

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

Taqrizchilar: 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 material sifatida ishlatilishi, ulardan bino va inshootlar uchun tayyorlanadigan turli xil konstruksiyalarning turlari, qo'llanishi, hisoblash asoslari va uslublari, misollar hamda ilovalar 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 ayniqsa keyingi yillarda qurilishda keng qo'llanayotgan plastmassa konstruksiyalari yengil qurilish konstruksiyalari bo'lib, ularni qo'llash qurilishdagi eng muhim yo'nalish, qurilish ishlab-chiqarishini tezlashtirish va samaradorligini oshirishga olib keldi.

*Yog'och o'zi buyudga 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. Bu o'z navbatida yog'och konstruksiyalari oralig'ini 100 metr gacha va undan katta qilib tiklash imkoniyatini beradi. Yog'och - yaxshigina issiqlik saqlovchi materialdir, bu esa devorlar va kam qavatli uylar tom 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 kuchsiz kimyoviy agressiv muhitga chidamli va shuning uchun yog'och konstruksiyalari kimyo sanoatida keng ko'lamda muvaffaqiyatli qo'llanib kelinmoqda (metall konstruksiyalar kimyoviy agressiv muhitda tez buziladi). U zarba va takrorlanuvchi yuklamalar 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-dir. Yaxlit-butun kesimli yog'och materiallari asosida turarjoy, umumiy va ishlab-chiqarish binolari quriladi. Yelimlangan yog'och konstruksiyalari asosida esa kichik va katta oraliqli tom yopmalar tiklanadi.

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

Yog'ochdan suvga chidamli qurilish fanerasi olinadi va ulardan yengil yelimlangan fanerli 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 himoya uslublari uzoq muddat ishlatilganda chirishdan saqlash imkoniyatini beradi. Yog'och konstruksiyalari yonuvchan hisoblanadi. Ammo hozirgi paytda qo'llanilayotgan yirik ko'ndalang kesimli yog'och konstruksiyalarining olovga bardoshlilik chegarasi ayrim metall konstruksiyalarinikidan yuqoriroqdir. Ular qo'shimcha yonishga qarshi maxsus qoplamalar bilan ham himoya qilinadi.

Plastmassalardan jamoat va ishlab chiqarish binolari uchun to'suvchi 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 boltalar yordamida kichik turarjoylar barpo qilganlar va ularni qoziqlar yordamida yerga mahkamlaganlar hamda to'siqlar, kichik ko'priklar qurganlar. Qadimgi Rimda quruvchilar yog'och uylar, ehromlar hamda katta daryolarga ko'priklar qurganlar. Masalan, I asrda Sezar o'z legioni yordamida Reyn daryosiga yirik ko'priklar qurdirgan. Hozirgacha o'rta asrlarda Yaponiyada va Xitoydagi bambuk yog'ochidan qurilgan ko'pgina ehromlar saqlanib kelmoqda. O'rta asrlarda Yevropada ham yog'och stropilli tomlar keng qo'llanilgan.

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

XIX asrning 70-yillarida yangi Gvineya mamlakatiga borib qolgan rus olimi N. N. Mikluxo - Maklay papuas qabilalarining uylarida oddiy yog'och konstruksiyalarini va tosh boltalarni ko'rgan. Papuaslar yog'och ayriqa ustun qo'yib ramalar hosil qilib uy qurgan. Bu usulni ular qadim zamonlardan qo'llab kelgan.

Qadimda Rossiyada 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 uylar qurish uchun kerakli bo'lgan bolta, tasha va boshqa temir qurollar, asosan, quldorlik tuzumi davrida dunyoga kelgan. Bu davrda yog'och konstruksiyalar asosan o'sha davrda juda rivojlangan Italiya mamlakatining Rim shahrida taraqqiy etgan. Eramizdan oldingi II asrda-yoq Rim shahridagi qurilishlarda yog'och ferma konstruksiyalar qo'llanilgan. Feodal tuzumi davrida esa yog'och humarmandchilik san'ati nihoyatda rivojlangan.

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

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

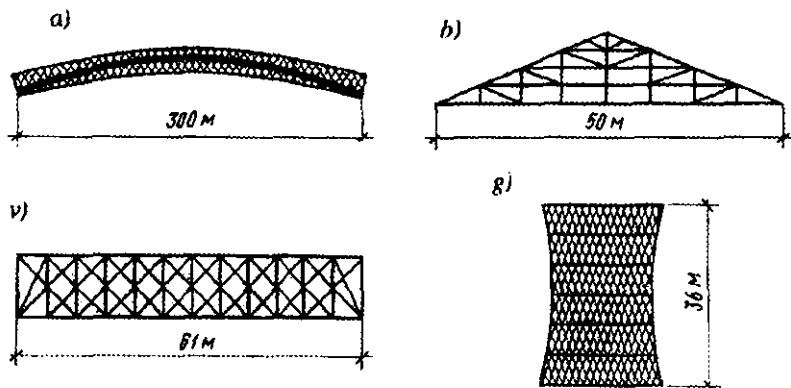
XVIII asr oxirlarida rus muhandisi I.P.Kulibin Peterburgda Neva daryosi orqali 300 metrli (1a-rasm) yirik yog'och ko'priknig ixcham loyihasini yaratgan. Ko'priklar aralash konstruksiyali sistemaga ega bo'lgan va u egiluvchan arka hamda bika arkasimon fermalardan tashkil topgan. Ushbu ko'priknig kichraytirilgan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

lishlarini amalga oshirish uchun zarur bo'lgan jihozlarning yetarli bo'lmagani sababli tabiiy o'lchamda qurilmay qolgan.

XIX asr boshlarida Rossiyada Moskva manejinini qurishda birinchi marta uchburchaksimon to'rtqirra yog'ochdan tayyorlangan 50 metr oraliqli fermalar qo'llanilgan (*1b - rasm*). XIX asr o'rtalarida rus olimi D.I. Juravskiy Mstu daryosi orqali oralig'i 61 metr bo'lgan yangi yog'och ferma ko'priklari loyihasini yaratgan (*1v - rasm*). Rus muhandisi V. I. Shuxov 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 - rasm*).

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 yelimlangan yog'och konstruksiyalari ishlab chiqarila boshlangan. Bu turdagi konstruksiyalar rivoji rus olimi G. G. Karlsen hayoti va ijodi bilan uzviy bog'liqdir. Sintetik polimer smolalar asosida yuqori mus-



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

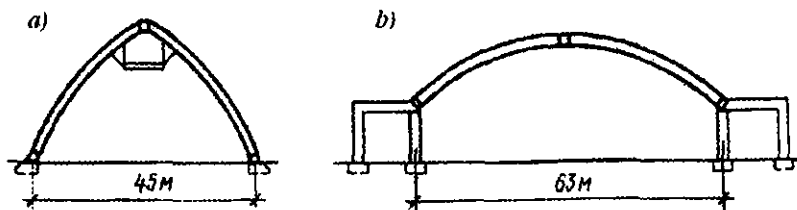
- a - S.Peterburgdagi Neva daryosi orqali ko'priklari loyihasi (*muallif I.P.Kulibin*);
- b - Moskva Manejining yopma fermasi (*muallif A.A.Betankur*);
- v - Moskva-S.Peterburg temir yo'lidagi Mstu daryosi orqali ko'priklari fermasi (*muallif D.I.Juravskiy*);
- g - Orsk shahridagi to'rsimon minora (*muallif V.T.Shuxov*)

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

1940-yillarda birinchi marta yirik yelimlangan yog'och konstruksiyalaridan kaliy tuzi ombori loyihasi yaratilgan va qurilgan. Bu omborning asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalari tortqichsiz ko'rsatkichsimon yelimlangan yog'ochli arkalaridir. Arkalar 45 m oraliqli va ko'ndalang kesim o'lchamlari 30×105 sm ga tengdir (2a-rasm). 1980-yillarda Arxangelskda asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalari oralig'i 63 m li va ko'ndalang kesimi 32×160 sm bo'lgan yelimlangan yog'ochli segmentli tortqichsiz arkalar yordamida 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 birikmalari yaratilgan va tadqiq qilingan. Jumladan, ichida yelimlab mahkamlangan po'lat sterjenli to'sinlar, taxtalarni biriktirish uchun po'lat tishli plastinkalar va hokazo. Fransiya va Amerikada yaxlit yog'och elementli katta bo'lmagan hamda yirik oraliqli yelimlangan yog'och arkasimon fazoviy konstruksiyalar keng qo'llanila boshlagan. Fransiyaning Puatye shahrida qurilgan tribunali sportzal bunga misol bo'la oladi. Bu inshoot rejada oval ko'rinishda, tom yopmasining asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyasi oralig'i 75 metr bo'lgan yelimlangan yog'och arkadir.

Amerikaning Bozman shahridagi sportzal tom yopmasi sferasimon gumbazdir. Gumbaz oralig'i 91,5 metr va balandligi 15 metr bo'lgan ko'p burchakli tayanch halqasiga tayanuvchi markazlashgan yelimlangan yog'och qobirg'ali arkalardan tashkil topgan.



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

Solt-Leyk-Siti shahridagi (AQSH) sportzal tom yopmasi to'rsimon uchburchak yacheykali yelimlangan yog'och konstruksiyali, diametri 150 m va balandligi 38 m bo'lgan po'lat tayanch halqaga tayanadigan gumbazdir.

Keyingi yillarda rus olimlaridan G.N.Zubarev, Yu. V. Slitskouxov, V.M.Xrulev, I.M. Grin, R.I. Bergen, V.D. Budanov, M.M. Gappoyev, I.M.Guskov, Z.B. Maxmutova, B.A. Osvenskiy, V.S. Sarichev, E.V. Filimonov, o'zbek olimlaridan Q.I. Ro'ziyev, S. Tursunov, I. Xodjiyev, S. Isaboyev, S.J. Razzoqov, M. Hamidovalar «Yog'och va plastmassa konstruksiyalari» fani rivojiga katta hissa qo'shib kelmoqdalar.

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 shiyponlaridan 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.

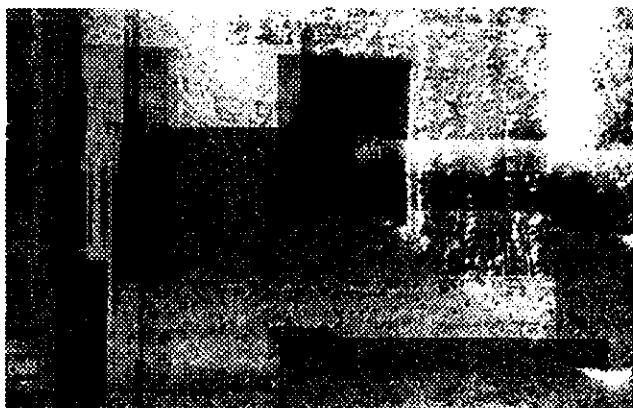
Hozirgi davrgacha O'zbekiston Respublikasi va boshqa xorijiy davlatlar hududida devorlari mahalliy materiallardan, yog'och sinchli ko'plab yakka tartibdagi uylar qurilmoqda. Qurayotgan ustalar uzoq yillardan buyon xalqimiz erishgan mahalliy qurilish san'ati yutuqlarini egallagan va milliy qurilish an'analarini davom ettirib kelayotgan ustalardir. 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 qurilsagina, o'zining ijobiy xossalarini 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 nobud 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 orasi odatda guvala bilan to'ldiriladi va somonli loy bilan suvoq qilinadi. Bunday uylarning ichki iqlimi yozda salqin va qishda issiq bo'ladi. Uzoq kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, bunday uylarda yashaydigan inson salomatligiga zarar yetmaydi. Chunki ularni qurishda

qo'llanadigan qurilish materiallarining barchasi tabiiy materiallardir. Shuning uchun ham mazkur yog'och konstruksiyali uylar ekologik jihatdan sofdir.

Yog'och sinchli binolar qo'sh va yakka sinchli qilib quriladi. Qo'shsinch orasini ba'zi ustalar guvala-loy va parcha g'isht-loy aralashgan nam tuproq bilan to'ldirib, devorning issiq-sovuq o'tkazmaslik xususiyatini shu yo'sinda oshirmoqchi bo'lishadi. Biroq, bunda binoning umumiy og'irligi ortib ketadi. Bu esa zilzilabardoshlik nuqtai nazaridan noto'g'ridir. Shuning uchun devorning issiq-sovuq o'tkazmasligini boshqa yo'llar bilan oshirish zarur. Masalan, qo'shsinch orasini qipiq yoki shunga o'xshash yengil materiallar bilan to'ldirish mumkin. Qo'shsinch devorni qurishda quyidagi tartibga rioya qilinishi bino mustahkamligini yanada oshiradi: 1) tashqi sinch to'ldiriladi; 2) tashqi sinchning ichki tomoni somonli loy bilan suvaladi; 3) ichki sinchni to'ldirish bilan bir vaqtda devorning ichki tomoni somonli loy bilan suvaladi; 4) ichki sinchning ichki tomoni, tashqi sinchning tashqi tomoni suvaladi; 5) uy bur-chaklari esa loy va g'isht bilan to'liq zich qilib to'ldirib chiqiladi.

Respublikamizda bir qavatli yog'och konstruksiyali binolar qurilishi anchagina rivojlangan (3-rasm).



3-rasm. Yog'och-sinch konstruksiyali bir qavatli yakka tartibdagi turarjoy binosi devorining ko'rinishi.

