho'zuvchi teng ta'sir etuvchi kuchlanish o'rtasidagi eksentrisitet - e ga teng.

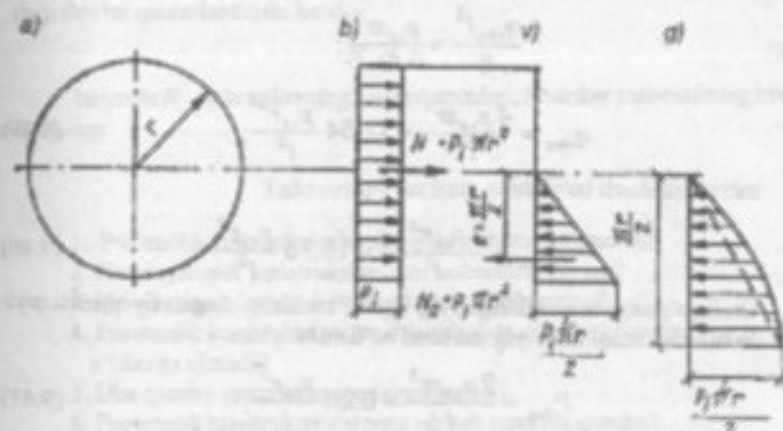
$$e = \frac{r}{2}. \quad (9.32)$$

Ichki kuchlardan chegaraviy moment,

$$M = N \cdot e = \frac{P_{12} \cdot \pi \cdot r^3}{2}. \quad (9.33)$$

va yig'ma hosil bo'lishi sharti quyidagi ko'rinishni oladi

$$M_s \leq \frac{P_{12} \pi r^3}{2}. \quad (9.34)$$



64-rasm. Egiluvchi pnevmoslementning ustuvorligi bo'yicha chegaraviy holati.

- a - pnevmoslementni ko'ndalang kesimi, b-ichki bosimdan kuchlanish epyurasi;
- v - qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasini o'rtasida tekislikda proyeksiyasi;
- g - qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasining yarmini o'rtasida tekislikda proyeksiyasi.

Muvoznat sharti bo'yicha ($N=N_2$) qubbadagi chegaraviy cho'zilish teng bo'ladi:

$$\sigma_{max} = \frac{P_{12} \pi r^3}{2}. \quad (9.35)$$

Ichki havo bosimini teng ta'sir etuvchisi N va qubudagi teng ta'sir etuvchi kuchlanishga N_p orasidagi eksentrisitet teng:

$$e = \frac{Rr}{4} \quad (9.36)$$

U holda halqa kesimi bo'yicha ichki kuchlarning chegaraviy momenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$M_{\text{ichk}} = N \cdot e = \frac{P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{4} \quad (9.37)$$

va ustuvorlik sharti quyidagi ko'rinishni oladi

$$M_{\text{ch}} \leq \frac{P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{4} \quad (9.38)$$

Yuqorida keltirilgan formulalar pnevmoto'sin ko'taradigan chegaraviy q_{ch} yuklamalarni ham aniqlash imkonini beradi. Masalan, bir o'shaqchi to'sin ko'taradigan teng tarqalgan q_{ch} yuklamalarning qiymati quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi: yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha

$$\frac{q_{\text{ch}} l^2}{8} = \frac{P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{2}$$

$$q_{\text{ch}} = \frac{4 P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{l^2} = 12.54 \frac{P_{\text{ch}} r^3}{l^2} \quad (9.39)$$

ustuvorlik sharti bo'yicha

$$q_{\text{ch}} = \frac{2 P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{l^2} = 19.75 \frac{P_{\text{ch}} r^3}{l^2} \quad (9.40)$$

Oraliq o'rtasiga ta'sir qiladigan yig'ilgan P kuchning chegaraviy qiymati quyidagi ifodalar bilan aniqlanadi: yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha

$$P_{\text{ch}} = \frac{2 P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{l} = 6.28 \frac{P_{\text{ch}} r^3}{l} \quad (9.41)$$

ustuvorlik bo'yicha

$$P_{\text{ch}} = \frac{P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{l} = 9.85 \frac{P_{\text{ch}} r^3}{l} \quad (9.42)$$

Bundan tashqari pnevmoto'sinlarning parallel tashkil etuvchilari kesimi bo'yicha mustahkamligi eguvchi momentni hisobga olmagan holda:

$$\sigma_{\text{ch}} = p_{\text{ch}} r \leq R_{\text{ch}}, R_{\text{ch}} \quad (9.43)$$

va ustuvorlikka hisoblashda halqa kesimlari bo'yicha hosil bo'ladigan chegaraviy kuchlanishlarga mustahkamligi

$$\sigma_{\text{ch}} = \frac{P_{\text{ch}} \pi^2}{2} \leq R_{\text{ch}}, R_{\text{ch}} \quad (9.44)$$

Siqilib-egiluvchi elementlar-pnevmoarkalar. Pnevmoarkadagi zo'riqlar ikki sharnirli arkadagi oddiy hisoblashlar orqali aniqlanadi. Siqilib-egiluvchi pnevmoustunlar va pnevmoaralar ustuvorlik va yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha eng katta eguvchi moment va bo'ylama kuchlarning ta'siriga hisoblanadi. Yuqorida keltirilgan eksentrisitetlarning qiymatlaridan foydalangan holda quyidagi formulalarni hosil qilamiz: ustuvorlik bo'yicha

$$M + N \frac{Rr}{4} \leq \frac{P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{4} \quad (9.45)$$

yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha

$$M + N \frac{r}{2} \leq \frac{P_{\text{ch}} \pi^2 r^3}{2} \quad (9.46)$$

Pnevmatik elementlarni asosga mahkamlash ankerning mustahkamligi quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak:

$$N_{\text{a}} \leq R^{\text{a}} \quad (9.47)$$

bu yerda N_{a} - bitta ankerning hisobiy uzunligi; R^{a} - anker materialining hisobiy qarshiligi.

Takrorlash uchun savollar

1. Pnevmatik konstruksiyalar deganda nimani tushunasiz?
2. Ilavotayanchli konstruksiyalarni tushuntirib bering?
3. Havo karkaali konstruksiyalarni tushuntirib bering?
4. Pnevmatik konstruksiyalarni hisoblashda qaysi yuklamalar e'tiborga olinadi?
5. Ular qanday materiallardan tayyorlanadi?
6. Pnevmatik konstruksiyalarning ishlash mukdlati qancha?
7. Nima uchun bu turdagi konstruksiyalar kam qo'llaniladi?
8. Qo'llanishiga oid misollarni chet mamlakatlar misolida keltiring?

Yog'och konstruksiyalarni ta'mirlash va kuchaytirish

10.1. Yog'och konstruksiyalarni kuchaytirish

Yog'och konstruksiyalari qurilish me'yori va qoidalari (AQJ) bo'yicha eng kamida inshootlarda - 50 yil, qishloq xo'jaligi inshootlarida - 20 va vaqtinchalik binolarda - 10 yil ishonchli xizmat qilishi kerak. Agar konstruksiyalarning ishlash me'yori buzilsa, oldinroq ham ular yuk ko'tarish qobiliyatlarini yo'qotishi mumkin.

Bu konstruksiyalar ishlatishga qabul qilinayotganda, albatta, birma-bir kuzatib chiqiladi. Agar zaf joylari aniqlansa, uni bartaraf etish chora-tadbirlari belgilanadi. Bir yilda ikki marta - kuz va bahar faallarda tekshirish o'tkaziladi. Buning natijasi, qish faslida qor yog'ib qo'shimcha vaqtinchalik yuklarni hosil bo'ladi, bahorda esa yomg'ir yog'ishi natijasida tom yopmalaridan namlik sizib o'tishi mumkin va yog'ochning chirishi xavfi vujudga kelishi mumkin.

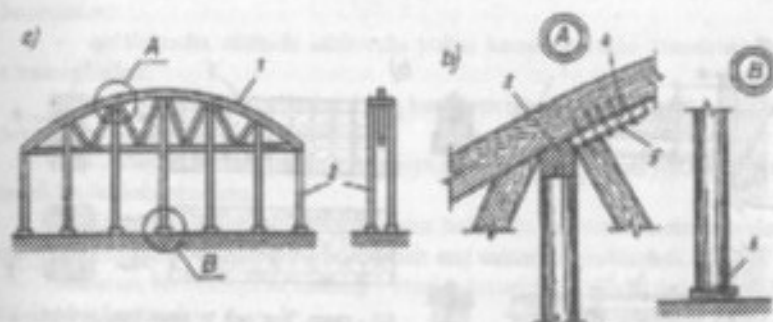
Ayrim hollarda yog'och konstruksiyalarini kuchaytirish va ta'mirlash zarur bo'lib qoladi.

Yog'och konstruksiyalar maxsus loyiha ishlab chiqilgandan keyin, quyidagi prinsiplarga asoslangan holda kuchaytiriladi:

- kuchaytirilgan yog'och konstruksiyalar oldingi funksiyasini to'la yoki qisman bajarishi kerak;
- agar qisman bajaradigan bo'lsa, uning qolgan qismini boshqa bir konstruksiyaga yoki yangi qurilish konstruksiyasiga ulatish masalasi ishlab chiqilgan loyihada hal qilingan bo'lishi kerak;
- kuchaytirilgan yog'och konstruksiyalari yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha, deformatsiya va boshqalar bo'yicha ishlab chiqish davridagi kuchaytirish qurilish me'yorlarini qanoatlantirishi kerak;
- yog'och konstruksiyasini kuchaytirish kerakligi va tanlangan variant iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'lishi kerak;
- bir turdagi yog'och konstruksiyalarini bir xil kuchaytirish kerak.

Yukzondatirish kuchaytirishdagi birinchi bosqich hisoblanadi (85-nom). Bu holda kuchaytiriladigan konstruksiyaning sinib ketish xavfi yo'qoladi. Ko'pincha ishlatilgan yog'och konstruksiyasidagi aloqilarni yo'qotish uchun u osh qo'yiladi yoki demkrat bilan ko'tarib qo'shimcha yuk ko'taruvchi element qo'yiladi. Konstruksiya kuchaytirilgandan keyin vaqtincha qo'yilgan element olib tashlanadi.

Yog'och konstruksiyalarini to'la qisqacha yoki alohida elementlarini kuchaytirish mumkin. Aniq bir usulni tanlash qator omillarga bog'liq: binoni to'la qisqacha va yog'och konstruksiyalarini qisman kuchaytirish masalasi, kuchaytirish elementi-



85 - nom Yog'och konstruksiyalarni osh qo'yish. a - osh qo'yish; b - mahkamlash tugunlari. 1 - konstruksiya; 2 - ustunlar; 3 - ko'ndalang taglik; 4 - qo'y taglik; 5 - miqdor; 6 - qo'y.

larini joylashtirish uchun yetarli joy bo'ligi va ekspluatatsiya sharoiti va boshqalar. Yog'och konstruksiyalarini kuchaytirishni turli belgilariga qarab turarlarga bo'lish mumkin. Ishlatilish muddati bo'yicha kuchaytirishni ikki guruhga bo'lish mumkin: vaqtinchalik va doimiy.

Kuchaytirish loyihasini ishlab chiqish kuchaytirish ishining birinchi bosqichi hisoblanadi. Loyiha yog'och konstruksiyalar o'lchamlarini aniq o'lchash orqali bajariladi. Kuchaytiriladigan yog'och konstruksiyalarining mustahkamligi standart namunalarni sinash orqali aniqlanadi. Bunda sinaladigan namunalar kuchaytiriladigan konstruksiyalarning yuklanmagan yoki kam yuklangan qismlardan olinadi. Kuchaytirish loyihasida konstruksiyalarning barcha ishlash sharoitlari hisobga olinadi va yetarli ishchi chizenalar beriladi.

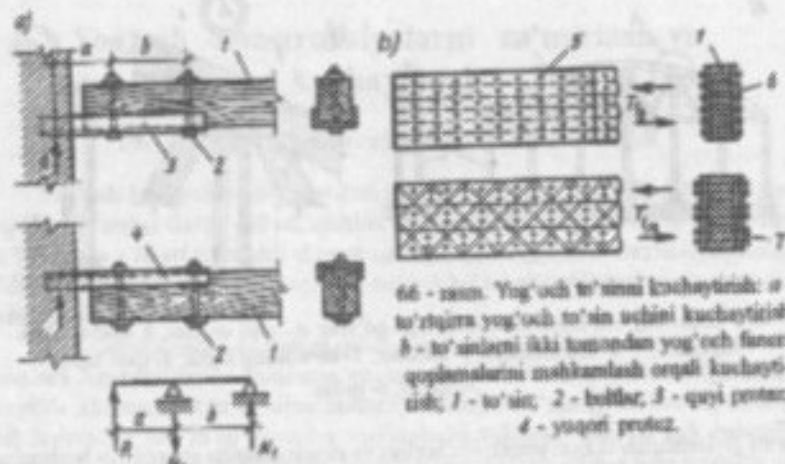
Kuchaytiriladigan konstruksiyaga ta'sir qilayotgan yuklarni kamaytirish yoki butunlay olib tashlash, bajariladigan kuchaytirish ishlarining ikkinchi bosqichi hisoblanadi. Yuksoqlantirish ko'pincha, qo'shimcha ustunlar kiritish orqali, yuqoridagi elementlarga osh qo'yish orqali hamda qo'yqalar yoki demkrat yordamida ko'tarish orqali bajarilishi mumkin.

To'sin va satrovlarni devorga tayangan tayanch qismi chirigan yoki kuchaytirish zarur bo'lib qolgan holatlarda ularni kuchaytirish mumkin (86-nom). To'sinni chirigan qismi o'rniga metall shvelleryoki ikki metall burchakklik qo'yiladi. Bu metall element va yog'och orasiga gidrozolyutsiya qatlami qo'yiladi va metall yog'ochga ikkita bolt yordamida mahkamlanadi.

Metall element egilishga hisoblanadi. Bunda egrovchi momentning qiymati quyidagi teng bo'ladi:

$$M = R \cdot a, \quad (10.1)$$

bu yerda: a - tayanchdan birinchi bolt markazigacha bo'lgan masofa;
 R - tayanch reaksiyasi.



66 - rasn. Yog'och to'sinni kuchaytirish: a - to'singacha yog'och to'sin uchini kuchaytirish; b - to'sinlarni ikki tomondan yog'och fanera qoplamalari mahkamlash orqali kuchaytirish; 1 - to'sin, 2 - boltlar, 3 - quyi protektor, 4 - yuqori protektor.

Boltlarda hosil bo'ladigan bo'ylama kuchlarning qiymatlari quyidagiga teng bo'ladi:

$$N_1 = Ra/b; \quad N_2 = R(a+b)/b, \quad (10.2)$$

bu yerda: N_1, N_2 - birinchi va ikkinchi boltlarda hosil bo'ladigan bo'ylama kuchlar, b - boltlar orasidagi masofa.

Tarkibli to'sinlarni ikki tomondan yog'och yoki fanera qoplamalarni mahkamlash orqali kuchaytirish mumkin (66 b - rasn). Bunda ishlatiladigan surva chidamli faneraning qalinligi 10 mm dan kam bo'lmali kerak. Fanera qoplama va mixlar juft siljish zo'riqishi ta'siriga hisoblanadi:

$$T_{1/2} = \frac{1.5 \cdot M \cdot S}{I}, \quad (10.3)$$

bu yerda: $T_{1/2}$ - siljish zo'riqishi; M - egaruvchi moment; S - statik moment; I - inertsia momenti.

10.2. Hisoblash sxemasini o'zgartirmasdan va o'zgartirib kuchaytirish usullari

Kuchaytirish elementlari ishlash sxemasiga ta'sir qilishi bo'yicha ikki guruhga bo'linadi.

1. Yog'och konstruksiyasini oldingi ishlash sxemasini o'zgartirmasdan kuchaytirish.

2. Oldingi ishlash sxemasini o'zgartirib kuchaytirish.

Yog'och konstruksiyasini ishlash sxemasini o'zgartirmasdan quyidagi usullar yordamida kuchaytirish mumkin:

- qo'shimcha mahkamlash detallari o'rnatish bilan (bolt, mix, shurup va boshqalar);

- qo'shimcha alohida ishlovchi yukni kamaytiruvchi konstruksiyalar o'rnatish bilan;

- yog'och konstruksiyasini to'liq kuchaytirish yoki uni almashtirish bilan (uni yaroqsiz joyi bo'lishi mumkin);

- kuchaytirish materiali konstruksiya materiali bilan bir xil yoki boshqa materialdan bo'lishi mumkin.

Qurilish ta'mirlash ishlarining ayrim hollarida yog'och konstruksiyalarini ishlash sxemalarini o'zgartirib kuchaytirish eng samarali hisoblanadi.

Masalan, bir oraliqli to'sinning o'rtasiga tayanch qo'yilishi uni ikki oraliqli to'singa aylantiradi.

Qushloq xo'jaligi binolarida ko'pincha yelimlangan yog'och arka va uchburchukli tirgak tizimlarini kuchaytirishga to'g'ri keladi. Bunday holatlarda ularni ferma konstruksiyalariga aylantirish zarur bo'ladi.

Tekis yuk ko'taruvchi konstruksiyalar kuchaytirish usullaridan yana biri qo'shimcha bog'lovchilar kiritishdir. Bu holatlarda konstruksiyaning ishlash sxemasini o'zgaradi.

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och konstruksiyalari QMQ bo'yicha inshootlarda nechta yil xizmat qiladi?
2. Yog'och konstruksiyalari qaysi usullarda kuchaytiriladi?
3. Kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?
4. Kuchaytirish sxemalaridan chizib ko'rsating?

Yog'och va plastmassa konstruksiyalarining iqtisodiyoti

11.1. Yog'och va plastmassa konstruksiyalarining iqtisodiyoti

Eng yaxshi konstruktiv yechimlar, variantlar texnik - iqtisodiy ko'rsatkichlari asosida tanlab olinadi.

Konstruksiyalarni loyihada tugatilganlik darajasi teng bo'lgan holatlarda, yog'och va plastmassa konstruksiyalarini loyihalash me'yorlari teng mos kelgan sharoitlarda taqqoslash kerak.

Variantlarni bir-biri bilan taqqoslaganda, butun bir elementlar tizimi har bir variant uchun alohida hisoblab chiqiladi. Variantlashtirishda nima asos qilib olinadi degan savol tug'iladi, elementlarning massasi, hajmi, materiallar harajati, me'morlik me'yorlarini, konstruktiv yechimlarni va hokazolar.

Hozirgi zamon iqtisodiyot fani variantlarni taqqoslash masalasida har bir tur elementlari bo'yicha variant alohida - alohida taqqoslashni talab qiladi. Taqqoslashni ta'minlash uchun har bir variant bir xil birlik tuzimiga keltirib olinadi. Masalan, karkas va tom yopmalarini variantlar bo'yicha baholashda inshootning 1 m² yuzasiga tashyotgan ko'rsatkichlarini aniqlash tavsiya etiladi. Bino va inshootlarning alohida konstruksiyalari va konstruktiv yechimlarni baholash uchun texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar tizimiga kiradi:

- loyihadagi narxi, so'm;
- loyiha bo'yicha tatarisi, so'm;
- keltirilgan harajatlari, so'm;
- konstruksiyalarning massasi, kg;
- Loyihadagi asosiy materiallar sarfi:
- yog'och, m³;
- po'lat, kg;
- plastmassa, kg;
- asbestcement, m³;

Loyihadagi asosiy materiallarning chiqish chiqishini hisobga olgan holdagi sarfi:

- aralangan yog'och materiallari, m³;
- fanera, m²;
- sintetik smola va plastmassalar, kg;
- yog'ochning keltirilgan sarfi, m³;
- tayyorlash mehnat sarfi, oshani/saat;
- tiklash yoki ko'rish mehnat sarfi, oshani/saat;
- tiklash muddati, kunlar.

Ko'rsatkich sifatida eng kam keltirilgan sarf harajati olinadi. Eng kam sarf harajati varianti iqtisodiy tomondan eng yaxshi variant deb hisoblanadi.

11.2. Materiallar sarfini aniqlash

Yog'och va plastmassa materiallari sarfi aniqlanganda, chiqadigan chiqindini ham e'tiborga olib hisoblash kerak.

Yog'och materiallari sarfi:

a) yehmlangan yog'och konstruksiyalari uchun:

$$V_{yog'och} = K_n \cdot K_{k.d} \cdot K_{k.l} \cdot K_{rand} \cdot K_{kut} \cdot V'_L \quad (11.1)$$

bu yerda:

V'_L - loyihadagi yog'och hajmi;

K_n - eskiz tayyorlashda chiqadigan chiqindini hisobga oladigan koeffitsiyent;

$K_{k.d}$ - eni bo'yicha kengaytirilishni hisobga oluvchi koeffitsiyent;

$K_{k.l}$ - tishli birikmalarni hosil qilish uchun, ya'ni bo'ylamas bo'ylab uzaytirishni hisobga oluvchi koeffitsiyent;

K_{rand} - tekislash, randalash, plast bo'yicha chiqadigan chiqindini hisobga oladigan koeffitsiyent;

K_{kut} - tayyor bo'lgan mahsulotni tekislashni e'tiborga oladigan koeffitsiyent;

$V_{yog'och}$ - haqiqiy kerak bo'ladigan, ajratiladigan yog'och hajmi.

b) qirrali yog'och va taxta konstruksiyalari uchun:

$$V_{qir} = K_q \cdot V'_L \quad (11.2)$$

bu yerda: V'_L - eskiz tayyorlashga kerak bo'ladigan yog'och hajmi, K_q - qirra eskizni tayyorlovga yoyishda chiqadigan chiqindilarni hisobga oladigan koeffitsiyent.

Fanera sarfi: $V_f = K_f \cdot V'_L \quad (11.3)$

bu yerda: V'_L - eskiz tayyorlashga kerak bo'ladigan fanera hajmi, K_f - qirra tayyorlovga yoyishda chiqadigan chiqindilarni hisobga oladigan koeffitsiyent; V_f - haqiqiy kerak bo'ladigan ajratiladigan fanera hajmi.

Dovrasimon ko'ndalang kesimli yog'och sarfi:

$$V_{dov} = K_d \cdot V'_L \left(\frac{d_s}{d} \right) \quad (11.4)$$

bu yerda: V_{dov} - dumaloq ko'ndalang kesimli yog'och hajmi, K_d - qirra tayyorlovga yoyishda chiqadigan chiqindilarni hisobga oladigan koeffitsiyent,

$$d_s = d + l$$

d_s - yog'ochning loyihadagi diametri, d - yog'ochning haqiqiy diametri,

Darasinmon ko'ndalang kesimli yog' ochning keltirilgan sarfi:

$$V_{\text{yog}} = V_{\text{d}} + 1,61 \cdot V_{\text{m}} + 2,5 \cdot V_{\text{f}}, \quad (11.5)$$

Yelim sarfi: $R_{\text{el}} = \rho_{\text{el}} \cdot V_{\text{el}}, \quad (11.6)$

bu yerda: R_{el} - umumiy yelim sarfi; $\rho_{\text{el}} - 1 \text{ m}^3$ dagi yelim sarfi; V_{el} - tayyorlov bloski hajmi.

Konstruksiyalarni tayyorlash narxi:

$$S_{\text{tx}} = \left[S_{\text{mat}} \cdot K_{\text{tx}} + S_{\text{m}} \cdot V_{\text{m}} + TS_{\text{m}} \cdot T_{\text{m}} \left(1 + \frac{S_{\text{u}}}{100} \right) \right] \cdot K_{\text{m}} \cdot K_{\text{f}}, \quad (11.7)$$

bu yerda: S_{mat} - asosiy materiallarni sarf harajati; K_{tx} - tashkilotni transport tayyorlash sarf harajatlari e'tiborga olinadigan koeffitsiyent; S_{m} - arallangan materiallarni quritish tannarxi, so'm/m³; V_{m} - arallangan yog' och materiallari hajmi, m³; TS_{m} - ishchining o'rtacha soat ish haqi; T_{m} - tayyorlash, mehnat sarfi; S_{u} - ustama harajatlari; $K_{\text{m}}, K_{\text{f}}$ - nazarda tutilmagan va rejadagi foydani e'tiborga olinadigan koeffitsiyent.

Konstruksiyaning tannarxi:

$$S'_{\text{mat}} = S_{\text{tx}} + S_{\text{u}}, \quad (11.8)$$

bu yerda: S_{u} - to'g'ri harajat-sarflar, S_{u} - ustama harajatlari

$$S_{\text{u}} = 0,7(S_{\text{tx}} + S_{\text{mat}}), \quad (11.9)$$

bu yerda: S_{u} - ish haqi; S_{m} - mashina va mexanizmlarni ishlatish haqi.