Bu hol mahalliy yog'och materiallarining seroblighi bilan izohlanadi. Mamlakatimizda, ayniqsa, terak yog'och materiali juda katta maydonni egallaydi. Uning mustahkamligi, nisbatan taqqoslaganda, oq qarag'ay bilan deyarli tengdir.

Yog'och konstruksiyali binolar barchaning ko'z o'ngida zilzila sinovlaridan o'tgan. «Sinch uyim - tinch uyim» maqoli bejiz paydo bo'lmagan. Respublikamiz hududida keyingi yillarda ikki qavatli yog'och sinchli binolar qurila boshlandi. Bu albatta mustaqilligimiz sharofati va yog'och materiallari asosidagi qurilishlarning yangi XXI asrdagi rivojlanish bosqichidir.

Plastmassa konstruksiyalari X asr o'rtalarida paydo bo'lgan. Undan oldinroq polimer sintetik smolalar asosida konstruksiyaviy plastmassa qurilish materiallari yaratilgan va ularni ishlab chiqarish sanoati rivojlana boshlagan.

Asosiy konstruksiyaviy plastmassa materiallari quyidagilardir: uzluksiz bir-biri bilan o'zaro kesishuvchi oynatolali, yorug'lik o'tkazmaydigan polimer termoreaktiv smolali o'ta mustahkam **stekloplastik**; yorug' o'tkazadigan va termoplastik polimer smoladan tashkil topgan **organik** oyna; termoplastik polimer smoladan tashkil topgan, yorug'lik o'tkazuvchi (yoki o'tkazmaydigan) va kimyoviy agressiv muhitga chidamliligi bilan ajralib turadigan **viniplast**; termoplastik, yoki termoaktiv smola devorli, qattiq havo pufakchalardan yoki zararsiz gazdan tashkil topgan, chegaraviy kichik xususiy og'irligi, mustahkamligi va bikrligi bilan farq qiladigan **penoplast**.

Havo o'tkazmaydigan gazlamalar - polimer tolali gazlamalar, ularning usti sintetik rezina yoki elastik polimer smola bilan qoplangan bo'ladi.

Barcha konstruksiyaviy plastmassalar yupqa va kichik qalinlikda bo'ladi. Ularning qalinligi millimetrlarda o'lchanadi va asosan tekis, to'lqinsimon hamda o'ramli qilib tayyorlanadi. Faqat penoplastlarga plata shaklida, santimetrlarda o'lchanadigan qalinlikda va stekloplastik turli profilli va truba ko'rinishida ishlab chiqariladi.

Plastmassalar konstruksiyaviy qurilish materiali sifatida muhim afzalliklarga ega. Bu materiallar yengil bo'lib, ularning zichligi yog'och zichligiga nisbatan ikki barobar yuqoridir. Lekin penoplastning zichligi juda kichkina va u ko'pincha 50 kg/m³ dan oshmaydi. Plastmassalarga ixtiyoriy shakl berish mumkin, ular chirimaydi, kimyoviy agressiv muhitga chidamli hisoblanadi.

Plastmassalar qurilish materiali sifatida ma'lum kamchiliklarga ham ega. Ular yonuvchan hisoblanadi va yuqori bo'lmagan olovbardoshlik chegarasiga ega, ularning qattiqligi yuqori emas (bundan faqatgina yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan stekloplastika mustasnodir). Bu material yog'ochga nisbatan qattiqligi kam, atmosfera ta'sirida eskiradi, rangini o'zgartiradi, ya'ni uning fizik-mexanik xossalari o'zgaradi. Bundan tashqari, plastmassalar hozircha qimmat va tanqisdir.

Pnevmatik konstruksiyalar havo o'tkazmaydigan gazlama yoki plyonkadan tashkil topgan yopiq qubbalardir. Ular havo tayanchli, havokarkasli va havovantli turlarga bo'linadi.

Takrorlash uchun savollar

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

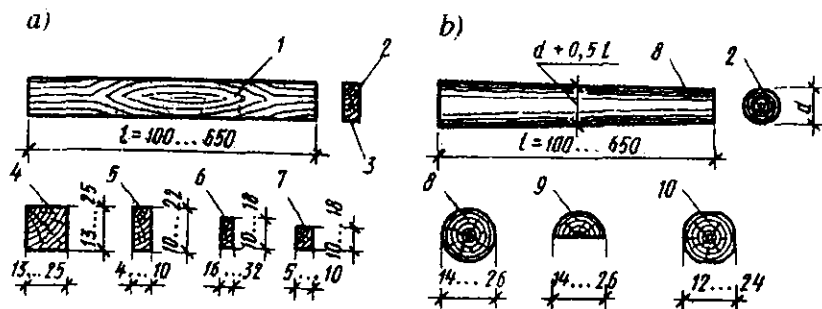
1-BOB Yog'och va plastmassa

1.1. Yog'och

Yog'och bebaho 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. Jumladan, O'zbekiston qurilishlarida ishlatiladigan sara yog'och materiallari ham asosan Rossiyadan keltiriladi.

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

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



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

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

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

Doirasimon 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 gradatsiyasi 2 sm ni tashkil qiladi (14 sm; 16 sm...).

Diametri 13 sm dan kichik bo'lgan yog'ochlar vaqtinchalik inshootlar qurilishida ishlatiladi.

Qirrali yog'och materiallari - arralangan yog'ochni tilish ramalarida yoki aylanna tilish stanoklarida ularning bo'yilmasi bo'yilab arralash natijasida hosil qilinadi. Ular standart 0,25 m gradatsiya bilan 1 m dan 6,5 m gacha bo'lgan

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

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

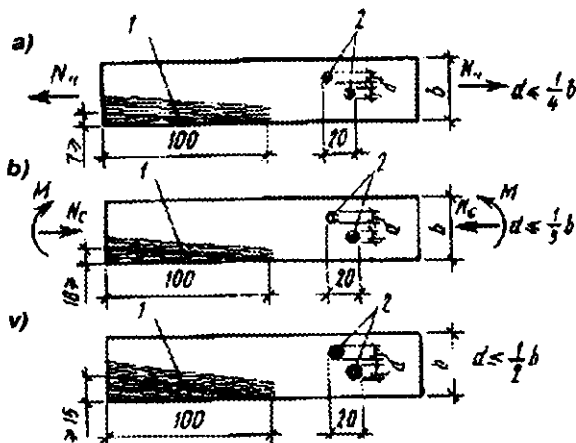
Brus - qalinligi va kengligi 125 mm dan 250 mm gacha bo'ladi.

Yog'ochning tuzilishi, butoqlari va sifati uning kelib chiqishi bilan aniqlanadi. Daraxt sifatida kelib chiqishi va o'sishi natijasida yog'och trubasimon qatlam-tolali tuzilishga ega bo'ladi.

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

Yog'ochning sifatini buzadigan, bir jinlilikini o'zgartiradigan omil - bu butoqlardir. Butoqlar yon shoxlarning o'sishi natijasida vujudga keladi. Konstruksiyaviy yog'och materiallarining sifati uning toifalari bilan belgilanadi. Yog'och materiali uch toifaga bo'linadi (5-rasm).

Birinchi toifa yog'och materialining 20sm uzunlikdagi butoqlar 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 materiali uzunligi bo'yicha 20 smda, butoqlar diametrining 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*-nishablik). Uchinchi toifa yog'och materiallarida esa, $d \leq (1/2)b$ dan kichik bo'lishi va tolalar qiyaligi 12% dan katta bo'lmasligi kerak.



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

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'rtacha kuchlangan yuk ko'taruvchi konstruksiya elementlarida, uchinchi toifa yog'och materiallari esa kam kuchlangan to'shama 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% nisbiy namlikda aniqlanadi.

Yog'ochning mustahkamligi zo'riqish yo'nalishini tola yo'nalishiga nisbatan ta'sir qilishiga bog'liqdir. Qarag'ay yog'ochining o'rtacha mustahkamlik chegarasi cho'zilishda 100 MPa, egilishda 75 MPa va siqilishda 40 MPa ga tengdir. Zo'riqish tolalariga ko'ndalang ta'sir qilsa, yog'ochning cho'zilishdagi, siqilishdagi va siljish-yorilishdagi mustahkamligi 6,5 MPa dan oshmaydi. Yog'och ichki tuzilishining bir jinsli emasligi yog'ochning siqilishi va egilishidagi 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 muddat yuklanganlikdagi mustahkamlik chegarasining yarmini tashkil qiladi ($0,5 \cdot \sigma$).

Titratish yuklamalari yog'ochda o'zgaruvchan belgili kuchlanishlar hosil qiladi va ular ham yog'och mustahkamligini pasaytiradi. Yog'och bu siklik yuklamalarga $0,2 \cdot \sigma_{mch}$ chegaradagi qiymatgacha bo'lgan yuklamalarda chegaralanmagan mikkordagi siklga bardosh beradi.

Yog'ochning qattiqligi va bikrligi trubasimon tolali tuzilishiga ega bo'lgani uchun nisbatan uncha katta emas.

Bikrlik - yuklama ta'sir qilganda yog'ochning deformatsiyalanuvchanlik darajasidir. Bikrlik yuklamaning tolalar 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'qolganda tezda qaytadi, elastik deformatsiyalar vaqt o'tgandan keyin qaytadi, qoldiq deformatsiyalar esa (*plastik*) qaytmaydi.

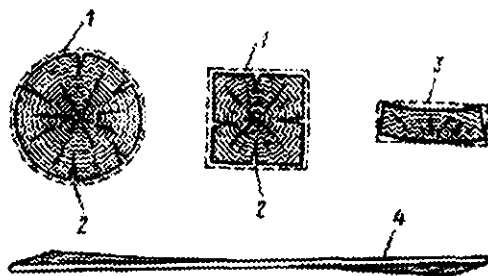
Bikrlik elastiklik moduli (E) bilan aniqlanadi. Laboratoriya sharoitida igna bargli yog'ochlarning bikrligi aniqlanganda, 15000 MPa gacha bo'lgan qiymatlarda elastiklik moduli chiqishi mumkin. Lekin real sharoitda yog'ochning elastiklik moduli bundan 1,5 marta kichik va u normal harorat hamda namlik sharoitida 10000 MPa qiymatga teng, deb olinadi. Yuqori namlik va ochiq havo sharoitida bu qiymat 0,9 dan 0,75 gacha bo'lgan oraliqdagi koeffitsiyent qiymatlariga ko'paytiriladi [5]. Yog'ochning qattiqligi kam bo'lgani sababli uning bikrligi, yuklamaning tolalariga ko'ndalang yoki burchak ostida ta'sir qilgan holatlarda, 50 marta kamayadi. Qattiqlik radiusi 5,64 mm bo'lgan po'latdan tayyorlangan yarim sferani 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 sabab bo'ladi. Yog'och qattqligining kichikligi va tolasining tuzilishi uni mixlash imkonini beradi.

Yog'ochning namligi uning fizik-mexanik xossalariga ham ta'sir ko'rsatadi. Namlik ($W, \%$) - bu yog'och g'ovakligidagi gigroskopik suv va erkin suvlarning foiz darajasidir. Suvda oqizilgan 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 suvga tegib turadigan konstruksiyalar tayyorlashda ishlatish mumkin. 40% gacha namlikdagi yog'ochlardan ochiq havoda turadigan konstruksiyalar tayyorlanadi. 25% gacha namligi bor 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, shujumladan 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 tolalarga ko'ndalang holatda yuz beradi va 4% gacha yetadi, tangensial yo'nalishda - yillik halqalariga parallel holatda 10% gacha yetadi. Tolalari bo'ylab qurish va shishish darajasining eng kichik qiymati $0,3 \%$ dan oshmaydi. Namlik 30% dan ortib ketganda, erkin suv hisobiga, qurish va shishish jarayoni yuz bermaydi.

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



6-rasm. Yog'och materiallarining quritish jarayonidagi deformatsiyalar: 1 - kesim o'lchamlarining kamayishi; 2 - yonilishi; 3 va 4 - ko'ndalang va bo'ylamas bo'yicha tob tashlashi.

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

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

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

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

1-jadval. α -koeffitsiyentning qiymatlari

Kuchlanish	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 issiqlik o'tkazuvchanligiga ta'siri. Harorat ko'tarilganda mustahkamlik chegarasi va elastiklik moduli kamayadi va yog' ochning mo'rtligi oshadi. Masalan, qarag'ay yog' ochini siqilishdagi mustahkamlik chegarasi u 20 °C dan 50 °C gacha qizdirilganda o'rtacha 70% gacha kamayadi, 100 °C gacha qizdirilganda esa, boshlang'ich qiymatidan 30% gacha kamayadi.

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

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

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

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

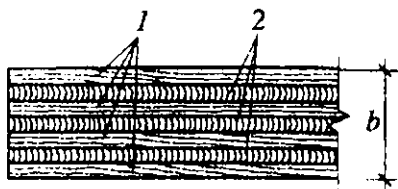
2-jadval. (β) – to'g'rilovchi koeffitsientning qiymatlari

Yog'ochning turi	MPa			
	tolalar bo'ylab siqilishda	statik egilishda	Tolalar bo'ylab	
			siljish, yonilishda	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 qaym	4,5	-	-	-

Yog'ochning issiqlik o'tkazuvchanligi uning trubasimon-g'ovak tuzilishiga ega bo'lganligi hisobiga, 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 to'siq konstruksiyalar uchun samarali 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 toq sondagi yupqa qatlamlardan tashkil topadi. Har bir qatlam - shponning qalinligi o'rtacha 1 mm bo'lishi mumkin. Shponlar, asosan, oq qayin va tilyog'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 $6+12 \text{ mm}$ bo'ladi. Konstruksiyalarda eng ko'p qo'llanilayotgan fanera bu yetti qatlamli faneradir. Uning qalinligi $8, 9, 10$ va 12 mm , uzunligi $2440, 2135, 1525, 1220 \text{ mm}$, kengligi esa $1525, 1220$ va 725 mm tashkil qiladi.



7-rasn. Qurilish fanerasi (qirqimi): 1-bo'ylama qatlamlar, 2-kondalang qatlamlar.

Fanera varaq shaklida bo'lganligi uchun, undan yengil samarali tom va devor yopma panellar, sig'imler hamda qoliplar tayyorlanmoqda.

Tashqi qatlamlari tolalari bo'ylab yelimlangan faneraning mustahkamligi kondalangiga nisbatan yuqori, chunki bo'ylamasi bo'ylab qatlamlar soni kondalangiga nisbatan bittaga ortiq. Yelimlangan faneraning kesim tekisligi bo'yicha qir qilishdagi mustahkamligi yog'ochning tolalari bo'ylab yorilishdagi mustahkamligidan 2,5 marta ortiqdir.

Faneralar mustahkamligiga nuqsonlar ta'siri yog'ochdagiga nisbatan kamdir. Suvga o'ta chidamli faneralar namligi 12% o'rtachasini esa 15% ni tashkil qiladi. Faneraning bikrligi elastiklik moduli bilan xarakterlanadi hamda 8 mm va undan katta qalinlikdagi faneralar uchun tolalari bo'ylab yog'ochning 90% ni, tolalarga kondalanggi 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 spirtida eritilgan smola shimdirilgan bo'ladi. Bu turdagi faneraning qalinligi 5+18 mm, uzunligi 1500+2700 mm, kengligi 1200+1500 mm bo'ladi. Bu turdagi faneralar yelimlangan faneralardan o'ta yuqori suvga chidamliligi, mustahkamligi va maxsus noqulay namlik sharoitlarda qo'llanilishi bilan farq qiladi.

Yog'och konstruksiyalarini chirish va yonishdan himoya qilish. Chirish - yog'ochni oddiy organizmlar ta'sirida buzilishidir. Yog'och bu organizmlar uchun oziq-ovqat manbai vazifasini bajaradi. Yog'och va yog'och materiallarining biologik zararkunandalari juda katta iqtisodiy zarar keltiradi. Biologik zararkunandalarga bakteriyalarning ba'zi turlari, yog'ochni buzuvchi zamburug'lar, yog'och teshuvchi qurtlar, chumolilar va dengiz yog'och teshuvchilari - molyuskalarning ba'zi turlari kiradi. Hozirgacha bakteriyalarning yog'ochga ta'siri kam o'rganilgan. Ma'lum bir bakteriyalar yog'och tarkibidagi ayrim moddalarni ochishga sabab bo'lib, uning buzilishiga olib keladi. Bularning ta'sirida yog'och mustahkamligini asta-sekin yo'qotib boradi.

Eng ko'p tarqalgan yog'och zararkunandalari bu - zamburug'lardir. Ular o'rmon, ombor va uy zamburug'lari kabi turlarga bo'linadi. O'rmon zamburug'i, asosan, o'sayotgan yog'och daraxtini zararlaydi. Ombor zamburug'lari yog'och materialini saqlash jarayonida, uning yerga tegib turgan qismini zararlaydi. Uy zamburug'lari esa yog'och materialini konstruksiya sifatida ishlatish jarayonida zararlaydi va uning chirishiga sabab bo'ladi. Zamburug'lar +3°C dan 45°C gacha bo'lgan haroratlarda va 18+20% namlikdan kam bo'lmagan holatlarda rivojlanib, yog'ochni chiritadi.

Qumursqalar - yog'ochning buzuvchilari hisoblanadi. Ular ham quruq, ham ho'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 ekspluatatsiya qilinishi uchun muhit yaratiladi va bu holatda konstruksiyaning namligi chirish sharoitidagi namlikdan oshib ketmaydi. Yopiq binolarda atmosferadan tushadigan yog'ingarchilik tom yopmadan o'tib ketmasligi, tomda nishablik bo'lishi, ichki suv chiqib ketish yo'llari bo'lishi ta'minlanadi. Yog'och konstruksiyalarini kapilyar namlikdan himoya qilish uchun, ular beton va g'isht devorlardan bitum qatlamli gidrozolyatsiya bilan ajratiladi. Xona ichidagi yog'och konstruksiyalari *PF-115*, *UR-175* va boshqa yog'och lak-bo'yoqlari bilan himoya qilinadi. Yog'och konstruksiyalarida hosil bo'ladigan kondensatsiya namligidan himoya qilish muhim ahamiyatga ega. Bu holatda konstruksiyaga suv bug'lari kirmasligi uchun xona tomondan bug' saqlagich qo'yiladi. Asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarni loyihalashda chok va yoriq joylar bo'lmasligiga erishish lozim. Chunki bu joylarda sovuq havoning turib qolishi va suv hosil bo'lishi - chirish jarayonini keltirib chiqarishi mumkin.

Agar konstruksiyaning ekspluatatsiya qilish jarayonida namlanishi aniq bo'lsa, bunday holatlarda kimyoviy himoya usulidan foydalaniladi. Masalan, ko'prik, minora va qoziq konstruksiyalarida yog'och konstruksiya namlanishi mumkin. Chirishdan himoya qilishning kimyoviy usulida konstruksiyaga antiseptika moddasi surtilishi, shimdirilishi yoki u bilan qoplanishi mumkin. Antiseptiklar ikki turga bo'linadi: suvda eriydigan va erimaydigan-moyli. Suvda eriydigan antiseptik - florli va kremniy florli natriydir. Uning rangi va hidi yo'q. U yopiq turdagi binolarda ishlatiladi va odamlar uchun zaharli emas. Ba'zi turdagi suvda eriydigan zaharli antiseptiklar ham mavjud. Ularning ayrimlari odamlar uchun ham zaharlidir. Moyli antiseptik suvda erimaydi, har xil zamburug' va bakteriyalar uchun zaharlidir, kuchli yoqimsiz hidga ega bo'lib, odamlar sog'ligi uchun ham zararlidir. Bu turdagi antiseptik moddalar ochiq turdagi inshootlar konstruksiyalarini himoyalashda, odam 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 - vaqt birliklarida o'lchanadi. Yirik ko'ndalang kesimli yog'och konstruksiyalari katta olovbardoshlilik chegarasiga ega. Masalan, 17×17 sm ko'ndalang kesimli, qirrali yog'och to'sin - brus 10 MPa kuchlanish bilan yuklangan holatda, 40 daqiqa mobaynida olovga bardosh beradi.

Yog'och konstruksiyasini yonishdan konstruktiv himoya qilish usulida - konstruksiya yuqori haroratli jihozlardan uzoqroqqa qo'yiladi. Bu esa yog'ochning yonishiga qulay harorat bo'lishiga yo'l qo'ymaydi. Hatto oddiy suvoq ham olovbardoshlilik 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 shimdirilgan 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 konstruksiya elementlariga shimdiriladi.

1.2. Konstruksiyaviy plastmassalar

Polimerlar - plastmassalarning asosi hisoblanadi. Ular yuqori molekular birikmalar hisoblanadi va bir xil strukturadagi elementar, juda ko'p zvenolardan tashkil topgan. Bu zvenolar bir-biri va kovalent bog'lovchilar bilan uzun zanjirga bog'langan biki va plastik fazoviy zanjirni hosil qiladi. "Polimer" - grekcha so'z bo'lib: "poli" - ko'p, "mer" - qism degan ma'noni beradi. "Monomer" so'zi esa: "mono" - bitta, "mer" - qism, ya'ni "bitta qism" degan ma'noni anglatadi. Polimerlar ikki yo'l bilan olinadi: polimerizatsiya va polikondensatsiya. Polimerizatsiya - bu bir nechta monomer molekularning birikib, bitta makromolekula hosil qilishidir. Bunday hollarda jarayon ma'lum harorat va bosimda boradi va hech qanday past molekular moddalar ajralib chiqmaydi.

Polikondensatsiya - turli xildagi monomer molekularning 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 - termoplastli materiallardir. Termoplastlar - polivinilklorid, polietilin, polistirol, poliuretan, poliamid, akrilli va boshqa termoplastik smolalar, ya'ni qizdirilganda yumshaydigan va plastik holatga kiradigan, sovutilganda yana qotadigan materiallardir. Termoreaktiv plastmassalar - fenolformaldegidli, poliefirli, epoksidli, karbamidli va boshqa termoreaktiv smolalar asosida olinadigan plastmassalardir. Bog'lovchi modda barchasida - smolalardir. Konstruksiya va materiallar uchun, asosan, poliefirli, fenolformaldegidli, epoksidli, mochevina, melaminofomaldegidli va kremniy organik smolalar ishlatiladi.

Poliefirli smola - termoreaktiv hisoblanadi, uning qovushqoqligi past, yuqori haroratlarda qota oladi. 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-1S*, *PN-6* turlari ko'p ishlatiladi. Yorug'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 issiqbardoshlilik va mexanik xususiyatlarning yuqoriligi bilan ajralib turadi. Fenolformaldegid yog'och, plastik, faneralar ishlab chiqarishda qo'llanadi. U qizdirilganda tezda 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 (*difenolopropan*). Bu smola ko'proq stekloplastik va yelimlar ishlab chiqarishda ishlatiladi.

Mochevina va melaminofomaldegidli smolalar mochevina va formaldegidni zaif ishqorli yoki neytral muhitda kondensatsiya qilish natijasida olinadi. Bu smolalarning qotishi organik kislota, nordon tuz va efirilar ta'sirida amalga oshiriladi. Melamino va formaldegidni kondensatsiyalanishi natijasida melaminofomaldegid hosil bo'ladi.

Mochevinofomaldegidli (*karbamidli*) smola rangsiz, issiqbardosh va yorug'bardoshdir. Kremniyorganik smola tarkibida organik moddalar bilan birga noorganik kremniy moddalari ham bor. Qurilishda kremniy organik smola lak, emal, bo'yoqlar sifatida qo'llanadi. To'ldiruvchi - bog'lovchining sarfini kamaytiradi va buning natijasida tannarx pasayadi. To'ldiruvchilar - uzluksiz va uzlukli oynatolasi, oynagazlama, asbest tolasi, yog'och tolasi, qirindi, talk.

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

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

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

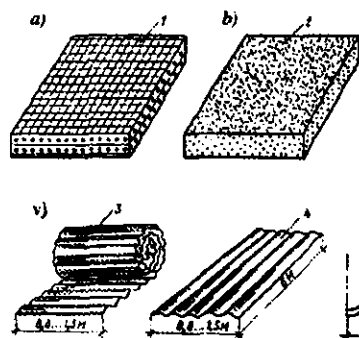
Kamchiliklari: a) uzoq muddatga chidamliligining kamligi, eskirishi; b) mustahkamligining pastligi va deformatsiyalanuvchanligining yuqoriligi; v) issiqbardoshligining pastligi; g) yoyilishining yuqoriligi; d) bikrlikning kamligi (*10 MPa*).

1828 - 1886-yillarda yashagan rus olimi A. Butlerov tomonidan organik moddalar tuzilishi 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 kunlarda plastmassalar bilan bir qatorda noorganik materiallar: aluminii, 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 qotirilib, stekloplastik hosil qilinadi. Stekloplastiklarda ko'proq termoaktiv smolalardan foydalaniladi. Oyna tolalari - armaturalash elementi hisoblanib, stekloplastikning mustahkamligini, zarba ta'siriga bardoshligini oshiradi. Stekloplastiklar, maydalangan oyna tolalari hisobiga, izotron material hisoblanadi. Oyna tolalarni xaotik joylashganligi hisobiga barcha yo'nalishlardagi uning mustahkamligi bir xil bo'ladi, ya'ni 1500 kg/m^3 gacha zichlikka va cho'zilishda 150 MPa

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

Tiniq stekloplastik to'liqsimon va tekis varaq shaklida qalinligi $\delta=1,5\div 2,5$ mm, kengligi 1,5 metrgacha, uzunligi 6 metrgacha chiqarilishi mumkin. To'liqlar qadami $b_1=60\div 200$ mm, balandligi $h_1=14\div 54$ mm va u bo'ylarnasi yoki ko'ndalanggi bo'yicha joylashishi mumkin (8-rasm).



8-rasm. Stekloplastikalar:

a - stekloplastik-1; b - stekloplastik-2 tekis;

v - stekloplastik-2 to'liqsimon;

1-uzluksiz oyna tolasi;

2-maydalangan oyna tolasi;

3-ko'ndalang to'liqlar;

4-bo'ylama to'liqlar;

5-to'liqin kesimli

($b_1=60\div 200$ mm, $h_1=14\div 54$ mm, $\delta=1,5\div 2,5$ mm).

Takrorlash uchun savollar

1. Qurilish konstruksiyalari qaysi yog'ochlardan tayyorlanadi?
2. Yog'ochning qanday turlari mavjud?
3. Yog'och materialining nechta navi bor?
4. Namlik 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 asrashning qanday yo'llari bor?
8. Antiseptik va antipiren nima?
9. Plastmassaning tarkibi qanday?
10. Plastmassaning afzalligi va kamchiliklari nimada?
11. Yog'ochning afzalligi va kamchiliklari nimada?
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 urinma kuchlanishlarning maksimal qiymatlari, materiallarning minimal hisobiy qarshilik ko'rsatish qiymatidan ortib ketmasa, bu holat ro'y bermaydi. Bu shart quyidagi formula bilan ifodalanadi:

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

bu yerda: σ - normal kuchlanish; τ - urinma 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 ortib ketmasa, bu holat ro'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.