Hozirgi kunda materiallarni narxi savdo birligi narxi bo'yicha hisoblanmoqda. Ishlab chiqarish tashkilotlarining ustama harajatlari har bir tashkilot uchun har xildir, bu albatta tashkilotning mavjud bazasiga bog'liqdir.

Takrorlash uchun savollar

1. Yog' och va plastmassa iqtisodi deganda nima tushunasiz?
2. Konstruktiv yechimlar qanday olinadi?
3. Qurilish loyihasi bo'yicha aniqlangan yog' och sarfi qurilish uchun yetarli hisoblanadimi?
4. Yog' ochni o'lchov birligini ayting?
5. Plastmassani o'lchov birligini ayting?
6. Tannarx nima?
7. Yog' ochdan qanday materiallar olinadi?
8. Konstruksiyalardagi yog' och sarfi qanday aniqlanadi?
9. Metall sarfi qanday aniqlanadi?
10. Darasinmon ko'ndalang kesimli yog' och hajmi qanday aniqlanadi?

12 - BOB

Binolarning zilzilaga bardoshligi

Tom yopqan yog' och to'sindi, ichki temirbeton bilan kuchaytirilgan, monolit gil va xom g'isht devor konstruksiyali binolarni naturaviy dinamik eksperimental tadqiq qilish. Keyingi yillarda respublikamizda mahalliy ashyolardan tiklanayotgan binolarni zilzilaga bardoshli konstruksiyalarini yaratish va ularni eksperimental tadqiq qilish bo'yicha ilmiy tadqiqotlar olib borildi. Markaziy o'ralishda Namangan muhandislik-pedagogika institutida professor Q.I.Bo'ziyevning umumiy rahbarligida nazariy va eksperimental izlanishlar muvaffaqiyatli bajarildi. 2003-2005 yillarda eksperimental tadqiqotlar uchun Namangan viloyatining Uychi tumanida joylashgan «Qurilish materiallari ishlab chiqarish zavodi»ning hududida rejadagi o'lchami 4000 x 5000 mm, balandligi 3000 mm bo'lgan bir qavatli tom yopqan yog' och to'sindi, monolit gil va xom g'isht devor konstruksiyali ichki temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan 2ta binolar qurildi (69-rasm).

Sinovlar Namangan muhandislik-pedagogika instituti va O'z FA qoshidagi «Mexanika va inshootlar zilzilabardoshligi instituti» bilan hamkorlikda o'tkazildi va uning tavsiflari quyidagicha:

1. Sinov - naturaviy.
2. Sinov ob'ektlari - yog' och tom yopqan, kompleks ichki temirbeton o'zakli monolit gil va xom g'isht devor konstruksiyali binolar. (2 ta)
3. Sinovdan maqsad - yog' och tom yopqan, kompleks ichki temirbeton o'zakli monolit gil va xom g'isht devor konstruksiyali binolarning dinamik xarakteristikalarini aniqlash (tetrunish davri - T, tebranish chastotasi - f, tetrunishning logarifmik dekoamenti - d, energiyani yutish koeffitsiyenti - y, noelastik qarshilik koeffitsiyenti - g).
4. Tetrunishlarni hosil qilish metodi - tom yopqan sathidan kalibrovka qilingan 9 ta turdagi halqalar yordamida bino uzunligiga ko'ndalang yo'nalishda gorizontal tortish-uzish(bunda kalibrovka qilingan halqalar cho'zuvochi kuch ta'sirida uzildi).
5. O'lchash metodi - tetrunishlarni ko'p kanalli tadqiq qilish.
6. O'lchash apparaturalari - Oszillograf H041, shunt qutisi, VEGIK, OSP, galvanometrlar - GB-III, GB-IV, M 601.1A.

Dinamikaning hisoblash metodlari binolarni real ishlash sharoitini to'liq hisobga olmaydi, shuning uchun ularni tajribada sinov ko'rish maqsadga muvofiqdir.

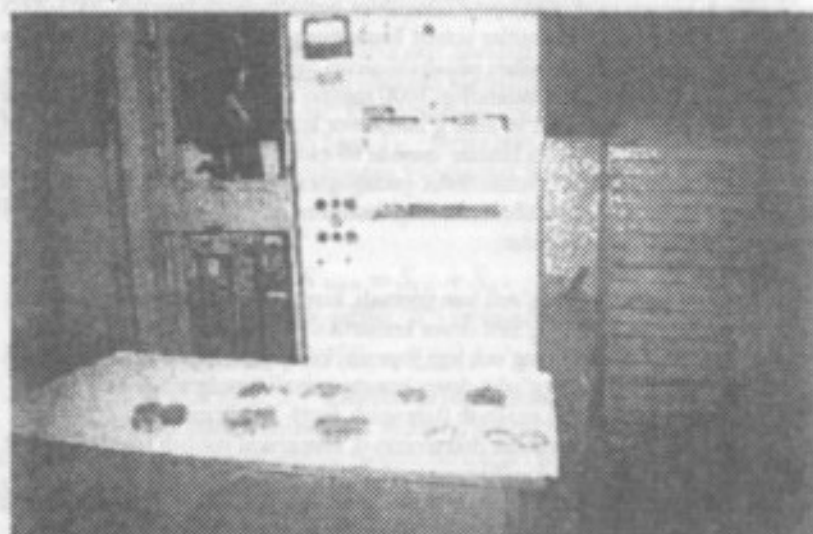
Devorning ko'chishi VEGIK yordamida, tetrunishi esa -OSP vibrodatchiklari yordamida ko'ndalang va bo'ylama devorlarning quyidagi tasvirda ko'rsatilgan xarakteristikalarida aniqlandi. Binoga 5 ta VEGIK(V-1, V-2, V-3, V-4, V-5)-siljish seysmogrammalarini olish uchun, 4 ta OSP(O-1, O-2, O-3, O-4)-tetrunish akselerogrammalarini olish uchun o'rnatildi(70-rasm). Seysmogramma va akselerogrammlar 2ta NO41 oszillograflari yordamida yozib olindi (71-rasm). Binoni dinamik xarakteristikalarini aniqlashda tetrunish uyg'otishning yakuni biridaniga olish usuli qo'llanildi.

Binoning uchun bino seysmik belbog'i sahidan diametri 20 mm li vant-tross bilan qizirib bog'lanishi (68-rasm).

7. Yukni birdaniga olinishi uchun 9 ta seriyadagi kalibrovka qilingan halqalar oldindan laboratoriya sharoitida press yordamida cho'zishga sinab, ularni uzilishidagi buzuvchi kuchning qiymatlari aniqlab olinadi (67-rasm).

Bo'ylama devorlarga jami 750 kg yuklama yoyilgan holatda qo'yildi. Ushbu yuklama, tuzatqich elementlari: strepda, reyka hamda asbestsimentli to'lqinayimon listlardan tushadigan yuklamaning qiymatiga tengdir.

Dinamik sinov o'tkazishdan oldin VEGIK va OSP asimmetrik asboblari O'zFA qoshidagi «Mexanika va inshootlar zilzilabardoshligi» instituti laboratoriyasida vibratsiya yordamida ularni tekshirib o'tkazildi.

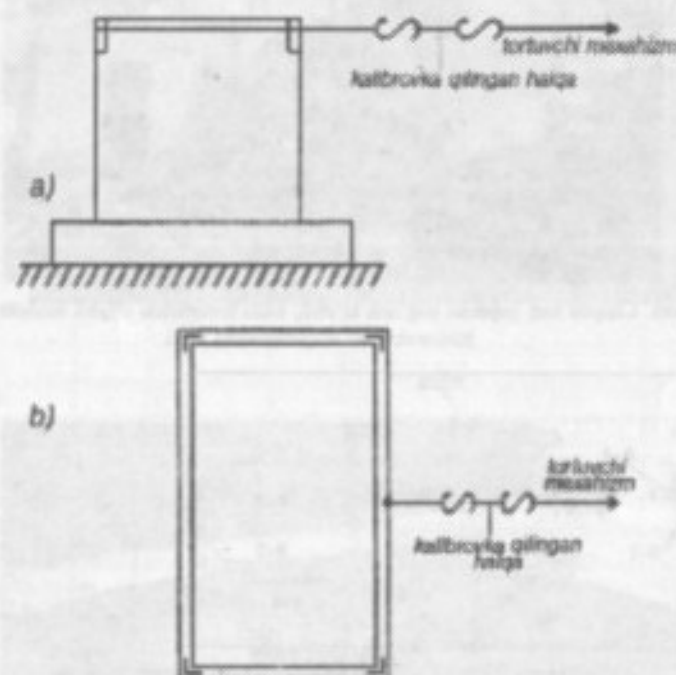


67-rasm. Pressda halqalarni kalibrovka qilish payti.

Kalibrovka qilingan po'lat halqalarning kalibrovka jadvali 9-jadval

№	Halqa kengligi V, m	qalinligi t, m	R _{dan} , kN	Tushqi diametri, m
1	0,002	0,003	2,305	0,057
2	0,0025	0,003	2,943	
3	0,003	0,0038	4,415	
4	0,005	0,0038	7,161	
5	0,007	0,0038	10,3	
6	0,01	0,0038	14,813	
7	0,015	0,0045	25,31	
8	0,02	0,0045	34,041	
9	0,025	0,0045	42,674	

8. Dairavimon ko'ndalang kesimli temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan monolit gil devor konstruksiyali binoning naturaviy dinamik sinovining birinchi 1-9 bosqichlarida bittadan halqalar, 10-bosqichida 2 ta 8-halqalar, 11-bosqichida esa 2 ta 9-halqalar yordamida eksperimentlar o'tkazildi.



68-rasm. Bino ni tortish mexanizmi: a - yon tomondan ko'rinishi; bo'yoqidan ko'rinishi.

69-rasmdan ko'rinib turibdiki, rasmining o'ng tomonida temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan xom g'isht devor konstruksiyali bir qavatli eksperimental bino qurilgan. Bu bino ham naturaviy dinamik eksperimental tadqiqotlar asosida sinaldi va ilmiy ahamiyatga ega bo'lgan ma'lumotlar olinadi.

Olingan seysmogrammlar asosida binoning quyidagi dinamik xarakteristikalarini aniqlandi (10 va 11-jadvallar).

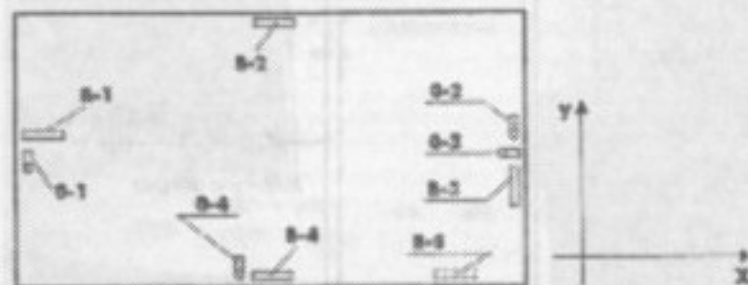
Tetrunishning logarifmik dekrementi-δ,

$$\delta = \frac{1}{4} \ln \frac{Y_1}{Y_5}; \quad (12.1)$$

bu yerda: Y₁ va Y₅ - lar birinchi va beshinchi sikldagi tetrunish amplitudalari.



69-rasm. Chapda toq yopman yog'och to'sinli, ichki to'rtburchan o'zakli monolit gil devor konstruksiyali eksperimental bino.



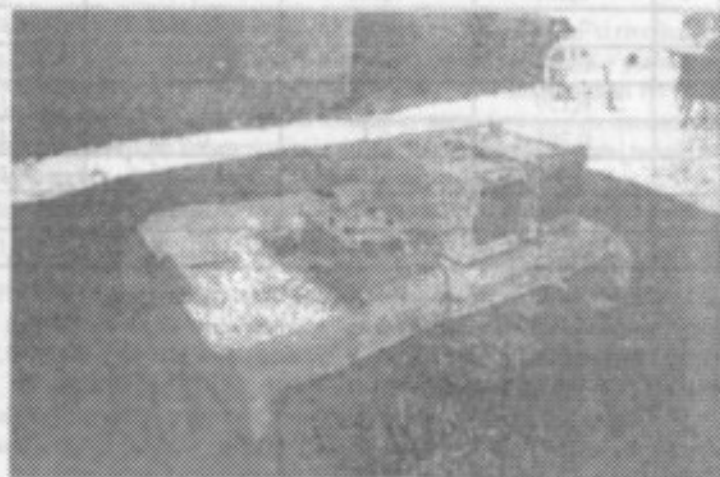
70-rasm VEGIK va OGP lar o'rnatilgan xarakterli nuqtalar.



a)



b)



v)

71-rasm. Toq yopman yog'och to'sinli toq g'ali va monolit gil devor konstruksiyali eksperimental binolarni sinash payti: a va b- saymagan va akseleratsionlarni o'lish payti; v- yozishda qo'llanilgan 2ta HB41 o'tilleguflari shunt quvur muhitini sarflovchi bilan birgacha.

Energiyaning yutish koeffitsiyenti- ψ ,

$$\Psi = 2 \cdot \delta \quad (12.2)$$

Noelastik qarshilik koeffitsiyenti- γ

$$\gamma = \Psi / 2\pi \quad (12.3)$$

Telranish davri- T ,

$$T = L/n \cdot v \quad (12.4)$$

bu yerda: L - seysmogrammadagi yozuv uzunligi; n - sikllar soni; v - ossillografning yozish tezligi.

Telranish chastotasi - f quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$f = 1/T, \text{ gts} \quad (12.5)$$

Olingan seysmogrammalar asosida binoning quyidagi dinamik xarakteristikalarini aniqlandi (10 va 11-jadval).

10- jadval

№	δ	T , sek	ψ	γ
1	0,133	0,076	0,266	0,042
2	0,221	0,081	0,442	0,07
3	0,133	0,073	0,266	0,042
4	0,135	0,1	0,27	0,043
5	0,159	0,104	0,318	0,051
6	0,203	0,1	0,406	0,065
7	0,261	0,112	0,522	0,083
8	0,296	0,086	0,592	0,094
9	0,262	0,093	0,524	0,083

Demak, ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan xom g'isht devor konstruksiyali binolarni naturaviy dinamik eksperimentlari asosida olingan kompleks konstruksiyali binolarning dinamik xarakteristikalarini - $\delta = 0,133 \pm 0,296$; $T = 0,073 \pm 0,112$; $\psi = 0,266 \pm 0,592$; $\gamma = 0,042 \pm 0,094$; $f = 10,87$ gts. oralig'larida.

Shuning uchun ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan xom g'isht devorlarni hisoblashda $\delta_{st} = 0,191$; $T_{st} = 0,092$; $\psi_{st} = 0,382$; $\gamma_{st} = 0,061$ o'lchamida e'lon tavsiya qilinadi.

Ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan monolit gil devor konstruksiyali binolarni naturaviy dinamik eksperimentlari asosida olingan kompleks konstruksiyali binolarning dinamik xarakteristikalarini - $\delta = 0,107 \pm 0,242$; $T = 0,085 \pm 0,108$; $\psi = 0,214 \pm 0,484$; $\gamma = 0,034 \pm 0,077$; $f = 10,87$ gts. oralig'larida olinadi.

Shuning uchun yog'och to'q yopqali ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan monolit gil devorlarni hisoblashlarda $\delta_{st} = 0,191$; $T_{st} = 0,092$; $\psi_{st} = 0,382$; $\gamma_{st} = 0,061$ e'lon tavsiya qilinadi.

11 - jadval

№	δ	T , sek	ψ	γ
1	0,107	0,089	0,214	0,034
2	0,125	0,085	0,25	0,04
3	0,16	0,092	0,32	0,051
4	0,202	0,091	0,404	0,064
5	0,215	0,092	0,43	0,068
6	0,171	0,093	0,342	0,054
7	0,201	0,089	0,402	0,064
8	0,21	0,088	0,42	0,067
9	0,196	0,09	0,392	0,062
10	0,228	0,088	0,456	0,073
11	0,242	0,108	0,484	0,077
12	0,229	0,103	0,458	0,073

Xulosa shuki, 2000-2005-yillarda nafaqat respublikamizda, balki rivojlangan Yevropa, Shimoliy Amerika davlatlarida ham mahalliy asd yulardan ko'plab tavar-joy binolari qurilmoqda. Ularni nazariy va eksperimental tadqiq qilish bo'yicha 2003-2005-yillarda P-8.32 qiyd raqamli «Mahalliy xomashyo asosida quriladigan binolarning zilzila bardosh konstruksiyalarini yaratish va eksperimental tadqiq qilish hamda samarali qurilish texnologiyalarini ishlab chiqish» mavzusidagi davlat grant loyihasi muvaffaqiyatli yakunlandi.

Yog'och konstruksiyalarini hisoblashga doir misollar

1-misol. Toshkent viloyatidagi ikki nishabli bino to'rt yopma shaklida qor yuklamasining me'yoriy va hisobiy qiymatlari aniqlansin. To'rt yopma qiyaligi $\alpha = 14^\circ$ va to'rt yopma ta'sir qilayotgan doimiy me'yoriy yuklamaning qiymati $y^* = 0,8 \text{ kN/m}^2$ ga teng.

Yechilishi:

Bino QMQ xaritasi bo'yicha Toshkent viloyati, 1-chi qor rayonida joylashgan va $S^* = 0,5 \text{ kN/m}^2$ ga teng. To'rt yopma qiyaligi $\alpha = 14^\circ$ da 25° dan kichik bo'lganligi uchun $\mu = 1$ ga teng (μ - to'rt yopma shaklini hisobga oladigan koef-fitsiyent).

Doimiy me'yoriy yuklamani va qanchalik me'yoriy qor yuklamasiga nisbatini hisoblaymiz:

$$\frac{y^*}{S^*} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6 \text{ ga teng.}$$

Demak, $1,6 > 1$ bo'lgani uchun qor yuklamasi bo'yicha ishonchlik koefitsiyenti $\gamma = 1,4$ ga tengdir.

U holda 1 m^2 ga tushadigan hisobiy qor yuklamasining qiymati:

$$S = S^* \cdot \gamma = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

2-misol. Ikkinchi nav qarag'ay yog'ochidan tayyorlangan to'rt qirrali yog'och ustunning ko'ndalang kesimi tashlab. Ustun uzunligi $l = 4,5 \text{ m}$ va uchlari shartli mahkamlangan. Ustunda zaif kesim yo'q va unga $N = 300 \text{ kN}$ siqilish bo'yicha kuch ta'sir qiladi.

Yechilishi:

Oltindan ustun egiluvchanligini $\lambda = 80$ deb qabul qilamiz. Ustuvorlik koefitsiyenti φ ni aniqlaymiz:

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{80^2} = 0,47 \quad (\lambda > 70 \text{ bo'lganligi uchun}).$$

Yog'ochni siqilishdagi hisobiy qarshiligi ko'ndalang kesim o'lchomni 13 sm dan katta bo'lgan holda $R_s = 15 \text{ MPa}$ ga tengdir.

Ustunning talab qilingan ko'ndalang kesim yuzasi

$$A_s = \frac{N}{\varphi \cdot R_s} = \frac{0,3}{0,47 \cdot 15} = 0,04 \text{ m}^2 = 400 \text{ mm}^2$$

Agar ko'ndalang kesimini kvadrat shaklida deb olsak,

$$b = h = \sqrt{A_s} = \sqrt{400} = 20 \text{ sm}$$

Qabul qilamiz: $b = h = 20 \text{ sm}$ ga teng

Tekshirish. Ko'ndalang kesim yuzasi $b \times h = 20 \times 20 = 400 \text{ mm}^2 = 0,04 \text{ m}^2$.

Kesimning inersiya radiusi: $i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ sm}$.

$$\text{Egiluvchanligi: } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{450}{5,8} = 78 > 70$$

$$\text{Ustuvorlik koefitsiyenti: } \varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{78^2} = 0,49$$

$$\text{Kuchlanish: } \sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,04} = 15,3 > 15 \text{ MPa, mustahkamlik}$$

sharti bajarilmadi. Shuning uchun ko'ndalang kesim o'lchomini kattalashtiramiz. $b \times h = 20 \times 22 = 440 \text{ mm}^2$.

Ko'ndalang kesimni kichik tomoni bo'yicha inersiya radiusi $i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ sm}$ ($\lambda = 78$ ga teng bo'ladi, shuning uchun λ ni qayta hisoblashning hojati yo'q).

$$\text{Kuchlanishni tekshiramiz: } \sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,044} = 13,91 < 15 \text{ MPa}$$

mustahkamlik sharti bajarildi.

3-misol. Ikkinchi nav qarag'ay yog'ochidan tayyorlangan bir chetli shartli tayanchli to'sinning ko'ndalang kesimi aniqlansin. To'sinning uzunligi $l = 4,5 \text{ m}$ va to'singa tekis teng tarqalgan $q = 1,5 \text{ kN/m}$ ($q^* = 1,65 \text{ kN/m}$) chiziqli yuklama ta'sir qiladi.

Yechilishi:

Ko'ndalang kesimni mustahkamlik sharti bo'yicha tashlab. Egilishdagi hisobiy qarshiligi $R_s = 13 \text{ MPa}$ ga teng. Hisobiy yuklamadan hosil bo'ladigan eguvchi momentning qiymatini quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{1,65 \cdot 4,5^2}{8} = 4,17 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,00417 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Talab qilinadigan ko'ndalang kesimning qarshilik momenti:

$$W_s = \frac{M}{R_s} = \frac{0,00417}{13} = 321 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 321 \text{ mm}^3$$

Agar ko'ndalang kesimning enini $b = 10 \text{ sm}$ ga teng deb olsak, u holda ko'ndalang kesimning balandligi:

$$h_y = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 321}{10}} = 13,88 \text{ sm}$$

Ko'ndalang kesim o'lchamlarini $b \times h = 10 \times 15 \text{ sm}$ deb qabul qilamiz.

Qabul qilingan o'lchamlar orqali ko'ndalang kesimning qarshilik momentini aniqlaymiz:

$$W = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{10 \cdot 15^3}{6} = 375 \text{ sm}^3 = 375 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

$$\text{Egilibdagi kuchlarini tekshiramiz: } \sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00417}{375 \cdot 10^{-6}} = 11,12 \text{ MPa} < R_{\sigma}$$

Egilibni tekshirib ko'ramiz. Ko'ndalang kesimning inersiya momenti:

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 15^3}{12} = 2821 \text{ sm}^4 = 2821 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Elastiklik moduli - $E = 10^4 \text{ MPa}$ ga teng.

Nisbiy egilish $\frac{f}{l}$ ni aniqlaymiz:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^3}{EJ} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 2821 \cdot 10^{-8}} = 0,0063 < \left[\frac{f}{l} \right]$$

Ruxsat etiladigan nisbiy egilish

$$\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} = 0,005 \text{ ga teng.}$$

$0,0063 > 0,005$ bu tengsizlikdan ko'rinib turibdiki, ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha mustahkamlik sharti bajarilmadi. Shuning uchun ko'ndalang kesim o'lchamlarini kattalashtiramiz: $b \times h = 12 \times 18 \text{ sm}$ deb qabul qilaylik.

$$\text{Ushunda } J = \frac{12 \cdot 18^3}{12} = 5832 \text{ sm}^4 = 5832 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 5832 \cdot 10^{-8}} = 0,003 < 0,005$$

Ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha shart bajarildi. Demak, tanlangan ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 12 \times 18 \text{ sm}$ to'g'ri tanlangan.

4-misol. Ikkinchi nav yog'uchdan tayyorlangan siqilish-egilishga ishlovchi sterjenning mustahkamligi va ustuvorligi tekshirilsin. Sterjen uzunligi $l = 4 \text{ metr}$ va

ko'ndalang kesimi o'lchamlari $b \times h = 12 \times 18 \text{ sm}$ bo'lib sterjen uchlari sharnirli mahkamlangan. Sterjenga $N = 100 \text{ kN} = 0,1 \text{ MN}$ siquvchi hisobiy kuch va ko'ndalang kesimi katta tomoni bo'yicha $M = 4 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,004 \text{ MN} \cdot \text{m}$ eguvchi moment ta'tir qiladi.