Hisoblash ishlarini bajarishdan asosiy maqsad: 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. Streletskiy ixtiyoriy muhandislik hisobining asosiy tizimini ishlab chiqqan. Bunda sinmaslik 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 $YE_{90}=400 \text{ MPa}$ 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'irliqlaridan 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 yuklamalardir.

Birinchi va ikkinchi 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 qurilish joyining iqlimiy muhiti holatiga qarab, qurilish me'yorlari va qoidalari (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 kN/m²ga teng. Shamol ta'siri bo'yicha III rayon va bosimi bo'yicha 0,38 kN/m² ga teng.

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

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

$$q^m = \frac{g^m + S^m}{\frac{K_{x.o} \cdot l}{1000} - 1}$$

bu yerda:

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

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

S^m - vaqtinchalik me'yoriy qor yuklamasi;

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

l - oralig'i.

Doimiy me'yoriy yuklamalarni hisoblashga doir misollar:

1. Bir qatlam ruberoiddan (0,03+0,05) kN/m² doimiy me'yoriy yuklama tushadi.

2. Qalinligi 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/m³ - sement qorishma hajmiy og'irligidir.

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

Uholda

$g_{m.o.} = 0,1 \cdot 0,15 \cdot 3 \cdot 5 = 0,225 \text{ kN}$ 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 - ishonchilik koeffitsientiga ko'paytirish orqali aniqlanadi:

$$q^{hs} = q^m \cdot \gamma$$

bu yerda:

q^{hs} - hisobiy yuklama;

q^m - me'yoriy yuklama;

γ - ishonchilik koeffitsienti.

Hisoblashda doimiy yuklamalar uchun ishonchilik koeffitsiyenti - 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, butun 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 $1,3$ koeffitsiyenti olish maqsadga muvofiqdir.

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

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

agar $q^m/s^m > 0,8$ bo'lsa, $\gamma = 1,4$ 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 sxemalar 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'liqdir. Yerdan Z balandlikdagi shamolning o'rtacha me'yoriy qiymati quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$W^m = W_0 \cdot k \cdot c \quad (2.4)$$

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

Hisobiy shamol yuklamasi quyidagiga teng bo'ladi:

$$W^{hu} = W^m \cdot \gamma = 1,4 \cdot W^m \quad (2.5)$$

bu yerda: W^{hu} - hisobiy shamol bosimi; $\gamma = 1,4$ - vaqtinchalik shamol yuklamasi uchun ishonchlilik koeffitsiyenti.

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

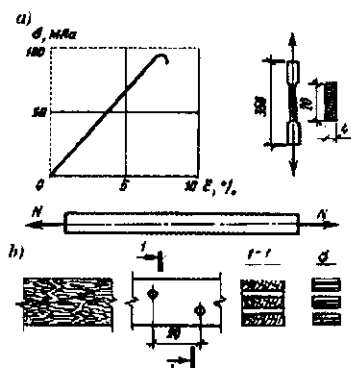
2.2. Yaxlit kesimli yog'och va plastmassa elementlarini hisoblash

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

$$\sigma = \frac{N}{A_{yof}} \leq R_{ch} \cdot m_0 \quad (2.6)$$

bu yerda: σ - normal kuchlanish; N - hisobiy cho'zuvchi kuch; A_{sof} - ko'ndalang kesim yuzasi; R_{ch} - cho'zilishdagi hisobiy qarshilik; $m_0 = 0,8$ - havfli kesimda kuchlanishning to'planishini hisobga oladigan koeffitsiyent.

Agar yog'och tolalari bikrligi va maydonini bir xil desak, u holda 1-1 kesimdagi (10-rasm) barcha tolalar bir xil yuklangan bo'ladi. 2-2 qirqidagi birinchi teshikda tolalar qirqilgan, shuning uchun zo'riqishlar qo'shni tolalarga uzatiladi va ular kuchliroq yuklanadi. Shunday qilib 3-3 kesimda cho'zuvchi kuchlanishlarni tarqalishi notekis bo'ladi. Teshiklar 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 teshik joylashgan va bu



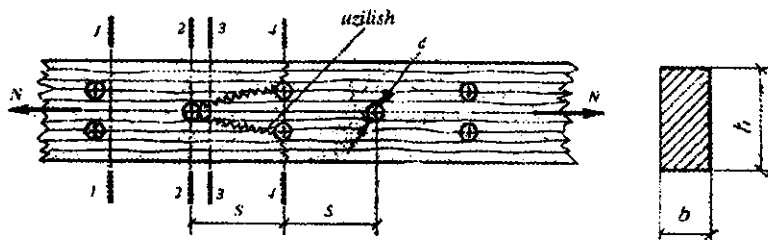
9-rasm. Cho'ziluvchi element:
a-deformatsiyalanish grafigi va namuna;
b-ishlash sxemalari va uchlanish epyuralari

joyda bir qism tolalar yana qirqiladi, qo'shni kuchli yuklangan tolalar yanada kuchliroq qo'shimcha yuklanadi. Buning natijasida alohida tolalardagi zo'riqishni cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasiga yetishi o'z navbatida tolalarning uzilishiga olib kelishi mumkin. Uzilish eng zaif joylarda yuz bergani uchun buzilish egribugri 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, $S < 20 \text{ sm} \rightarrow A_{\text{zaf}} = b(h-3d)$;

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

Agar zaif kesim bo'yicha mustahkamlikka tekshiriladigan bo'lsa (*teshik yoki o'yiqli joylar*), hisobiy qarshilik $m_0 = 0,8$ ga qisqartiriladi. Bunda yog'ochning cho'zilishga hisobiy qarshiligi $R_{\text{ch}} = 8 \text{ MPa}$ ga teng bo'ladi ($R_{\text{ch}} = 8 + 10 \text{ MPa}$).



10- rasm. Elementning markaziy cho'zilishi:

1-1 kesimda tolalar bir xil kuchlangan; 2-2 kesimda teshikdagi tolalar qirqilgan, bu qismdagi kuchlanish boshqa kesilmagan tolalarga uzatilgan; 3-3 kesimda cho'zuvchi kuchlanishlar bir xil bo'lmaydi; 4-4 kesimda tolalar yana qo'shimcha zo'riqishlar oladi.

Agar zaif kesim bo'lmasa, u holda $m_0 = 1$ ga teng bo'ladi:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\text{ch}} \quad (2.7)$$

Cho'ziluvchi elementlar ko'ndalang kesimini aniqlashda yuqoridagi formuladan foydalaniladi. Bunda bo'ylama kuch - N va R_{ch} cho'zilishdagi qarshiliklar ma'lum deb olinadi:

$$A_t = \frac{N}{R_{\text{ch}}} \quad (2.8)$$

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

$$N = A \cdot R_{\text{ch}} \quad (2.9)$$

Markaziy cho'ziluvchi elementlar deformatsiya-egilishi bo'yicha tekshirilmaydi.

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:

$$m_0 = 0,8; R_{ch} = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ MPa}$$

Talab qilinadigan ko'ndalang kesim yuzasi

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

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

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

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

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

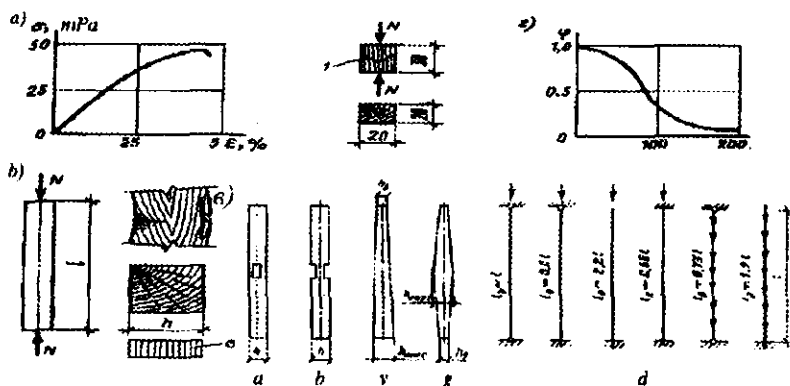
11-rasmda siqilishga tekshirish uchun standart namuna va siqilishdagi deformatsiya diagrammasi, sinish holati va hisoblash sxemalari ko'rsatilgan.

Yog'och mustahkamlik chegarasining yarmigacha elastik ishlaydi va deformatsiyaning o'sishi qonuniyatiga bo'ysingan holda ortib boradi (*chiziqli o'sib borishga yaqin ko'rinishda*). Undan keyin kuchlanishning ortishi bilan deformatsiya kuchlanishga nisbatan tez ortadi. Namunalarning sinishi 40 MPa kuchlanishlarda yuz beradi. Bu holat plastik, devorlardagi mahalliy ustuvorlikning yo'qotilishi natijasida yuz beradi. Siqilishdagi hisobiy qarshilik $R_s = 13 \text{ MPa}$ ga teng. Yog'och turlari va toifalariga qarab bu qiymat QMQ dan olinadi.

O'lchamlari 13 sm dan katta bo'lgan bruslar ishonchli ishlaydi, chunki ular qir qilgan tolalar miqdori kamroq. Shuning uchun bunday bruslarni hisoblashda siqilishdagi hisobiy qarshilik $R_s = 15 \text{ MPa}$, ko'ndalang kesimi doirasimon yog'ochlarni hisoblashda uning siqilishdagi hisobiy qarshiligi $R_s = 16 \text{ MPa}$ deb olinadi.

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

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



11 - rasm. Siqiluvchi element:

a- namuna va deformatsiyalanishning grafigi; b- buzilish va kuchlanish o'pyurasi, ishlash sxemalari; v- uchlarini mahkamlash turlari va hisobiy uzunliklar; g- egilishga moyillik- γ ga nisbatan ustuvorlik koeffitsiyenti - j grafigi.

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

$$N_{kr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{l_0^2} \quad (2.11)$$

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

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

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

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

$A_{\text{tu}} = A_{\text{um}}$ ga teng bo'ladi.

Ustuvorlik koeffitsienti - φ , hisobiy uzunlikka - l_0 , kesimning inersiya radiusiga - i , egiluvchanlikka - $\lambda = \frac{l_0}{i}$ bog'liq bo'lib, u quyidagicha aniqlanadi:

a) proporsianallik chegarasidan tashqarida

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

b) proporsianalilik 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-lga 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 qismi sharnirli mahkamlangan holatda - $l_0 = l$ ga teng; bir uchi biki mahkamlangan ikkinchi uchi erkin holatda - $l_0 = 2,2 l$; ikkala uchi biki mahkamlangan holatda - $l_0 = 0,65 l$; bir uchi biki ikkinchi uchi sharnirli mahkamlangan holatda - $l_0 = 0,8 l_0$ (11-rasm).

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

ikkala uchi sharnirli mahkamlangan holda - $l_0 = 0,73 l$;

bir uchi biki mahkamlangan, ikkinchi uchi erkin holatda bo'lsa - $l_0 = 1,2 l$ ga teng bo'ladi.

Konstruksiyalar elementlarini egiluvchanligi chegaraviy qiymatlardan oshib ketmasligi kerak (3-jadval).

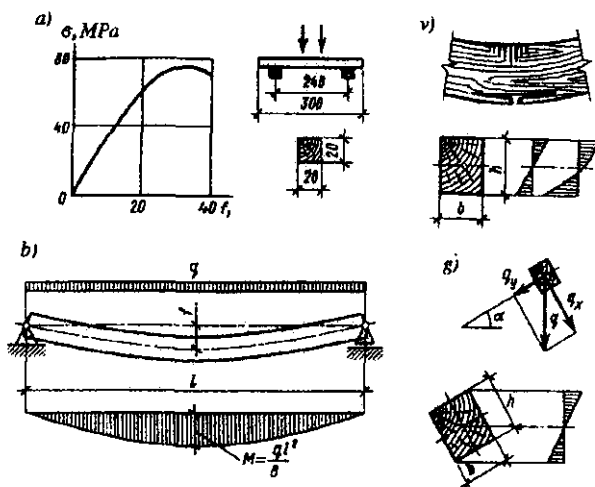
Egiluvchi elementlar - to'sinlar, to'shama taxtalar va qoplamalar, sarrovlar, panellar, stropilalar eng ko'p tarqalgan yog'och konstruksiyalardir. Egiluvchi elementlarda ta'sir qilayotgan ko'ndalang kuch ta'sirida eguvchi moment - M , qiruvchi kuchlar - Q paydo bo'ladi va ular qurilish mexanikasi ushblari yordamida aniqlanadi.

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

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

3-jadval. Chegaraviy egiluvchanlik

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



12-rasm. Egiluvchi element: a-egilish grafigi va namuna; b-ishlash sxemasi va eguvchi moment epyurasi; v-buzilish sxemasi va normal kuchlanish epyuralari; 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 - eguvchi 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 kesimi doirasimon 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 kesimi to'g'ri to'rtburchak holat uchun W ning qiymati quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \text{ doirasimon ko'ndalang kesim uchun } W = \frac{d^3}{10}.$$

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

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

$$b_i = \frac{6 \cdot W_i}{h_i}; d_i = \sqrt[3]{10 \cdot W_i};$$

W_i, h_i, b_i, d_i - talab qilinadigan qarshilik momenti, ko'ndalang kesim balandligi, eni hamda ko'ndalang kesim diametri.

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

Masalan, bir oraliqli shamirga tayangan to'sin uzunligi l ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h$, 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:

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

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 yuza uchun $J = \frac{b \cdot h^3}{12}$ ga teng.