Yechilishi:

Yog'uchni siqilishdagi hisobiy qarshiligi $R_{\sigma} = 13 \text{ MPa}$ ga teng. Ko'ndalang kesim yuzasi va kesimning qarshilik momentlarini aniqlaymiz.

$$A = b \times h = 12 \times 18 = 216 \text{ sm}^2 = 0,0216 \text{ m}^2$$

$$W = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{12 \cdot 18^3}{6} = 648 \text{ sm}^3 = 648 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Hisobiy uzunligi, inersiya radiusi, egiluvchanligi va ustuvorlik koeffitsiyentlari quyidagiga teng:

$$l_0 = l = 400 \text{ sm}$$

$$i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 18 = 5,22 \text{ sm}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{5,22} = 76,63 > 70$$

Koeffitsiyenti - ξ ni aniqlaymiz.

$$\xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_{\sigma} \cdot A} = 1 - \frac{0,1 \cdot 76,63^2}{3000 \cdot 13 \cdot 0,0216} = 0,3$$

Deformatsiyani hisobga olgan holda momentni hisoblaymiz.

$$M_d = \frac{M}{\xi} = \frac{0,004}{0,3} = 0,013 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Siqilishdagi normal kuchlarini σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} = \frac{0,1}{0,0216} + \frac{0,013}{648 \cdot 10^{-6}} = 4,63 + 20,06 = 24,69 \text{ MPa} > R_{\sigma} = 13 \text{ MPa}$$

Ezilish tekisligidan tashqiridagi mustahkamlik va ustuvorligini tekshiramiz.

Hisobiy uzunligi - $l_0 = 400 \text{ sm}$;

Inersiya radiusi - $i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 12 = 3,48 \text{ sm}$;

$$\text{Egiluvchanligi} - \lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{3,48} = 114,94 > 70$$

$$\text{Ustuvorlik koeffitsiyenti} - \varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{114,94^2} = 0,23$$

$$\text{Kuchlanish} - \sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,1}{0,23 \cdot 0,0216} = 20,13 \text{ MPa} > R_s$$

Xulosa: Demak siqilib-egiluvchi yog'och sterjen mustahkamligi va ustivorligi o'zining kesim o'lchamlari $b \times h = 12 \times 18 \text{ sm}$ bo'lganda yetarli emas. Mustahkamligi va ustivorligi yetarli bo'lishi uchun ko'ndalang kesim o'lchamlarini kattalashtirish zarurdir.

5-misol. Birinchi nav yog'ochdan tayyorlangan cho'zilish - egilishga tahdidda sterjenning mustahkamligi tekshirilsin. Sterjen uzunligi $l = 4 \text{ m}$ va ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 12 \times 15 \text{ sm}$. Sterjen hisobiy yuklamalaridan hosil bo'lgan cho'zuvchi kuch $N = 60 \text{ kN} = 0,06 \text{ MN}$ va eguvchi moment $M = 3 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,003 \text{ MN} \cdot \text{m}$ ta'sirida katta o'lchamli yo'nalishda cho'ziladi va o'zining kesimida raif kesimlar yo'q.

Yechilishi:

Cho'zilish va egilishdagi yog'ochning hisobiy qarshiliklarini aniqlaymiz.

$$R_s = 10 \text{ MPa}; \quad R_w = 14 \text{ MPa};$$

Ko'ndalang kesim yuzasi - A .

$$A = b \times h = 12 \times 15 = 180 \text{ sm}^2 = 0,018 \text{ m}^2;$$

Ko'ndalang kesimning qarshilik momenti - W .

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 15^2}{6} = 450 \text{ sm}^3 = 450 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3;$$

Cho'zilish va egilishdagi kuchlanish - σ .

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot R_s}{W \cdot R_w} = \frac{0,06}{0,018} + \frac{0,003 \cdot 10}{450 \cdot 10^{-9} \cdot 14} = 3,33 + 4,76 = 8,09 \text{ MPa} < R_s = 10 \text{ MPa}$$

demak, mustahkamligi us'inlangan.

6-misol. Egiluvchi ikkinchi nav yog'ochdan tayyorlangan elementi mustahkamligi yorilishga tekshirilsin. Maksimal ta'sir qilyotgan qaruvchi kuchning qiymati $Q = 20 \text{ kN} = 0,02 \text{ MN}$. Elementning eni $b = 10 \text{ sm} = 0,1 \text{ m}$ va balandligi $h = 20 \text{ sm} = 0,2 \text{ m}$.

Yechilishi:

Egilishdagi yorilishda hisobiy qarshilik $R_w = 16 \text{ MPa}$ ga teng.

Kesimning statik va inersiya momentlarini aniqlaymiz.

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{10 \cdot 20^2}{8} = 500 \text{ sm}^3 = 500 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3;$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 20^3}{12} = 6667 \text{ sm}^4 = 6667 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4.$$

Yorilishdagi kuchlanish:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{0,02 \cdot 500 \cdot 10^{-9}}{6667 \cdot 10^{-8} \cdot 0,1} = 1,5 \text{ MPa} < R_w = 16 \text{ MPa}$$

Demak, yorilishga bo'lgan mustahkamligi yetarli.

7-misol. Ustanga ko'ndalang pesh tayanch tayangan to'sinning ezilishdagi mustahkamligi tekshirilsin. Ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 14 \times 14 \text{ sm}$ bo'lgan ustanga bo'yлама siquvchi kuch $N = 50 \text{ kN} = 0,05 \text{ MN}$ ta'sir qiladi.

Yechilishi:

Ezilishdagi yuzni uzunligi $l_n = 10 \text{ sm}$ to'lalariga ko'ndalang mahalliy ezilishdagi hisobiy qarshiligi:

$$R_{ez} = R_{ez} \left[1 + \frac{8}{l_n + 1,2} \right] = 1,8 \left[1 + \frac{8}{10 + 1,2} \right] = 3,086 \text{ MPa},$$

ezilish yuzasi - A .

$$A = b \times h = 14 \times 14 = 196 \text{ sm}^2 = 0,0196 \text{ m}^2$$

kuchlanish - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,05}{0,0196} = 2,55 \text{ MPa} < R_{ez} = 3 \text{ MPa}$$

8-misol. Stropil fermaga cho'zilishga ishlovchi bolt yordamida otilgan sarrov hisoblanasin. Har bir birlashtirilgan joyda cho'zuvchi kuch $N = 0,04 \text{ MN}$ ta'sir qiladi. Boltning hisobiy qarshiligi $R = 235 \text{ MPa}$ ga teng.

Yechilishi:

Qirqilish bo'yicha talab qilingan boltning yuzasi:

$$A_b = \frac{N}{0,8R} = \frac{0,04 \text{ MN}}{0,8 \cdot 235 \text{ MPa}} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,13 \text{ sm}^2$$

Bolt diametrida $d = 2 \text{ sm}$ qalad qilamiz. Qirqilish bo'yicha boltning kesim yuzasi $A = 3,14 \text{ sm}^2 > A_b = 2,13 \text{ sm}^2$ dan katta.

To'lalariga ko'ndalang mahalliy ezilishdagi shayba ostidagi yog'ochning hisobiy qarshiligi $R_{ez} = 4 \text{ MPa}$ ga teng.

Shayba tepasidagi eziladigan yuzani talab qilingan qiymat:

$$A = \frac{N}{R_{ez}} = \frac{0,04}{4} = 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 100 \text{ sm}^2$$

Shaybani kvadrat shaklida $b = 10 \text{ sm}$ tomonli qabul qilamiz. Shayba tagidagi ezilishga ishlovchi yuz:

$$A = b' - \frac{\pi \cdot d'}{4} = 10' - \frac{3,14 \cdot 2'}{4} = 9,86 \text{ sm}^2 = 0,00986 \text{ m}^2.$$

Ezilikdagi kuchlanish - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,00986} = 4,13 \text{ MPa} > R_{\sigma\sigma} = 4 \text{ MPa}$$

mustahkamlik sharti bajarilmadi, shuning uchun shayba o'lcamlarini kattalashtiramiz va $b = 11 \text{ sm}$ qilib olamiz.

U holda

$$A = b' - \frac{\pi \cdot d'}{4} = 11' - \frac{3,14 \cdot 2'}{4} = 10,86 \text{ sm}^2 = 0,01086 \text{ m}^2$$

$$\text{kuchlanish: } \sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,01086} = 3,69 \text{ MPa} < R_{\sigma\sigma} = 4 \text{ MPa}$$

mustahkamlik sharti bajarildi.

Shayba kesimidagi maksimal egiruvchi moment:

$$M = \frac{N \cdot b}{16} = \frac{0,04 \cdot 0,11}{16} = 2,75 \cdot 10^{-4} \text{ MN} \cdot \text{m},$$

Qarshilik moment:

$$W_r = \frac{M}{R} = \frac{2,75 \cdot 10^{-4}}{235} = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 1,17 \text{ sm}^3$$

Shaybani talab qilinadigan qalinligi:

$$\delta = \sqrt{\frac{6W_r}{b-d}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,17}{11-2}} = 0,883 \text{ sm}$$

Shaybaning qalinligini $\delta = 9 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz.

9-misol. Ko'ndalang kesimi $A \times A = 8 \times 20 \text{ sm}$ bo'lgan ikki tomonlama yog'och qoplamali, o'lchami $b \times h = 15 \times 20 \text{ sm}$ bo'lgan ikkita to'rt qirrali yog'ochning chokidagi talab qilinadigan egilishga ishlovchi boltlarning soni va kesimi aniqlansin. Unga bo'yлама cho'ziyuchi $N = 160 \text{ kN}$ kuch qo'yilgan.

Yechilishi

Bolt diametri haqida bo'yicha ikki qator qo'yilishdan keltirib chiqamiz:

$$d \leq \frac{h}{9,5} = \frac{20}{9,5} = 2,1 \text{ sm}$$

Diametri $d = 2 \text{ sm}$ deb qabul qilamiz.

Biriktirish simmetrik va ikki qirrali, $n_s = 2$ ga teng. O'rtasidagi elementlarning qalinligi $a = b = 15 \text{ sm}$, chokkadagidiki $a = b = 8 \text{ sm}$. Bolti egilishga ishlashidan bitta chokdagi boltning yuk ko'tarish qobiliyati

$$T_n = 1,8d' + 0,02a' = 1,8 \cdot 2' + 0,02 \cdot 8' = 3,5 \text{ kN}$$

Elementlarni ezilish shartidan,

$$T_e = 0,5dc = 0,5 \cdot 15 \cdot 2 = 15 \text{ kN},$$

Qoplamalarni ezilish shartidan,

$$T_s = 0,5da = 0,5 \cdot 2 \cdot 8 = 8 \text{ kN}$$

Hisobiy minimal yuk ko'tarish qobiliyati $T = 8,5 \text{ kN}$ ga teng bo'ladi.

Talab qilinadigan boltlarning soni - n

$$n = \frac{N}{T \cdot n_{\text{bol}}} = \frac{160}{8,5 \cdot 2} = 9,4 \text{ ta.}$$

Chokning bir tomonidagi boltlarning umumiy soni 10 ta va diametri $d = 20 \text{ mm}$ ga teng olinadi.

10-misol. Quruq yog'ochga $l = 8 \text{ sm}$ chuqurlikda qoqilgan, diametri $d = 0,5 \text{ sm}$ va uzunligi $l = 10 \text{ sm}$ bo'lgan mixning hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati aniqlansin.

Yechilishi:

Quruq yog'ochga qoqilgan mixning hisobiy qarshiligi $R_{\text{qur}} = 0,3 \text{ MPa}$ ga teng. Mixning uchidagi o'tkir qismini chiqarib tashlagandagi hisobiy uzunligi

$$l_1 = l - 1,5d = 8 - 1,5 \cdot 0,005 = 7,25 \text{ sm} = 0,0725 \text{ m}.$$

Sug'urishdagi mixning hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati

$$T_{\text{mix}} = R_{\text{qur}} \cdot \pi \cdot d \cdot l_1 = 0,3 \cdot 0,005 \cdot 0,0725 \cdot 0,3 = 0,34 \cdot 10^{-4} \text{ MN} = 0,34 \text{ kN}$$

11-misol. Ikki qatlamli kesishuvchi taxtali isitiladigan tom to'shamasining kesimini tashlang va tekshiring. Tom qiyaligi $l = 1:4$, $\alpha = 14^\circ$, $\cos \alpha = 0,97$. To'shama uzunligi $l = 3 \text{ m}$ va u sarrowlarga tayyanadi. Sarrowlar qadami $l = 1,5 \text{ m}$. To'shamani ustki hieroya taxtasi yuritil va usning kesimi $b \times h = 10 \times 15 \text{ sm}$ bo'lib ishlash to'shamasi qayi taxtasiga 45° burchak ostida mixlangan. Ishchi to'shama taxtasining kesimi va qadamini aniqlash kerak. To'shamaga chiziqli tarqalgan va yig'ilgan yuklarni ta'bir qiladi. Ularning me'yori va hisobiy qiymatlari quyidagiga teng:

umumiy og'irligi - $g = 0,7 \text{ kN/m}$, $g = 0,8 \text{ kN/m}$.

qor yuklamasi - $S = 1,5 \text{ kN/m}$, $S = 2,4 \text{ kN/m}$.

montajchining og'irligi - $P = 1,2 \text{ kN}$.