Agar to'sinning nisbiy egilishi katta bo'lsa, unda ko'ndalang kesimni katta-
lashtirib, kesimni egilish bo'yicha aniqlash mumkin:

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

Urinma kuchlanishlar bo'yicha mustahkamlik quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

bu yerda: τ - urinma kuchlanish; Q - qiruvchi kuch; S - kesimning statik momenti; J - kesimning inersiya momenti; b_h - kesimning hisobiy eni; R_{yor} - yori-
lishdagi hisobiy qarshilik.

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

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

bu yerda:

φ_u - egiluvchi elementlarning ustuvorlik koeffitsiyenti.

$$\varphi_u = 140 \cdot \frac{b^2}{l_{x1} \cdot h} \cdot K_{sh} \cdot K_k \quad (2.22)$$

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

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

Bu yerda: α - markaziy burchak (rad), aylanasimon chiziqli elementi l_{his} qismini aniqlaydi (*to'g'ri chiziqli elementlar uchun $\alpha = 0$ ga teng*); m - kuchaytirilgan nuqtalar soni (*chekkadagilardan tashqari*).

Elementlarning solqiligi chegaraviy qiymatidan ortib ketmasligi kerak (4-jadval).

4-jadval. Chegaraviy solqiliklar

Konstruksiyalar elementlari	Chegaraviy maksimal egilish
Qavatlararo yopma to'sini	1/250
Chordoq ora yopma to'sini	1/250
Tom yopma: sarrov, stropilalar	1/200
Konsol to'sinlar	1/150
Ferma, yelimlangan to'sinlar (konsoldan boshqalari)	1/300
Pitalar	1/250
To'shama va panjara taxtalar	1/150
Panellar va faxverka elementlari	1/250

Qiyshiq egilish. Agar ta'sir qiluvchi yuk yo'nalishi, to'sin ko'ndalang kesim o'qlari yo'nalishi bilan mos tushmasa, konstruksiya qiyshiq egilish holatida ishlaydi va uni birinchi guruh chegaraviy holatida normal kuchlanishlar bo'yicha quyidagi formula yordamida hisoblanadi (*13a-rasm*):

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

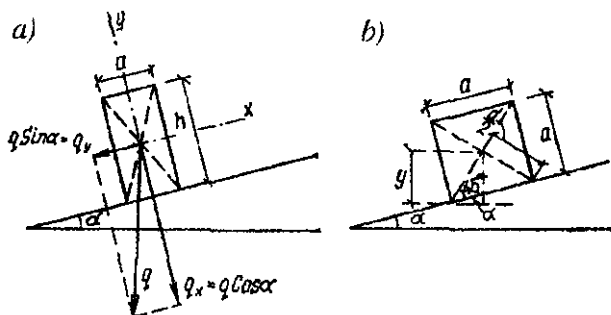
bu yerda: M_x, M_y - eguvchi momentning tashkil etuvchilari; W_x, W_y - qarshilik momentining x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari.

Ikkinchi guruh chegaraviy holatda deformatsiyalanishi bo'yicha esa quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

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

28953



13-rasm. Qiyshiq egilish: *a*- to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli elementi qiyshiq egilish holatida yuklamaning tarqalishi; *b*- kvadrat ko'ndalang kesimli elementlarda o'qdan eng chet nuqtasigacha bo'lgan masofani aniqlash; *a*- qiyalik burchagi; q_x , q_y - yuklamaning *x* va *y* o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari.

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

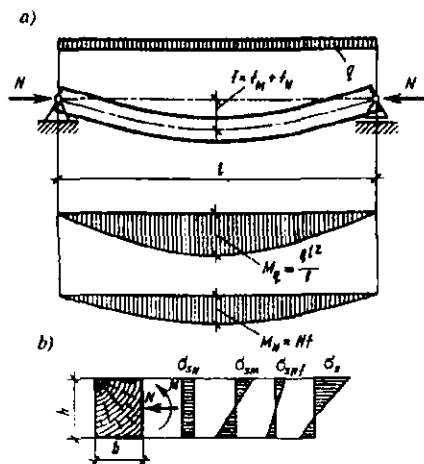
$$\sigma_{\text{eg}} = \frac{M_x + M_y}{W} \leq R_{\text{eg}} \quad (2.26)$$

Siqilib - egiluvchi elementlar. Eguvchi moment va markaziy qo'yilgan bo'yлама siquvchi kuch ta'sir qilgan holatlarda elementlar siqilish - egilishga ishlaydi, ya'ni nomarkaziy siqilish yuzaga keladi. Eguvchi 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.Zavriyev tomonidan taklif etilgan. Bunga asosan chegaraviy kuchlanish hisobiy qarshilikka teng bo'lgan holatda, sterjening 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 eguvchi moment ta'sirida egiladi.

14-rasmda ko'ndalang va bo'yлама kuchlardan hosil bo'ladigan eguvchi momentlar va kuchlanishlarning epyuralari keltirilgan.



14-rasm. Siqilib egiluvchi elementning egilishi:

a- ishlash sxemalari va eguvchi moment epyuralari;

b- normal kuchlanishlar epyuralari.

Bu holda markaziy qo'yilgan siquvchi kuch ekstsentrisitetga ega bo'ladi va u sterjenning deformatsiyasi qiymatiga tengdir. Buning natijasida qo'shimcha moment hosil bo'ladi. Bo'ylama kuchdan hosil bo'ladigan qo'shimcha eguvchi moment ta'sirida deformatsiya yanada ortadi. Eguvchi moment va egilish bir qancha vaqt birligi davomida ortib

boradi va keyin yo'qoladi.

Sterjenning umumiy egilishi va egri chiziq tenglamasi noma'lum, shuning uchun chegaraviy kuchlanishlar formulasi yordamida σ_s ni birdaniga aniqlab bo'lmaydi.

$$\sigma_s = \frac{N}{F} + \frac{M_q}{W} + \frac{N \cdot y_{\max}}{W} \quad (2.27)$$

Umumiy eguvchi moment

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

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

Ma'lumki, har qanday egri chiziqni 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 chegaralansa ham bo'ladi.

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

Lekin qo'shimcha f_1 noma'lum yuzaga keldi. Qurilish mexanikasidan ma'lumki,

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

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

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

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

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

Endi M_x va y lar qiymatlarini sterjening umumiy egiluvchi momentini aniqlash formulasiga qo'yamiz va bir necha aylantirishlarni amalga oshiramiz. Bunda:

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

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

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

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

$$\sigma_s = \frac{N}{A} + \frac{M_q}{W} + \frac{N \cdot M_q}{(N_{kr} - N) \cdot W} \quad (2.35)$$

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

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{his}} + \frac{M_q}{W_{his} \left(1 - \frac{N}{N_{kr}}\right)}$$

$1 - \frac{N}{N_{kr}} = \xi$ bilan belgilasak, $\sigma_s = \frac{N}{A_{his}} + \frac{M_q}{W_{his} \cdot \xi}$, hosil bo'ladi va $\xi = 0 \div 1$ gacha bo'lgan qiymatlarni qabul qiladi.

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

$$\text{Agar } M_{\text{def}} = \frac{M_q}{\xi} \text{ va } \xi = 1 - \frac{\lambda^2 \cdot N}{3000 \cdot A_{um} \cdot R_t} \text{ bo'lsa,}$$

$$\text{simmetrik yuklangan holat uchun } \sigma_s = \frac{N}{A_{\text{his}}} + \frac{M_{\text{def}}}{W_{\text{his}}} \leq R_s \text{ hosil bo'ladi}$$

$$\text{nosimmetrik yuklangan holatda esa, } M_{\text{def}} = \frac{M_{\text{sim}}}{\xi_{\text{sim}}} + \frac{M_{\text{tesk.sim}}}{\xi_{\text{tesk.sim}}},$$

bu yerda: $\xi_{\text{sim}}, \xi_{\text{tesk.sim}}$ - simmetrik va teskari simmetrik bo'yлама egilish shakllaridagi egiluvchanlikni qiymatida aniqlanadigan koeffitsiyentlar.

Siqilib-egiluvchi elementlardagi qirquvchi kuchni quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

$$Q_{i,u} = \frac{d}{dx} \cdot \left(\frac{M_i}{\xi} \right) = \frac{1}{\xi} \cdot \frac{dM_i}{dx} = \frac{Q_i}{\xi} \quad (2.37)$$

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

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

Siqilib-egiluvchi element ustuvorlikka ham tekshirilishi kerak:

$$\frac{N}{\varphi_o \cdot R_s \cdot A_{um}} + \left(\frac{M_{\text{def}}}{\varphi_y \cdot R_{\text{eg}} \cdot W_{um}} \right)^n \leq 1 \quad (2.39)$$

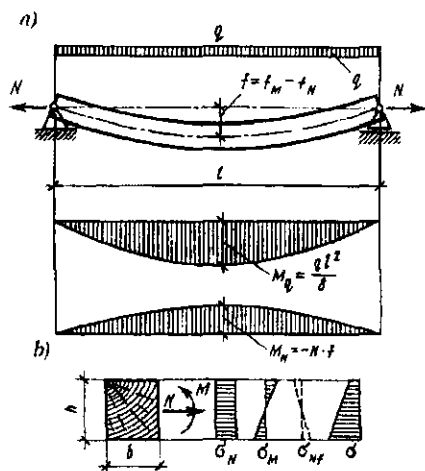
bu yerda: $A_{um} - l_h$ uzunligidagi eng katta ko'ndalang kesim yuzasi; $n = 2$ - agar cho'zi-lish zonasi deformatsiyalanish zonasidan boshqa tekisliklarda mahkamlanmagan bo'lsa; $n = 1$ - agar mahkamlangan bo'lsa; W_{um} - maksimal qarshilik momenti;

$$\varphi_o = \frac{3000}{\lambda^2}; \quad \varphi_y = 140 \cdot \frac{b^2}{l_{\text{his}} \cdot h} \cdot K_{\text{sh}} \cdot K_t \quad (2.40)$$

λ - egilishga moyillik koeffitsiyenti;

Cho'zilib egiladigan elementlar hisobi. Cho'zilib egiladigan elementlarga eguvchi momentdan tashqari, markaziy cho'zuvchi kuch ham ta'sir etadi. 15-rasm-da markaziy bo'lmagan cho'zilish holatida ishlayotgan to'sin, ko'ndalang va bo'yлама cho'zuvchi kuchlardan hosil bo'ladigan eguvchi momentlar epyuralari hamda kesimda hosil bo'ladigan kuchlanish epyuralari keltirilgan.

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

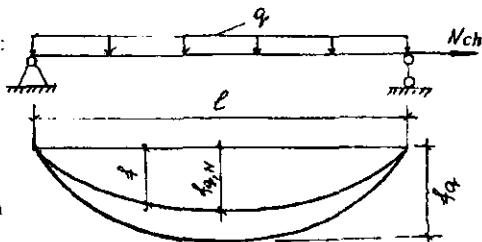


15-rasm. Cho'zilib-egiluvchi element: *a*-ishlash sxemalari va eguvchi moment epyuralari; *b*- normal kuchlanishlar epyuralari.

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_q \cdot R_{\alpha}}{W \cdot R_{\alpha}} \leq R_{\alpha} \quad (2.42)$$

Cho'ziluvchi-egiluvchi yog'och elementlarni hisoblashda bo'ylama kuchdan hosil bo'ladigan eguvchi momentni hisobga olish. Cho'ziluvchi-egiluvchi elementlarda ko'ndalang kuchdan hosil bo'ladigan eguvchi momentdan tashqari, markaziy qo'yilgan bo'ylama cho'zuvchi kuch ta'sirida zo'riqish - qo'shimcha eguvchi moment hosil bo'ladi (16-rasm).

16-rasm. Cho'zilib-egiluvchi elementda hosil bo'ladigan egilishlar: $f - x = 0$ dan l gacha oraliqda hosil bo'ladigan to'liq egilishlar; f_q - ko'ndalang kuch - q dan hosil bo'lgan maksimal egilish; f_{qN} - bo'ylama kuchdan hosil bo'lgan qo'shimcha momentni hisobga olgan holdagi to'liq egilish.



Egilish natijasida ko'ndalang kuch - q dan eguvchi moment hosil bo'ladi, cho'zilish natijasida esa teskari ishora bilan qo'shimcha eguvchi moment hosil bo'ladi. Sterjning umumiy egilishi va egilish chizig'ining tenglamasi noma'lum, shuning uchun chegaraviy kuchlanishlar formulasi orqali kuchlanishlarni aniqlab bo'lmaydi:

$$\sigma_{ch} = \frac{N_{ch}}{A} + \frac{M_q}{W} - \frac{N_{ch} \cdot f_{max}}{W}; \quad (2.43)$$

bu yerda: M_q - ko'ndalang kuchdan hosil bo'lgan moment,
 f_{max} -sterjening maksimal deformatsiyasi; W -qarshilik momenti.

N_{ch} - cho'zuvchi bo'ylama kuch; A - ko'ndalang kesim yuzasi;

σ_{ch} - cho'zilishdagi normal kuchlanish.

Sterjenda hosil bo'ladigan umumiy eguvchi momentning qiymati.

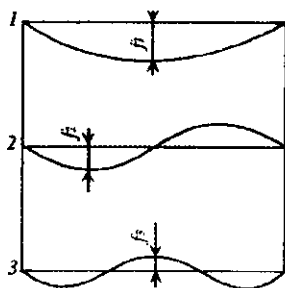
$$M(x) = M_q - N_{ch} \cdot f \quad (2.44)$$

Masalani yechilish tartibi siqilib-egiluvchi elementlarni hisoblash tartibi bilan bir xildir, faqat bu holda bo'ylama kuchdan hosil bo'ladigan eguvchi momentning qiymati ayirib tashlanadi.