Yechilishi:

Ichki to'shamaning hisobiy yuzasining eni $V = 1 \text{ m}$.

To'shamaning hisobiy sxemasi - ikki oraliqli qirg'insiz sharnirli tayangan, oraliqlarining gorizontal proyeksiyasi $l = l \cdot \cos \alpha = 1,3 \cdot 0,97 = 1,26 \text{ m}$ ga tengdir. Birinchi yig'ma hisobiy yuklamalar sifatida xususiy og'irlik va qor yuklamalari olinadi. Bu yig'ma yuklamalar to'shama uzunligi bo'yicha teng tarqalgan va ularning qiymati quyidagiga teng:

$$q + g + S = 0,8 + 2,4 = 3,2 \text{ kN/m};$$

Egishdagi yog'ochning hisobiy qarshiligi $R_{\alpha} = 13 \text{ MPa}$ ga teng.

O'rta tayanch kesimidagi hisobiy egiruvchi momentning qiymati,

$$M = \frac{q \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 1,45^2}{8} = 0,84 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,00084 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Talab qilinadigan kesimning qarshilik momenti,

$$W_r = \frac{M}{R_{\alpha}} = \frac{0,00084}{13} = 65 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 65 \text{ sm}^3.$$

Taxta kesimini $b \times h = 10 \times 2,5 \text{ sm}$ qilib qilamiz. Talab qilinadigan l metr kenglik yuzadagi taxta eni quyidagiga teng,

$$B_r = \frac{6 \cdot W_r}{h^2} = \frac{6 \cdot 65}{2,5^2} = 62,5 \text{ sm}$$

Taxtani qo'yish qadami,

$$a = \frac{100 \cdot b}{B_r} = \frac{100 \cdot 10}{62,5} = 16 \text{ sm}.$$

To'shamani yuk ko'tarish qobiliyatini ikkinchi yig'ma hisobiy yuklamalarda (xususiy og'irlik - $q + g = 0,8 \text{ kN/m}$ va montajchi ikkita odam og'irliklari - $P = 2 \cdot 1,2 = 2,4 \text{ kN}$) tekshiramiz. Odamlardan tushadigan yig'ma yuk chetki tayanchdan $a = 0,431 = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625 \text{ m}$ masofada qo'yilgan. Maksimal egiruvchi moment yig'ma yuk qo'yilgan kesimda hosil bo'ladi:

$$M = 0,07 q l^2 + 0,21 P l = 0,07 \cdot 0,8 \cdot 1,45^2 + 0,21 \cdot 2,4 \cdot 1,45 = 0,86 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,00086 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Yig'ma yukni qisqa vaqt to'xtatishni hisobga olgan holda egishdagi hisobiy qarshilik - $R_{\alpha} = R \cdot m_{\alpha} = 13 \cdot 1,2 = 15,6 \text{ MPa}$.

Kuchlanish - σ

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00086}{65 \cdot 10^{-6}} = 14,9 \text{ MPa} < R_{\alpha} = 15,6 \text{ MPa}$$

Birinchi yig'ma me'yoriy yuklamalarda egishni tekshiramiz,

$$q^* = g^* + S^* = 0,7 + 1,5 = 2,2 \text{ kN/m} = 0,0022 \text{ MN/m}$$

$$\text{Inerziya momenti} - J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{62,5 \cdot 2,5^3}{12} = 81 \text{ sm}^4 = 81 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$$

Yog'ochning elastiklik moduli - $E = 10^4 \text{ MPa}$

to'shamaning nisbiy egilishi -

$$\frac{f}{l} = \frac{2,13 \cdot q^* l^4}{384 \cdot E I} = \frac{2,13 \cdot 0,0022 \cdot 1,45^4}{384 \cdot 10000 \cdot 81 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{316} < \frac{1}{150}$$

12-misol. Qutisimon yelimlanarli issiq to'n to'shama plitasi kesimi tanlansin va tekshirilsin. Plita uzunligi $L = 6 \text{ m}$, kengligi $B = 1,5 \text{ m}$, ikkita fanera qoplamalari, to'rta bo'yлама va beshta ko'ndalang qobirg'alari bor. Plitaning chekkalari yelimlangan yog'och to'simlarga tayanadi va tekis teng tarqalgan hamda yig'ma yuklamalarni ko'tiradi:

xususiy og'irlik va qor yuklamalaridan: me'yoriy va hisobiy, $q^* = 2,5 \text{ kN/m}$, $q = 3,2 \text{ kN/m}$; odamdan tushadigan yuklama: me'yoriy va hisobiy, $P^* = 1,0 \text{ kN}$, $P = 1,2 \text{ kN}$.

Techilish:

Bo'yлама qobirg'alari kesimini oldindan $b \times h = 4 \times 18 \text{ mm}$ deb qabul qilamiz. Plitani hisobiy sxemasi - bir oraliqli sharnirli tayangan to'sin va hisobiy uzunligi: $l = 6 - 0,05 = 5,95 \text{ m}$ ga teng.

Yuqori qoplamasining hisobiy sxemasi - bir oraliqli tayanchlarda biki mahkamlangan va hisobiy uzunligi: $l = (B - 4b)/3 = (1,5 - 4 \cdot 0,04)/3 = 0,45 \text{ m}$.

Plita kesimlaridagi hisobiy zo'riqlar.

Egiruvchi moment,

$$M = \frac{P \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 5,95^2}{8} = 14,16 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,01416 \text{ MN} \cdot \text{m}.$$

$$\text{Qirg'ovchi kuch, } Q = \frac{P \cdot l}{2} = \frac{3,2 \cdot 5,95}{2} = 9,52 \text{ kN} = 0,00952 \text{ MN}.$$

Yuqori qoplamadagi mahalliy egiruvchi moment:

$$M_1 = \frac{P \cdot l_1}{8} = \frac{1,2 \cdot 0,45}{8} = 0,0675 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,0675 \cdot 10^{-3} \text{ MN} \cdot \text{m}.$$

Fanera qoplamasining talab qilinadigan qalinligi

$$\delta = \frac{M}{0,6 \cdot B \cdot h_0 \cdot R_{\alpha}} = \frac{0,01416}{0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 \cdot 12} = 0,007 \text{ m} = 0,7 \text{ sm}$$

bu yerda: $h_0 = h_1 + \delta = 18 + 1 = 19 \text{ sm} = 0,19 \text{ m}$

Fanera qoplamalari bir xil $\delta = 1\text{sm}$ qalinlikda olinadi. Plita kesimining geometrik xarakteristikalarini aniqlaymiz:

- qoplamalarning hisobiy kengligi: $b = 0,9 \cdot 150 = 135\text{sm}$
- ko'ylama qobig'alarini umumiy kesimi: $b_1 \cdot h_1 = 4 \cdot b \cdot h = 4 \cdot 4 \cdot 18 = 288\text{sm}^2$
- kesimning umumiy balandligi $h_0 = h_1 + \delta = 18 + 1 = 19\text{sm} = 0,19\text{m}$
- kesim neytral o'qining holati, $Z = h/2 = 20/2 = 10\text{sm}$.

Kesimning inertiya momenti,

$$J = J_1 + J_2 = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta/2)^2 \cdot 2 + b_1 \cdot h_1^3 / 12 = 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2)^2 \cdot 2 + 16 \cdot 18^3 / 12 = 32144\text{sm}^4 = 0,0032144\text{m}^4$$

Kesimning qarshilik momenti,

$$W = J / 0,5 \cdot h = 0,0032144 / 0,5 \cdot 0,1 = 0,006\text{m}.$$

Neytral o'qqa nisbatan qoplamalarning statik momenti,

$$S = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta/2) = 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2) = 1282,5\text{sm}^3 = 0,001282\text{m}^3$$

$I = 1\text{m}$ hisobiy kenglikdagi qoplama kesimining qarshilik momenti:

$$W_1 = \frac{b \cdot \delta^3}{8} = \frac{100 \cdot 1^3}{8} = 12,5\text{sm}^3 = 12,5 \cdot 10^{-6}\text{m}^3.$$

$R_{f1} = 12\text{MPa}$ - faneraning siqilishdagi hisobiy qarshiligi;

$R_{f2} = 14\text{MPa}$ - faneraning cho'zilishdagi hisobiy qarshiligi;

$R_{f3} = 6,5\text{MPa}$ - faneraning egilishdagi hisobiy qarshiligi;

R_{f4} - faneraning yorilishdagi hisobiy qarshiligi.

Plita yuqori qoplamasining yuk ko'tarish qobiliyati egilishda, siqilishda va ustuvorlikka tekshiriladi (nisbat $a/\delta = 18/1 = 18$ ga teng bo'ladi).

Ustuvorlik koeffitsiyenti - $\varphi = 1 - [(a/\delta)^3 / 5000] = 1 - [18^3 / 5000] = 0,94$

Kuchlanish - $\sigma = \frac{M}{W \cdot \varphi} = \frac{0,01416}{0,006 \cdot 0,94} = 2,51\text{MPa} < R_{f1}$.

Qayi qoplamalarning choklari bilan zaiflashganini hisobga olgan holdagi cho'zilishdagi yuk ko'tarish qobiliyatini tekshiramiz:

$$b = h_1 = 16\text{sm} = 0,16\text{m}.$$

$$\tau = Q \cdot S / (J \cdot b) = 0,00952 \cdot 0,001282 / (0,0032144 \cdot 0,16) = 0,24\text{MPa} < R_{f4}$$

13-misol. Ikkinchi nav yog'ochdan tayyorlangan bir oralig'li to'rt qirra yog'och sarrovning kesimi tashkil etilgan va tekshirilsin. Sarrov to'n qiyaligiga ko'ndalang joylashgan va to'n qiyaligi - $i = 1 : 4$ ga teng. Sarrovga to'n yog'ma va qo'y yuklarni ta'sir qiladi: me'yoriy yuklama - $g^* = 1\text{kN/m}$, hisobiy yuklama - $g = 1,5\text{kN/m}$ sarrov oralig'i - $l = 3\text{m}$.

Echilish:

Sarrovni hisobiy sxemasi - bir oralig'li shartli tayangan, qiya qopladigan to'rt burchak. Qiyalik burchagi $\alpha = 14^\circ$

holida,

$$\sin \alpha = \sin 14^\circ = 0,24; \cos \alpha = \cos 14^\circ = 0,97; \tan \alpha = \tan 14^\circ = 0,25$$

Maksimal egurchi momentning qiymati,

$$M_{\max} = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{1,5 \cdot 3^2}{8} = 1,6875\text{kN} \cdot \text{m}$$

Egurchi momentning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilarini aniqlaymiz:

$$M_x = M_{\max} \cdot \cos \alpha = 1,6875 \cdot 0,97 = 1,64\text{kN} \cdot \text{m} = 1,64 \cdot 10^{-3}\text{MN} \cdot \text{m}$$

$$M_y = M_{\max} \cdot \sin \alpha = 1,6875 \cdot 0,24 = 0,405\text{kN} \cdot \text{m} = 0,405 \cdot 10^{-3}\text{MN} \cdot \text{m}$$

Sarrov ko'ndalang kesimini oldindan $b \times h = 10 \times 15\text{sm}$ qabul qilaylik. U holda kesim qarshilik momentining x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari:

$$W_x = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{10 \cdot 15^3}{6} = 375\text{sm}^3 = 375 \cdot 10^{-6}\text{m}^3$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^3}{6} = \frac{15 \cdot 10^3}{6} = 250\text{sm}^3 = 250 \cdot 10^{-6}\text{m}^3.$$

Egilishdagi yog'ochning hisobiy qarshiligi, $R_w = 13\text{MPa}$ ga teng.

..... α .

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,64 \cdot 10^{-3}}{375 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,405 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-6}} = 6\text{MPa} < R_w$$

Sarrov qoplashini tekshiramiz.

me'yoriy yuklama - q^* ni x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari.

$$q_x^* = q^* \cdot \cos \alpha = 1 \cdot 0,97 = 0,97\text{kN/m} = 0,97 \cdot 10^{-3}\text{MN/m};$$

$$q_y^* = q^* \cdot \sin \alpha = 1 \cdot 0,24 = 0,24\text{kN/m} = 0,24 \cdot 10^{-3}\text{MN/m};$$

Yog'ochning elastiklik moduli, $E = 10^4\text{MPa}$ ga teng.