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

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

Bu qatorning geometrik interpretatsiyasi 17-rasmda keltirildi.



17-rasm. Trigonometrik $f_1 \cdot \sin(n\pi x/l)$ qatorni yoyilish geometrik interpretatsiyasi:
 1,2,3 - qator hadlarining nomerlari;
 f_1, f_2, f_3 - qator hadlarining maksimal ordinatalari.

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

$$y = f_1 \cdot \sin \pi x/l.$$

(2.33) tenglamadan $M(x)$ ni topamiz:

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

$f=y$ ga teng bo'lgani uchun (2.45) va (2.30)- larni (2.43)ga qo'yamiz:

$$-f_1 \cdot EJ \frac{\pi^2}{l^2} \sin \frac{\pi \cdot x}{l} = M_q - N_{ch} \cdot f_1 \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$$

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

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

$$-f_1 N_{kr} = M_q - N_{ch} \cdot f_1 \text{ hosil bo'ladi}$$

bu tenglamadan M_q ni topamiz:

$$M_q = N_{ch} \cdot f_1 - f_1 \cdot N_{kr} = f_1 (N_{ch} - N_{kr})$$

Solqilik- f_1 ni qiymatini quyidagi formuladan aniqlashimiz mumkin:

$$f_1 = \frac{M_q}{N_{ch} - N_{kr}}, \quad (2.46)$$

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

$$\sigma_{ch} = \frac{N_{ch}}{A} + \frac{M_q}{W} - \frac{N_{ch} \cdot M_q}{W(N_{ch} - N_{kr})} = \frac{N_{ch}}{A} + \frac{M_q}{W} \left(1 - \frac{N_{ch}}{(N_{ch} - N_{kr})} \right), \quad (2.47)$$

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 eguvchi moment qiymatini kamaytiradi:

$$\sigma_{ch} = \frac{N_{ch}}{A} + \frac{M_q}{W} \left(1 - \frac{N_{ch}}{(N_{ch} - N_{kr})} \right), \quad (2.48)$$

Uni soddalashtirish natijasida tenglarna quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\sigma_{ch} = \frac{N_{ch}}{A} - \frac{N_{kr} \cdot M_q}{W(N_{ch} - N_{kr})}, \quad (2.49)$$

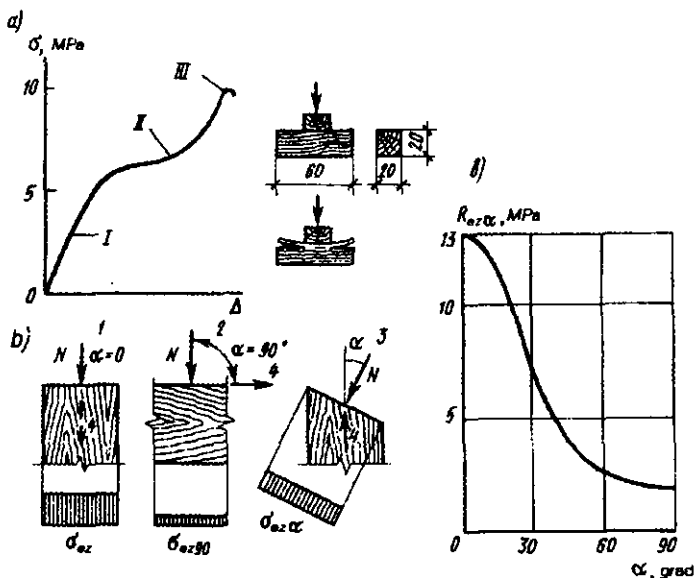
Demak, cho'zilib-egiluvchi yog'och elementlarni birinchi guruh chegaraviy holat bo'yicha hisoblashlarda (2.49)- formuladan foydalanish mumkin va u iqtisodiy jihatdan samara beradi, ya'ni bu formula cho'zuvchi kuchdan teskari ishora bilan hosil bo'lgan momentni to'la hisobga oladi.

Yog'ochni ezilishga hisoblash. Yog'ochni ezilishi yog'och element sirtiga perpendikulyar siquvchi kuch ta'sir qilgan holatda yuz beradi. Ko'p hollarda ezi-

lishda 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 siqvuchi 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 $R_{\alpha} = 13$ 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 $u_{R_{\alpha=90^\circ}} = 1,8$ MPa ga tengdir. Tayanch yuzalaridagi ezilish umuman olganda konstruksiyaning ishlashiga ta'sir qilmaydi va ko'ndalang ezilishdagi hisobiy qarshilik $m = 1,67$ ishlash sharoiti koefitsiyentiga ko'paytiriladi ($R_{\alpha=90^\circ} = 3$ 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 grafigi va namuna; b- ishlash sxemalari va ezilishdagi kuchlanish epyuralari; v-a burchakka nisbatan ezilishdagi hisobiy kuchlanish grafigi.

Tolalariga 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:

$$R_{\alpha 90} = R_{\alpha 90} \frac{R_{\alpha 90}}{1 + 8/(l_{\alpha} + 1,2)}, \quad (2.50)$$

Qo'shni yuklanmagan yuzani uzunligi ezilgan yuz uzunligi va element qalinligidan kichik bo'lmasligi kerak.

Cho'zilishda, bolt shaybasi tagidagi yog'ochning ezilishiga atrofdagi yuzalar ham yordam beradi va ezilish burchagi 60° dan katta bo'lgan hollarda ezilishdagi hisobiy qarshilik $m = 2,2$ ishlash sharoiti koeffitsiyentiga ko'paytiriladi ($R_{\alpha} = 4MPa$). Qiya α - burchak ostida ezilishdagi hisobiy qarshilik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$R_{\alpha\alpha} = \frac{R_{\alpha}}{1 + (R_{\alpha} / R_{\alpha 90} - 1) \sin^3 \alpha}, \quad (2.51)$$

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

Eziluvchi elementlarni hisoblash quyidagi formula yordamida bajariladi:

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\alpha\alpha}, \quad (2.52)$$

bu yerda: σ - normal kuchlanish; N - bo'y lama kuch; A - ezilish yuzasi; $R_{\alpha\alpha}$ - 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'sirida yog'ochda yorilish va urinma kuchlanish-t 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'rt $\tau = 6,8MPa$ o'rtacha kuchlanishlarda yoriladi.

Egishda, egiluvchi elementlarni yorilishga maksimal qirquvchi kuch - Q (MN) ta'siriga quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

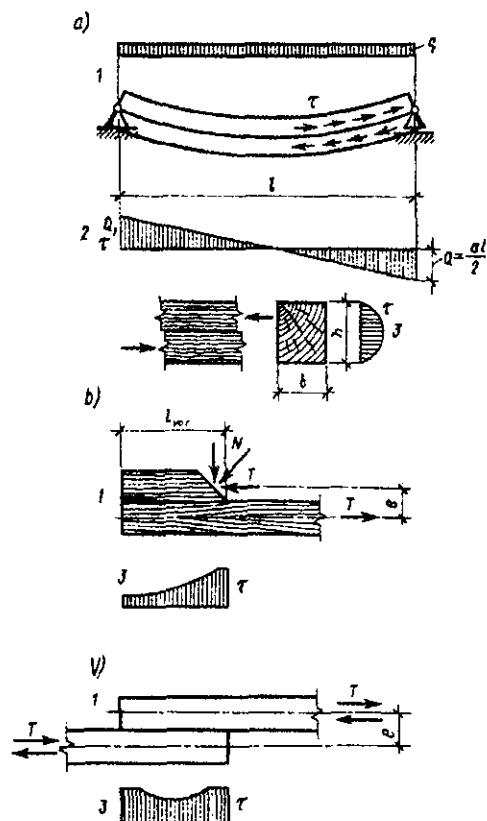
$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} \leq R_{\tau\tau}, \quad (2.53)$$

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

($S = \frac{b \cdot h^2}{8}$); Q - maksimal qirquvchi kuch; J - umumiy yuzaning inersiya momenti

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

19-rasmda elementlarda urinma kuchlanishlarning hosil bo'lishi, qirquvchi kuch va urinma kuchlanish epyuralari keltirilgan.



19-rasm. Yoriluvchi elementlar: a-egilishdagi yorilish; b-xuddi shunday, bir tomonlama yoruvchi kuchlardan; v-xuddi shunday, ikki tomonlama yoruvchi kuchlardan.

Birikmalarni yorilishga hisoblashda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\tau = \frac{T}{A} \leq R_{yor}^{\sigma n} \quad (2.54)$$

bu erda: τ - urinma kuchlanish; T - yorilishdagi zo'riqish; A - yorilish yuzasi; $R_{yor}^{\sigma n}$ - yorilishdagi o'rtacha hisobiy qarshiligi.

$$R_{yor}^{\sigma n} = \frac{R_{yor}}{1 + \frac{\beta \cdot l_{yor}}{e}}$$

(2.55)

bu yerda: R_{yor} - $2, IMPa$ - hisobiy maksimal yog'ochni yorilishdagi qarshiligi; l_{yor} - yorilish maydoni uzunligi; e - yorilish zo'riqish eksentrisiteti; $\beta = 0,25$ - yorilishda zo'riqish bir tomonlama va $\beta = 0,125$ - ikki tomonlama bo'lgandagi koeffitsiyentlar.

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

Umumiy holda sterjenning bikrligi $EI = EI(x)$ va bo'ylama kuch $P = P(x)$ kuch o'zgaruvchi funksiyalar bo'lgan holda elastik sterjenning muvozanat holati tenglamasi

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

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

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

ko'rinishda olinadi.

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

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

U_1 -ichki kuchlarning potensial 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 qarshiligi fanidan ma'lumki, $\frac{M}{EI} = Y''$ bundan

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

(2.59) ni (2.58) ga qo'ysak

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

hosil bo'ladi:

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

Bo'ylama R kuchning potensial energiyasi,

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

formula orqali hisoblanadi. U holda to'la energiya

$$U \approx U_1 + U_2$$

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'ysak

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

20-rasmdagi 2-shaklda ko'rsatilgan yuklanganlik holati uchun quyidagicha belgilash kiritsak,

$$U = 0,5 \cdot G \cdot f^2 \quad (2.64)$$

bu yerda $G = \int_0^l (EI(\eta'')^2 - P(\eta')^2) dx$ formulaga 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 potensial energiya funksionalining qabariqli pastga qaragan 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'qi bo'ylab bo'ylama kuch $P = \text{const}$ bo'lgan hol uchun

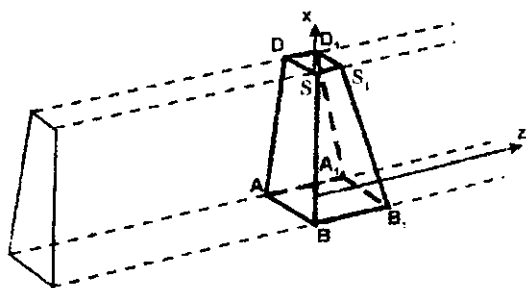
$$P < \frac{\int_0^l EI(\eta'')^2 dx}{\int_0^l (\eta')^2 dx} \quad (2.65)$$

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

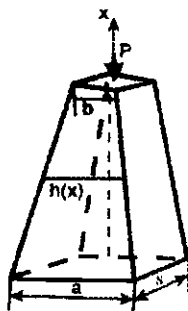
$$P_{\min} = \frac{\int_0^l EI(\eta'')^2 dx}{\int_0^l (\eta')^2 dx} \quad (2.66)$$

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

20-rasmda ko'rsatilgan devordan fikran qirqib olingan $ABSD - A_1B_1S_1D_1$ o'zgaruvchan kesimli sterjenning turg'unligi haqidagi masalani ko'rib chiqamiz:



1 - shakl



2 - shakl

20-rasm. 1-shakl: monolit devor va undan fikran ajratilgan sterjen sxemasi;

2- shakl: hisoblash uchun devordan ajratib olingan sterjenning ko'rinishi va o'lchamlari.

s -const; $h(x)$ - ko'ndalang kesimning balandligini ifodalovchi chiziqli funksiya.

Ko'ndalang kesimning inersiya momenti

$$I(x) = \frac{ch^3}{12},$$

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

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

a - devor asosining kengligi,

b - devor yuqori qismi kengligi,

l - devor balandligi,

h ni (2.67) ga qo'ysak,

$$\left. \begin{array}{l} a=c_1 \\ b=c_1+c_2l \end{array} \right\} \quad \text{hosil bo'ladi}$$

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

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

hosil bo'ladi.

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

Egilgan o'qning shaklini

$$y = a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4; \quad (2.70)$$

ko'rinishda qidiramiz, berilgan sterjen uchun chegaraviy shartlar quyidagicha bo'ladi

$$\left. \begin{array}{l} x=0 \quad \partial a \quad y=0 \quad \text{sa} \quad y'=0 \\ x=1 \quad \partial a \quad y''=0 \quad \text{sa} \quad EJy'''' + Py' = 0 \end{array} \right\} \quad (2.71)$$

(2.70) dan birinchi tartibli hosila olsak

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

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

$$\begin{aligned} y'' &= 2a_2 + 6a_3x + 12a_4x^2 \\ y'''' &= 6a_3 + 24a_4x \end{aligned} \quad (2.73)$$

(2.71) ga asosan

$$\begin{cases} 2a_2 + 6a_3l + 12a_4l^2 = 0 \\ EJ(l)(6a_3l + 12a_4l^2) + P(2a_2l + 6a_3l^2 + 12a_4l^3) = 0 \end{cases} \quad (2.74)$$

tenglamalar sistemasi hosil bo'ladi 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 $a_4 = 1$ deb oladigan bo'lsak,

$$a_2 = \frac{-6l^2(4Pl^2 - Ecb^3)}{Ecb^3 - 6Pl^2};$$

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

ni hosil qilamiz

U holda egilgan o'q uchun quyidagi ifodani hosil qilamiz

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

(2.77)

Bu yerda f -noma'lum koeffitsiyent.

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

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

(2.78)

deb belgilash kiritsak, 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.

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

(2.80)

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

(2.81)

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

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

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

ni hosil qilamiz.

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

Bu yerda $D_1 = E^2 c^2 b^2$; $D_2 = Eb^3 cl^2$;

Bularni (2.79) tenglamaga qo'yisak va ma'lum bir almashtirish va hisoblashlardan keyin quyidagi tenglama hosil bo'ladi.

$$5188 \cdot l^6 P^3 - Ecl^4 (12370 a^3 - 12292 a^2 b - 430 ab^2 + 39 b^3) P^2 + E^2 b^2 c^2 l^2 (2260 a^3 + 12684 a^2 b - 14760 ab^2 + 640 b^3) P + E^3 c^3 b^6 (-537 a^3 + 2296 a^2 b - 2016 ab^2 - 392 b^3) = 0 \quad (2.85)$$

Bu tenglamada quyidagicha belgilashlar kiritamiz:

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

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

$$A_4 = E^3 c^3 b^6 (-537 a^3 + 2296 a^2 b - 2016 ab^2 - 392 b^3)$$

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

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

yoki

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

Bunda $B_1 = \frac{A_2}{A_1}$; $B_2 = \frac{A_3}{A_1}$; $B_3 = \frac{A_4}{A_1}$; (2.87) tenglamani kanonik

ko'rinishga keltirish uchun quyidagicha almashtirish bajaramiz

$$P = U - \frac{B_1}{3}$$

$$\text{U holda tenglama } U^3 + R_1 U + R_2 = 0 \quad (2.88)$$

ko'rinishga keladi

$$\text{Bu yerda } R_1 = -\frac{B_1^2}{3} + B_2; \quad R_2 = 2\left(\frac{B_1}{3}\right)^3 - \frac{B_1 \cdot B_2}{3} + B_3;$$

(2.88) tenglamaning haqiqiy yechimi quyidagi formuladan topiladi:

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

Kritik kuch esa quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_{\text{kr}} = \sqrt[3]{-\frac{R_2}{2} + \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)^3 + \left(\frac{R_2}{2}\right)^2}} + \sqrt[3]{-\frac{R_2}{2} - \sqrt{\left(\frac{R_1}{3}\right)^3 + \left(\frac{R_2}{2}\right)^2}} - \frac{A_1}{3A_2}; \quad (2.90)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och va plastmassa konstruksiyalari nechta chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi?
2. Yuklamalarning qanday turlari mavjud?
3. Markaziy cho'zilishga qaysi formula yordamida hisoblanadi?
4. Markaziy siqilishga qaysi formula yordamida hisoblanadi?
5. Chegaraviy egiluvchanlik deganda nimani tushunasiz?
6. Egilishda qanday zo'riqishlar hosil bo'ladi?
7. To'g'ri va qiyshiq egilishlarni tushuntirib bering?
8. Nomarkaziy siqilishda qaysi formula yordamida mustahkamlikka tekshiriladi?
9. Nomarkaziy cho'zilishda qaysi formula yordamida normal kuchlanish aniqlanadi?
10. Yog'och ezilishga qanday hisoblanadi?
11. Yog'och yorilishga qanday hisoblanadi?
12. Bino devorining ustuvorligi 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 uzaytirish, 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'yiqlik birikmalari;
- b) siqilishga ishlovchi bog'lovchili - shponka, kolodka;
- v) egilishga ishlovchi bog'lovchili - bolt, qoziq, mix vint, plastinka;
- g) cho'zilishga ishlovchi bog'lovchili - bolt, xomut, vint;
- d) siljish-yorilishga ishlovchi bog'lovchili - yelimlangan yog'och.

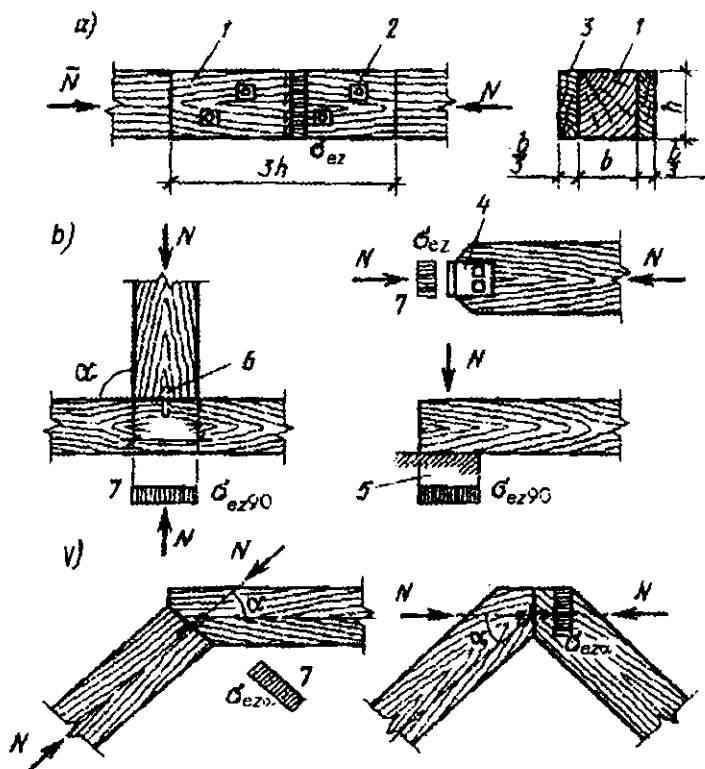
Ko'rinib turibdiki, bir xil bog'lovchilar turli birikma turlarida uchraydi. Shuning uchun ularni quyidagi guruhlariga bo'lamiz: metall bog'lovchili, yelim bog'lovchili, yog'och bog'lovchili. Bulardan tashqari ishlash xarakteriga qarab yana birikmalarni moyil va bikr bog'lovchili turlarga ham ajratish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

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

Maxsus bog'lovchilarsiz birikmalarda uncha katta bo'lmagan zo'riqishlar hosil bo'ladi yoki zo'riqishlar bir elementdan boshqasiga birdaniga uzatiladi (21-rasm). Ulardagi maxsus bog'lovchilarni hisoblash talab qilinmaydi. Bunday birikmalarga konstruktiv o'yiqlar va pesh o'yiqlar kiradi. Yog'och konstruksiyalaridagi eng ko'p tarqalgan konstruktiv birikmalarga: chorak o'yiqlik, shpunt, yarim o'yiqlik va qiya keratishlar kiradi. O'yiqlar juda sodda va ishonchli birikmalar hisoblanadi va siqilishga ishlovchi elementlarni ulash uchun qo'llaniladi. Ular siquvchi bo'yilma kuchdan ta'sir bo'ladigan ezilishga ishlaydi va hisoblanadi. Ular cho'zilishga ishlamaydi. Bunday birikmalar yuqorida keltirilgan (2.50), (2.51), (2.52) formulalar yordamida mustahkamlikka tekshiriladi:

$$R_{\alpha 90} = R_{90} \frac{R_{\alpha 90}}{1 + 8/(l_w + 1,2)}; \quad R_{\alpha \alpha} = \frac{R_s}{1 + (R_s / R_{\alpha 90} - 1) \sin^3 \alpha}; \quad (3.1)$$

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\alpha\alpha}.$$



21- rasm. Tiralish:

a - yog'och tolalari bo'ylab bo'ylama; b - tolalarga ko'ndalang; v - tolalarga burchak ostida qiyshiq; 1 - elementlar, 2 - tortuvchi boltlar, 3 - qoplamlar, 4 - po'lat mahkamlash, 5- tayanch ; 6 - qoziq; 7 - ezilishdagi kuchlanish epyuralari; α - ezilish burchagi.

Po'lat bog'lovchili birikma - bu shunday yog'och elementlari birikmasiki, unda ta'sir qilayotgan zo'riqishlar po'lat bolt, sterjen, mix, vint, xomut, tishli plastinka va boshqa bog'lovchilar orqali uzatilishi mumkin. Bularning ichida eng ko'p tarqalgani - bolt va mix hisoblanadi. Boltli birikmalar cho'ziluvchi va egiluvchi boltli birikmalarga bo'linadi.

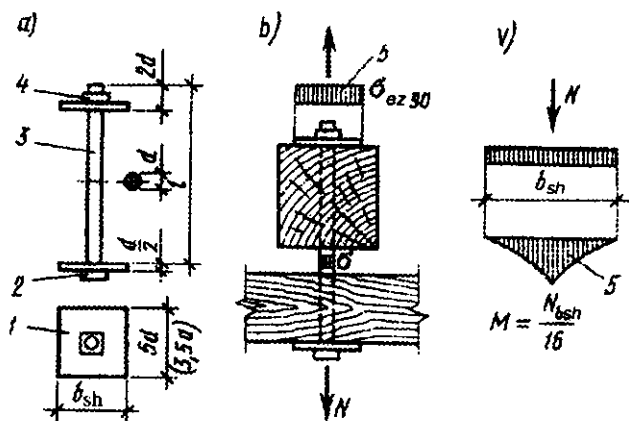
Tortuvchi boltli birikmalarda boltlar, konstruksiyalarning ayrim tugunlarini va alohida elementlarni ko'ndalang zich birkitirish uchun xizmat qiladi (22-rasm).

Boltning diametri konstruktiv tanlanadi. Tortuvchi boltlar diametri 12 mm dan va birikma umumiy qalinligining $1/20$ qismidan kam olinmaydi. Tortuvchi boltli birikma yog'och konstruksiyalarini tayanchlarini mahkamlashda, orayopma konstruksiyalarga jihozlarni osishda va yana tugun birikmalarida qo'llaniladi. Ular hisobiy yuklamalar bo'yicha cho'zuvchi kuchga hisoblanadi. Bolt uchun teshilgan 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 kesimda kuchlanishlar to'planishini e'tiborga oladigan koeffitsiyent.

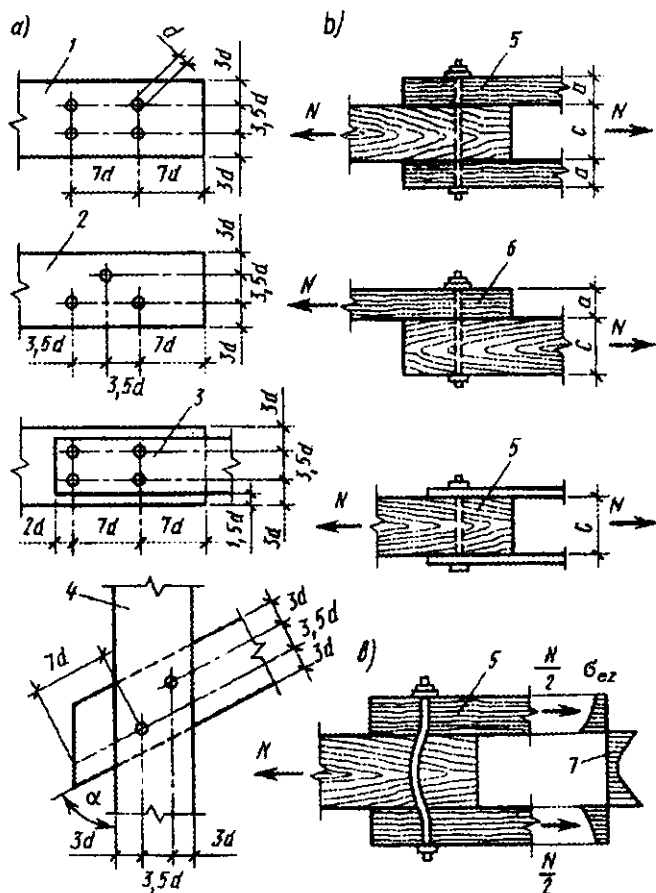
Boltni joylashtirish tartibi va qoidalari:



22- rasm. Cho'ziluvchi boltli birikmalar: a- bolt; b - bolt va yog'ochning ishlash sxemalari; v - shaybaning ishlash sxemalari; 1 - shayba; 2 - bolt kallagi; 3 - o'zak; 4 - gayka; 5 - kuchlanish epyurasi.

Egilishda, tolalari bo'ylab to'g'ri tartibda joylashtirilganda boltlar orasidagi masofa eng kamida $S_1 = 7d_{bol}$, ko'ndalang yo'nalish bo'yicha esa yon tomonidan kamida $S_2 = 3d_v$, boltlar orasidagi masofa $S_3 = 3,5d_b$; shaxmat tartibida boltlar joylashtirilganda, bo'y lama yo'nalish bo'yicha birinchi qoldiriladigan masofa $S_1 = 7d_v$, keyingi oraliq masofalar minimum $S_1 = 3,5d_b$; ko'ndalang yo'nalish bo'yicha yon tomonidan birinchi masofa $S_2 = 3d_v$, oraliqlaridagi masofalar esa $S_2 = 3,5d_v$.