Kesimning inertiya momenti

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 15^3}{12} = 2812,5\text{sm}^4 = 2812,5 \cdot 10^{-8}\text{m}^4;$$

$$I_x = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{15 \cdot 10^3}{12} = 1250 \text{ sm}^4 = 1250 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4.$$

Solqilikning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilarini aniqlaymiz:

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q^* \cdot l^4}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \frac{0,97 \cdot 10^{-3} \cdot 3^4}{10^9 \cdot 2812,5 \cdot 10^{-8}} = 0,0036 \text{ m};$$

$$f_y = \frac{5}{384} \frac{q^* \cdot l^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \frac{0,24 \cdot 10^{-3} \cdot 3^4}{10^9 \cdot 1250 \cdot 10^{-8}} = 0,002 \text{ m}.$$

Umumiy nisbiy egilish:

$$\frac{f}{l} = \frac{\sqrt{f_x^2 + f_y^2}}{l} = \frac{\sqrt{0,0036^2 + 0,002^2}}{3} = \frac{0,0041}{3} = \frac{1}{732} < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200}.$$

14-misol. Trapetsiyasimon ikki nishabli yelimlangan yog'och to'sinning ko'ndalang kesimi tanlansin. To'sin oralig'i $l = 12 \text{ m}$, tom qiyaligi $i = 1:12$. To'singa tashadigan me'yoriy yuklama $q^* = 10 \text{ kN/m}$; hisobiy yuklama $q = 13 \text{ kN/m}$.

Yechilishi:

Yog'ochning hisobiy qarshiliklari, $R_q = 15 \text{ MPa}$; $R_{qy} = 1,5 \text{ MPa}$.

To'sining tayanchdagi ko'ndalang kesimini yoritish shartiga asoslanib aniqlaymiz. Ko'ndalang qirg'ovchi kuchning qiymati Q :

$$Q = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{13 \cdot 12}{2} = 78 \text{ kN} = 0,078 \text{ MN}.$$

Tayanchdagi ko'ndalang kesimning talab qilinadigan balandligi

$$h = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot b \cdot R_q} = \frac{3 \cdot 0,078}{2 \cdot 0,17 \cdot 15} = 0,5$$

b - to'sin eni, $b = 17 \text{ sm}$; $R_{qy} = 1,5 \text{ MPa}$; Q - qirg'ovchi kuch, $Q = 0,078 \text{ kN}$.

Oraliq o'trasidagi balandligi: $h = h_0 + \frac{l}{2 \cdot 12} = 0,5 + \frac{12}{24} = 1 \text{ m}$.

Eng xavfli kesim tayanchdan x masofada joylashgan.

$$x = \frac{l \cdot h}{2 \cdot h} = \frac{12 \cdot 0,5}{2 \cdot 1} = 3$$

Xavfli kesimdagi egruvchi momentning qiymati,

$$M = q \cdot x \cdot (l - x) / 2 = 13 \cdot 3 \cdot (12 - 3) / 2 = 175,5 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,1755 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$h_x = h_0 + (h - h_0) \cdot 2 \cdot x / l = 0,5 + (1 - 0,5) \cdot 2 \cdot 3 / 12 = 0,75 \text{ m}.$$

Xavfli kesimning qarshilik momenti,

$$W = \frac{b \cdot h^3}{6} = \frac{0,17 \cdot 0,75^3}{6} = 0,016 \text{ m}^3.$$

Kesim balandligi va yelimlangan qatlami qalinligi koeffitsiyentlari - $m_x = 0,915$ va $m_y = 1,05$.

Hisobiy qarshilik:

$$R = R_q \cdot m_x \cdot m_y = 15 \cdot 0,915 \cdot 1,05 = 14,4 \text{ MPa}$$

Kuchlanishni aniqlaymiz:

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,1755}{0,016} = 11 \text{ MPa} < R = 14,4 \text{ MPa}.$$

Endi to'sinning kesimini ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha egilishini tekshiramiz.

$$q^* = 10 \text{ kN/m}; \quad b \times h = 17 \times 100 \text{ sm}^2$$

$h_0 = 0,5 \text{ m}$ - tayanchdagi balandlik.

$l = 12 \text{ m}$ - to'sin oralig'i.

Inersiya momenti J ,

$$J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,17 \cdot 1^3}{12} = 0,014 \text{ m}^4$$

To'sin nishabli bo'lgani uchun kesimni o'zgaruvchanligini hisobga oladigan koeffitsiyent:

$$K = 0,15 + 0,85 \cdot \frac{h}{h_{av}} = 0,15 + 0,85 \cdot \frac{0,5}{1} = 0,57.$$

Siljish deformatsiyasini hisobga oladigan koeffitsiyenti,

$$C = 15,4 + 3,8 \cdot \frac{h}{h_{av}} = 15,4 + 3,8 \cdot \frac{0,5}{1} = 17,3.$$

Kesimning o'zgaruvchanligi va siljish deformatsiyasini hisobga olinmaganidagi egilish:

$$f_x = \frac{5}{384} \frac{q^* \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \frac{0,01 \cdot 12^4}{10^9 \cdot 0,014} = 0,019 = 1,9 \text{ sm}.$$

Nisbiy qalish,

$$\frac{f}{l} = \frac{f}{k} \left[1 + \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] / l = \frac{0,019}{0,57} \left[1 + 17,3 \left(\frac{1}{12} \right)^2 \right] / 12 = 0,0031 < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{300} = 0,0033$$

To'rtinchi deformatsiyalanishdagi ustuvorligini tekshiramiz. To'sin ustiga mahkamlangan sarrowning qalishi - $l_s = 1,2m$ ga teng.

$$l_s < \frac{70 \cdot b^2}{l} = \frac{70 \cdot 0,17^2}{1} = 2,023m$$

To'sinning ko'ndalang kesimi, yelimlangan yog'ochni yorilish shartidan kelib chiqqan holda aniqlanadi va unormal kuchlanishlar bo'yicha hamda tiklik bo'yicha qo'shimcha mustahkamlikka ega.

15-misol. Uzunligi $l=3,5m$ bo'lgan tarkibli, uchlar shartli mahkamlangan ustuning kesimi tanlab va tekshirilgan. Berilgan: $N=200kN=0,2MN$ bo'yicha siqilish kuch; $l=3,5m$ - ustun balandligi; $R_s=13MPa$ - siqilishdagi hisobiy qarshilik.

Yechilishi:

..... $\lambda=90$ bo'lsa, ya'ni $\lambda < 120$.

Ustuvorlik koeffitsiyenti,

$$\varphi_s = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{90^2} = 0,37$$

Ustun eni - $b=20cm$ bo'lsa. U holda ustun kesimi balandligi,

$$h_s = \frac{l}{0,29 \cdot \lambda} = \frac{350}{0,29 \cdot 90} = 13,4cm$$

Ko'ndalang kesimini ikkita, o'lchamlari $b \times h = 20 \times 7cm$ bo'lgan to'rtqirali yog'ochlardan iborat deb qabul qilamiz.

$A = 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 20 \cdot 7 = 280cm^2$ - ko'ndalang kesimining yuzasi;

$r_s = 0,29 \cdot b = 0,29 \cdot 20 = 5,8cm$ - inersiya radiusi;

$$\lambda_s = \frac{l}{r_s} = \frac{350}{5,8} = 60,3 < 70 - \text{egiluvchanlik};$$

$$\varphi_s = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda_s}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,71 - \text{ustuvorlik koeffitsiyenti}.$$

$$\text{Kuchlanish} - \sigma = \frac{N}{\varphi_s \cdot A} = \frac{0,2}{0,71 \cdot 0,028} = 10,06 MPa$$

γ - o'qqa nisbatan ustunning birikmadagi moyilligini hisobga olgan holda mustahkamligi va ustuvorligini tekshiramiz.

Bitta to'rtqirali yog'ochning ko'ndalang kesimi va inersiya momenti,

$$A_s = b \cdot h = 20 \cdot 7 = 140cm^2; \quad a = 7/2 = 3,5;$$

$$J = 2(b \cdot h^3 / 12 + A_s \cdot a^2) = 2(20 \cdot 7^3 / 12 + 140 \cdot 3,5^2) = 4573cm^4$$

Inersiya radiusi - r_s ,

$$r_s = \sqrt{J/A} = \sqrt{4573/140} = \sqrt{32,66} = 5,72cm$$

Birikmadagi moyillikni hisobga olmagan holatdagi ustunning egiluvchanligi,

$$\lambda_s = \frac{l}{r_s} = \frac{350}{5,72} = 61,2$$

Ikkita to'rtqirali yog'ochni bir-biriga diametri - $d=2m$ bo'lgan bolalar yordamida biriktiramiz,

$$\frac{d}{h_s} = \frac{1}{3,5} < \frac{1}{2}, \quad K_s = \frac{1,5}{d \cdot h_s} = \frac{1,5}{2 \cdot 7} = 0,107.$$

Bog'lovchilar soni - l metrda 2 ta (2 ta metr),

choklar soni - l ta ($n_{\text{chok}} = l$).

Egiluvchanlikka keltirish koeffitsiyenti - μ ,

$$\mu_s = \sqrt{1 + K_{\text{bog}} \cdot b \cdot h \cdot n_{\text{chok}} / l^2 \cdot n_s} = \sqrt{1 + 0,107 \cdot 20 \cdot 14 / 350^2 \cdot 2} = 0,00006$$

Bitta to'rtqirali yog'ochning inersiya radiusi, bolalar orasidagi masofa va egiluvchanligi,

$$i = 0,29 \cdot h_s = 0,29 \cdot 7 = 2,03cm; \quad l_s = 50cm;$$

$\lambda = l_s / i = 50 / 2,03 = 24,6$; bu holda $\lambda = 60,3$ deb olinadi.

Keltirilgan egiluvchanlik - λ_{kor}

$$\lambda_{\text{kor}} = \sqrt{(\mu_s \cdot \lambda_s)^2 + \lambda_s^2} = \mu_s \cdot \lambda_s = \sqrt{(0,00006 \cdot 24,6)^2 + 60,3^2} = 60,3 < 70.$$

ustuvorlik koeffitsiyenti - φ ,

$$\varphi_s = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda_{\text{kor}}}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,7$$

Kuchlanish - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_s \cdot A} = \frac{0,2}{0,7 \cdot 0,0280} = 10,2MPa < 13MPa$$

I L O V A L A R

SI va MKGSS birliklari mexanik miqdorlari orasidagi nisbatlar

1-ko'rs

Miqdorlar nomi	SI		MKGSS		Birliklar nisbati
	nomi	birligi	nomi	birligi	
Kuch (yuklama, eg'irlik, bo'yama va ko'ndalang kuchlar)	Nyuton	N	Kilogramm-kuch	kgf	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot 1 \text{ m/s}^2$ $1 \text{ MN} = 10^3 \text{ kN} = 10^5 \text{ N}$ $1 \text{ kgf} = 9,81 \text{ N} \approx 10 \text{ N}$ $1 \text{ tf} = 10^4 \text{ N} = 10^3 \text{ kN}$
	Kilonyuton Meganyuton	kN MN	Tonna-kuch	tk	
Kuch momenti (eguvchi moment)	Nyuton-metr	N·m	Kilogramm-kuch- metr	kgf·m	$1 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 0,1 \text{ N} \cdot \text{m}$
	Kilonyuton- metr	kN·m	Kilogramm-kuch- metr	kgf·m	$1 \text{ kgf} \cdot \text{m} = 10 \text{ N} \cdot \text{m}$
	Meganyuton- metr	MD·m	Tonna-kuch- metr	tk·m	$1 \text{ tk} \cdot \text{m} = 10^3 \text{ N} \cdot \text{m} = 10^3 \text{ kN} \cdot \text{m}$
Bosim (kuchlanish, me'yoriy va hisobiy qarshilik-kuch, elastiklik va silyon nisbatlari)	Paskal	Pa	Kilogramm-kuch- santimetr kvadrat	kgf/cm ²	$1 \text{ MPa} = 10^3 \text{ kPa} = 10^6 \text{ Pa}$ $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ $1 \text{ MPa} = 10 \text{ kgf/cm}^2$ $1 \text{ kgf/cm}^2 = 0,1 \text{ MPa}$
	Kilopaskal	kPa			
	Megapaskal	MPa			

Eslatma:

1. Qurilish konstruksiyalarini hisoblashda yuklama nyutonda hisoblanadi.
2. Kesimlar geometrik xarakteristikalarini sm^2 , sm^3 yoki sm^4 larda hisoblash qulay, keyin m^2 , m^3 , m^4 larda o'tkazib olinadi.
3. Statik hisoblashda zo'riqlashlar SI birligida hisoblanadi: bo'yama va ko'ndalang kuchlar - N da; eguvchi va buruvchi momentlar - N·m da yoki kN·m da. Agar kuchlanish hisoblanadigan va keyin hisobiy qarshilik bilan taqqoslanadigan bo'lsa, u holda hisoblash hisobiy qarshilik birligida bajarilishi maqsadga muvofiqdir. Hisobiy qarshilik MPa da berilgan bo'lsa: zo'riqlash - MN da; eguvchi moment - MN·m da; geometrik xarakteristikalar m^2 , m^3 va m^4 larda hisoblanadi.
4. Etilish hisoblanganda yuklama - MN/m da; oraliq - m da; elastiklik moduli - MPa da; inersiya momenti - m^4 birliklarida olinadi.

Yog'och materiallari ko'ndalang kesim o'lchamlari

2-ko'rs

Qalqiligi	Kengligi, mm							
	tavsiya etiladigan				ruxsat beriladigan			
16	75	100	125	150	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250
32	75	100	125	150	175	200	225	250
40	75	100	125	150	175	200	225	250
44	75	100	125	150	175	200	225	250
50	75	100	125	150	175	200	225	250
60	75	100	125	150	175	200	225	250
75	75	100	125	150	175	200	225	250
100	-	100	125	150	175	200	225	250
125	-	-	125	150	175	200	225	250
150	-	-	-	150	175	200	225	250
175	-	-	-	-	175	200	225	250
200	-	-	-	-	-	200	225	250
250	-	-	-	-	-	-	250	-

Yog'ochlarning zichligi

3-ko'rs

№	Yog'och turi	Yog'ochning zichligi, kg/m ³	
		Yog'och namligi 20% gacha	Yog'och namligi 20% dan katta
1	Igna bargli Tiqq'och	650	800
	Qumqay, qora qumqay, kash, oq qumqay	500	600
2	Qattiq bargli (dub), oq qayin (beroz), qora qayin (buk), shantel (yaxsh), qash (qayinlar oltinchi namligi), zang (qayin), akataya (oq va qizil gilli chikoladi bo'lsa), qumqay (qayin) va yelma (qumqayning bir turi)	700	800
3	Yamaloq bargli: Tug'itmak (osim), terak, osha (dub yoki bo'lsa), yelma (qayin)	500	600

Foatma

1. Yangi kesilgan igna bargli va yumshoq bargli yog'ochlar zichligi - 850 kg/m^3 ; qattiq barglilarniki esa - 1000 kg/m^3 .
2. Yelimlangan yog'ochning zichligi sifatida yaxlit butun yog'och zichligi olinadi.
3. Oddiy faneraning zichligi sifatida yog'och shxon zichligi olinadi; shindirlangan fanerani esa - 1000 kg/m^3 ga tengdir.

Asosiy konstruksiyaviy plastmassalarning fizik-mexanik xossalari

4- ilva

Ko'rsatkich	Stekloplastikalar	
	Polietil vinil	AGS - 48
Vaq'inchalik zichligi kg/m^3 qat'ilik, MPa	1400...1500	1700...1900
Cho'zilish	60...110	500
Siqilish	100...200	-
Egilish	130...160	250
Elastiklik moduli, MPa		6
Yirg'lik o'tkazuvchanlik, %	85 gacha	0,2
Suv shimovchanlik, %	0,3...1	70
Oyna tolasi miqdori, %	20...29	
Bog'lovchi	maydalangan	Oyna qir
Bog'lovchi	polietil	Fenol-formaldehid R-2

Ko'rsatkich	Organik oyna	Vinilplast
Zichligi, kg/m^3	1100	1400
Vaq'inchalik qat'ilik, MPa		
Cho'zilish	35	550
Siqilish	80	750
Egilish	110	850
Elastiklik moduli, MPa	2800	28000
Yirg'lik o'tkazuvchanlik, %	92 gacha	80 gacha
Suv shimovchanlik, %	6,3	-
Isiqlardoshligi, gradus	60	60

Ko'rsatkich	Peneplastlar					
	PSPr		PS-4	FXV-1	FRP-1	PL-101
Zichligi, kg/m ³	40...50	60...70	40	100	100	50
Vaqtinchalik qat'illik, MPa						
Cho'zilish	0,38	0,44	0,65	1,8...3,3	0,42	1,0
Siqilish	0,29	0,45	0,28	0,8...1,1	0,52	0,2
Egilish	0,16	0,65	0,37	0,6...0,7	0,22	-
Elastiklik moduli, MPa	20,8	33,0	24,0	60...100	15	-
Siljish moduli, MPa	5,0	11,5	22,0	18...20	11	-
Isiqlardoshligi, gradus	60	60	65	60	130	120...170

Qarag'ay va qora qarag'ayning hisobiy qarshiliklari - R

5a- ilva

Elementlar xarakteristikasi va kuchlanganlik holati	Belgilanishi	Yog'och navlari uchun hisobiy qarshiliklar		
		1	2	3
1. Bo'yama og'ilish, siqilish va enilish:				
a) kesim balandligi 50 sm gacha bo'lgan to'g'ri burchak kesimli elementlar ("b" va "v" punktlardan tashqari)	R_{bx}, R_{by}, R_{bz}	14	13	8,5
b) kengligi 11 sm dan katta 13 sm gacha va kesim balandligi 11 sm dan katta bo'lgan to'g'ri burchak kesimli elementlar	R_{bx}, R_{by}, R_{bz}	15	14	10
v) kengligi 13 sm dan katta va kesim balandligi 13 sm dan katta bo'lgan to'g'ri burchak kesimli elementlar	R_{bx}, R_{by}, R_{bz}	16	15	11
g) hinbiy kesimda o'yiq joyi yo'q doza kesimli elementlar	R_{bx}, R_{by}, R_{bz}	-	16	10
2. Tolduri bo'ylab cho'zilish:				
a) yelimlanmagan elementlar	R_{bx}	10	7	-
b) yelimlangan elementlar	R_{bx}	12	9	-
3. Butun yum bo'ylab tolduriga ko'ndalang siqilish va og'ilish	R_{by}, R_{bz}		1,8	

Elementlar xarakteristikasi va kuchlanish holati	Belgilanishi	Yog'och narvlari uchun hisobiy qarshiliklar		
		1	2	3
4. Mahalliy to'ldiriga ko'ndalang ezilish: a) Konstruktsiyalarni tayanch qismlarida, o'yiq birkmalarda va elementlarni tugun tutashlarida; b) Ezilish burchagi 60 ... 90° da shayba tagidagi	R_{ort} R_{ort}		3 4	
5. To'ldirga bo'ylab yotilish: a) yelimlanmagan elementlarni egilishidagi b) yelimlangan elementlarni egilishidagi v) pesh o'yiq birkmalarda maksimal kuchlanish uchun g) yelimli birkmalarda maksimal kuchlanish uchun	R_{yot} R_{yot} R_{yot} R_{yot}	1,8 1,6 2,4 2,1	1,6 1,5 2,1 2,1	1,6 1,5 2,1 2,1
6. To'ldirga ko'ndalang yotilish: a) yelimlanmagan elementlar birkmalarda b) yelimlangan elementlar birkmalarda	R_{yot} R_{yot}	1 0,7	0,8 0,7	0,6 0,6
7. Elinlangan yog'och elementlarni to'ldirga ko'ndalang bo'yicha cho'rilish	R_{ort}	0,35	0,3	0,25

Eslatma: Sharnal va vaqtinchalik yuklamalarni hisobga olish koeffitsiyenti - m_y
 a) barcha turdagi kuchlanish holatlari uchun (to'ldirga ko'ndalang ezilishdan tashqari) - $m_y = 1,2$ ga teng;
 b) to'ldirga ko'ndalang ezilishda - $m_y = 1,4$ ga teng.

1. Г. Н. Зуберев. Конструкции из дерева и пластмасс. Москва, Высшая школа, 1990. - 287с.
2. Д. К. Ареников, Ю. Н. Вуслаев, В. П. Игнатъев, П. Г. Романов, Д. К. Чахов. Конструкции из дерева и пластмасс. Москва, Изд АСВ, 2002. - 276с.
3. К. И. Рузиев Прочность конструкций из древесины и пластмасс. Ташкент, «O'qituvchi», 1993, -175 с.
4. QMQ 2.01.03 - 96. Zilzilavay hududlarda qurilish. Toshkent, 1997. - 65 b.
5. QMQ 2.03.08-98. Yog'och konstruksiyalari. Toshkent, 1998. - 65 b.

Mundarija

Kirish	3
Yog'och va plastmassa konstruksiyalari tarixi	4
1-BOB. Konstruksiyaviy yog'och va plastmassalar	11
1.1. Yog'och	11
1.2. Konstruksiyaviy plastmassalar	19
2-BOB. Yog'och elementlar	22
2.1. Chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash	22
2.2. Yaxlit kesimli yog'och va plastmassa elementlarini hisoblash	25
2.3. Ko'ndalang kesim yuzasi o'zgaruvchan sterjenlarning turg'unligi	43
3-BOB. Yog'och va plastmassa konstruksiyalarining birikmalari	51
3.1. Yog'och konstruksiyalarining birikmalari	51
3.2. Plastmassa konstruksiyalarini ulash	59
4-BOB. Yog'och va plastmassa to'shamalar	62
4.1. Yog'och to'shamalar	62
4.2. Plastmassa to'shamalar	67
5-BOB. Yog'och to'sin va ustunlar	69
5.1. Moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesimli yog'och to'sin konstruksiyalarini egilishga hisoblash	69
5.2. Yelimlangan armaturali to'sinlarni hisoblash va loyihalash	73
5.3. Yaxlit kesimli yog'och to'sinlar	75
5.4. Yelimlangan yog'och to'sinlar	78
5.5. Yog'och ustunlar	80
6-BOB. Yog'och arkalar	85
6.1. Arka konstruksiyalari	85
6.2. Yog'och arkalarni hisoblash	88
7-BOB. Yog'och ramalar	92
7.1. Yog'och rama konstruksiyalari	92
7.2. Yog'och ramalarni hisoblash	94
8-BOB. Yog'och fermalar	96
8.1. Yog'och ferma konstruksiyalari	96
8.2. Fermalarni hisoblash	99

9-BOB. Fazoaviy konstruksiyalar	105
9.1. Qubbalarning konstruktiv shakllari. Aqlanma to'rtburchon qubba	105
Yig'ma konstruksiyalar	105
9.2. Pnevmatik qurilish konstruksiyalari	112
10-BOB. Yog'och konstruksiyalarini ta'mirlash va kuchaytirish	122
10.1. Yog'och konstruksiyalarini kuchaytirish	122
10.2. Hisoblash sxemasini o'zgartirmasdan va o'zgartirib kuchaytirish usullari	124
11-BOB. Yog'och va plastmassa konstruksiyalarining iqtisodiyoti	126
11.1. Yog'och va plastmassa konstruksiyalarining iqtisodiyoti	126
11.2. Materiallar sarfini aniqlash	127
12-BOB. Binolarning zilzilabardoshligi	129
13-BOB. Yog'och konstruksiyalarini hisoblashga doir misollar	136
Ilovalar	152
Adabiyotlar	157

S. J. Razzoqov

YOG'UCH VA PLASTMASSA KONSTRUKSIYALARI

Akademiya
Toshkent 2005

Muharrir B.Umarov
Musahhah G.Abdullayeva
Rassom R.Sultonov
Texnik muharrir A. Joldasov
Nashr uchun mas'ul D.Qobulova

Torishga berildi 24.12.05. Boshqirga ruqsat etildi 30.12.05. Bichimi 60x84^{1/4}
Ofset hosila. Shartli hosila tabog'i 10,0. Nashriyot hisob tabog'i 10,0.
Adadi 1000. Boshqir shartnomasi asosida.

«Karo-print» mas'uliyati cheklangan jamiyati boshqiruvomida bosildi
X 110'atligi shart ko'chasi, 28