Agar metall qoplamali bo'lsa, birinchi $S_1 = 2d_{bol}$ masofa qoldiriladi, keyingi boltlar har $S_1 = 7d_b$ da qo'yilishi mumkin (23-rasmga qarang).



23-rasm. Egiluvchi bolt birikmalari: a- qo'yish sxemasi; b- hisobiy sxemalari; v- ishlash sxemasi; 1-to'g'ri tartibda qo'yish; 2- shaxmat tartibida qo'yish; 3-po'lat qoplamalarda; 4- burchak ostidagi birikmalarda; 5-simmetrik ikki qirqimli; 6-nosimmetrik bir qirqimli; 7-yog'ochni ezilishdagi kuchlanish epyurasi.

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

$$\sigma = \frac{N}{A} \leq R_{\sigma\sigma}, \quad (3.3)$$

Shaybaning talab qilinadigan yuzasi orqali, uning tomonlari o'lchamlarini ham tanlash mumkin:

$$A_s = \frac{N}{R_{\text{st}} \cdot 0,8} \quad (3.4)$$

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

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

$$M = \frac{N \cdot b}{16}; \quad W_t = \frac{M}{R}; \quad \delta_t = \sqrt{\frac{6 \cdot W_t}{R}} \quad (3.5)$$

bu yerda:

W_t, d_t - talab qilinadigan kesimning qarshilik momenti va qalinligi;

R - shayba materialining hisobiy qarshiligi;

b - kvadrat plastinka shaybaning kengligi.

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

Agar ferma tugunida bir necha tortuvchi sterjenlar bo'lsa, po'latning hisobiy qarshiligi $0,85$ ga kamaytiriladi. Bunda faqat zo'riqishlarni sterjenlar bo'yicha notekis tarqalishini hisobga olish kerak.

Egiluvchi boltli birikmalarda boltlar, asosan, egilishga, qisman qir qilishga ishlaydi. Bu birikma yog'och konstruksiyalarning choklarida, tugunlarida keng qo'llaniladi va ularda hosil bo'ladigan zo'riqish o'zgaruvchan siquvchi yoki cho'zuvchi bo'lishi mumkin.

Egiluvchi boltli birikmalarni hisobiy yuklamalardan bo'ylama N kuchga hisoblanadi:

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

bu yerda: n_t - birikmani bir tomoni yarmidagi boltlar soni; N - bo'ylama kuch; T - bitta chokdagi boltning eng kam yuk ko'tarish qobiliyati, n_{chok} - qir qilish soni (choklar).

T quyidagicha aniqlanadi:

yog'och qoplamalarida boltning egilishi bo'yicha

$$T_{\text{og}} = (1,8d^2 + 0,02a^2) \sqrt{K_\alpha}, \text{ kN} \quad (3.7)$$

po'lat qoplamalarda boltning egilishdagi mustahkamligi bo'yicha

$$T_{\text{og}} = 2,5a^2 \sqrt{K_\alpha}, \text{ kN} \quad (3.8)$$

o'rtadagi elementning ezilishi bo'yicha

$$T_{\alpha} = 0,5 \cdot c \cdot d \cdot K, \text{ kN} \quad (3.9)$$

chetki va eng qalin bir qirqimli elementni ezilishi bo'yicha

$$T_{\alpha} = 0,8 \cdot a \cdot d \cdot K_{\alpha}, \text{ kN}$$

chetki va eng yupqa bir qirqimli elementning ezilishi bo'yicha

$$T_{\alpha} = 0,3 \cdot a \cdot d \cdot K_{\alpha}, \text{ kN} ([1], (16\text{-ilova}) \quad (3.10)$$

bu yerda: d - bolt diametri (sm); c - o'rtadagi elementning qalinligi (sm);

α - chetki elementning qalinligi (sm);

K_{α} - simmetrik va qiyalikni hisobga oladigan koeffitsiyent.

Egiluvchi po'lat sterjenli birikmalarda $A-I$ sinfdagi silliq armaturalar qo'llaniladi va bu birikmalar ham egiluvchi boltli birikmalar kabi ishlaydi hamda hisoblanadi.

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

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

$$AG-4S \rightarrow T_{\alpha} = (1,45d^2 + 0,02a^2), \quad (3.12)$$

Mixlar ham xuddi nagellar kabi ishlaydi. Ular yog'ochga qoqiladi. Amaliyotda mixlarning diametri $6mm$ dan oshmaydi. Mixni yog'och taxtaga mixlashda, uning diametri, $0,25d_{max}$ dan katta bo'lib ketmasligi kerak.

Mixni joylashtirish tartibi va qoidalari:

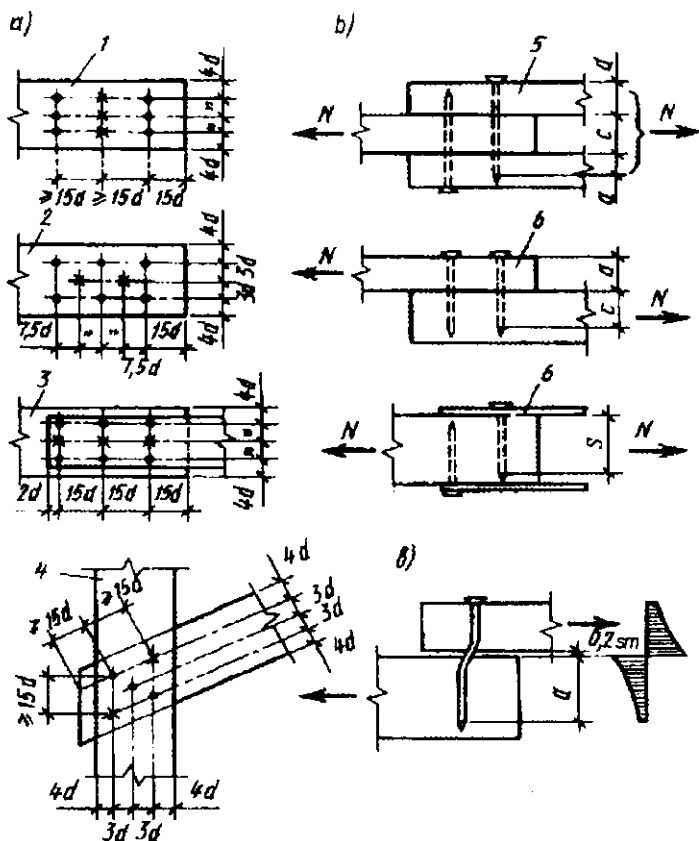
Egilishda, tolalari bo'ylab to'g'ri tartibda joylashtirilganda mixlar orasidagi masofa va birinchi tashlanadigan masofa eng kamida $S_1 = 15d_{mix}$, ko'ndalang bo'yicha esa kamida $S_2 = 4d$; shaxmat tartibida mixlar qoqilganda bo'ylamas bo'ylab mixlar orasidagi masofa yonidan birinchi tashlanadigan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

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

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

Mix, vint (*shurup, gluxar*), changak(skoba), xomut, tortuvchi bolt va tortqichlar cho'ziluvchi bog'lovchilarga kiradi. Bog'lovchilar tortuvchi, tortmas, vaqtinchalik va doimiy turlarga bo'linadi. Barcha turdagi bog'lovchilar, ayniqsa, doimiy bog'lovchilar zanglashdan muhofaza qilingan bo'lishi kerak.

Bog'lovchilar metall konstruksiyalari me'yorlari 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 mixdi birikmalar: a - mixlash sxemalari; b - hisobiy sxemalar, v - yog'ochni ezilishdagi kuchlanish epyuralari sxemalari; 1,2 - to'g'ri va shaxmat tartibida mixlash; 3 - po'lat qoplamali; 4 - burchak ostidagi birikmalarda; 5 - simmetrik ikki qirqimli; 6 - nosimmetrik bir qirqimli.

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

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

bu yerda: $R_{sug'}$ - hisobiy qarshilik ($R_{sug'} = 0,3MPa$ -quruq yog'och uchun, $R_{sug'} = 0,1MPa$ - ho'l yog'och uchun); $\pi = 3,14$ ga teng; d_{mix} - mix diametri, mm; $l_{qistirish}$ - mixning qisilgan qismi uzunligi, mm; $T_{sug'}$ - sug'urishdagi bitta mixning hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati.

Shuruplarni tolalari bo'ylab $S_1=10 d_v$, tolalariga ko'ndalangi bo'yicha $S_2=S_3=5d_v$ masofalarda qo'yiladi.

Changak - $10+18\text{ mm}$ li ko'ndalang kesimi doirasimon po'latdan, qo'shimcha bog'lovchi sifatida ishlatiladi.

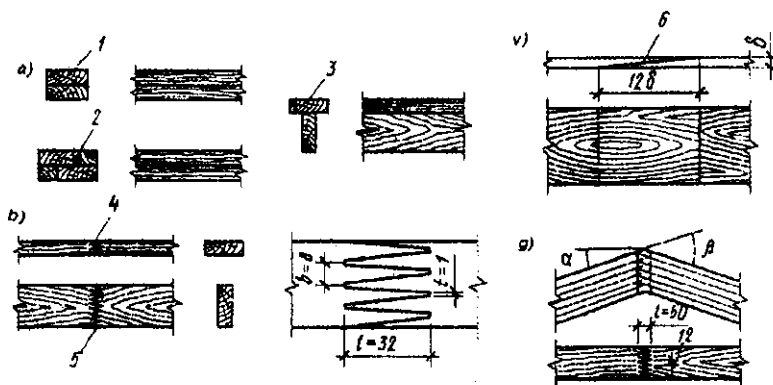
Xomut - xuddi changakka o'xshaydi, lekin u biriktirilayotgan elementlarni to'liq qamrab oladi.

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

Yelimli chok - birikma mustahkamligini ta'minlashi kerak. Yelimli birikmalar qadimdan duradgorchilikda qo'llanib kelingan.

XX asr boshlarida Shveysariya, Shvetsiya, Germaniyada kazein yelimida yelimlangan yog'och yuk ko'taruvchi konstruksiyalar qo'llanila boshlangan. Ularning namlikdan saqlangan bir nechta turlari bizgacha ham yetib kelgan. Lekin baribir o'sha paytdagi oqsilli 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'yilama choklar, v - burchak chok; 1 - keng to'liq chok; 2 - qisqa tomonli chok; 3 - keng va qisqa tomonli chok; 4 - tishli o'yi; 5 - faneralardagi tishli o'yi; 6 - tishli burchak o'yi.

Kazein va oqsilli yelimlardan farqli sintetik yelimlar chok mustahkamligini, suvga chidamliligini yuqori darajada ta'minlaydi. Hozirgi paytda rezorsinali, fenol-

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

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

3.2. Plastmassa konstruksiyalarining birikmalari

Plastmassa konstruksiyalarida yelimli, yelimmetalli, parchin mixli, vintli, payvandli va tikma birikmalardan foydalaniladi.

Yelimli birikmalar eng ko'p tarqalgan, samarali plastmassa birikmalari toifasiga 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 gazlamalar bilan yelimlab biriktirish mumkin. Bunda mustahkam, yaxlit, havo o'tkazmaydigan, bikr yoki elastik birikmalar hosil bo'ladi. Yelimli birikmalarni eng asosiy kamchiligi - ko'ndalang cho'zilishga mustahkamligining pastligi va chegaralangan issiqlikka chidamliligi.

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

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

Rezinali yelimlar zararsiz va ularning tarkibida kislota yo'qligi uchun, ular yog'och plastikalarni yog'och bilan yelimlashda ishlatiladi. Ularning ichida *FR-12 yelim turi* mustahkamligi jihatidan eng yuqorisi hisoblanadi. Epoksidli yelim-*ED-5*, yuqori mustahkamligi va universalligi bilan boshqalaridan farq qiladi. Ular qizdirilmasa 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 epoksidsementli yelimlar deb ataladi va ular termoreaktiv plastmassalarni, metallarni va asbestosementlarni yelimlashda qo'llaniladi. Poliefir yelimlari tiniqligi bilan ajralib turadi va ulardan tiniq stekloplastikalarni bir-biri bilan yoki boshqa materiallar bilan yelimlashda foydalaniladi. Fenolformaldgidli yelimlar juda arzonligi bilan ajralib turadi. Lekin ular qotish jarayonida zaharli va tarkibida kislota bor. Ular yog'och plastikalarni va penoplastlarni yelimlashda ishlatiladi.

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

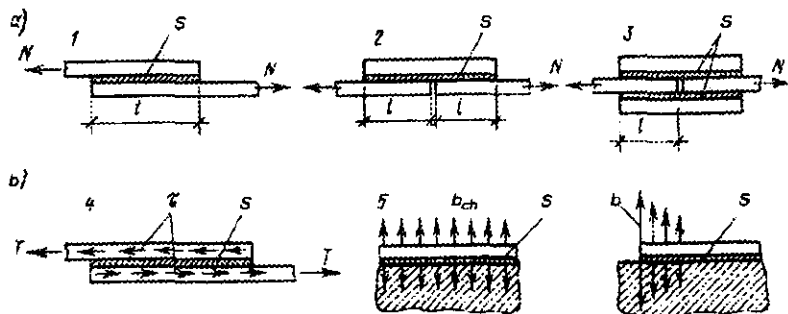
Polimetilakril yelimlari ayniqsa yuqori darajadagi tiniqligi bilan farqlanadi va ular tiniq organik oynalarni yelimlash uchun ishlatiladi.

Perxlorvinil yelimlari viniplast va havo o'tkazmaydigan gazlamalarni polixlorvinil qoplamalari bilan yelimlashda qo'llaniladi.

Kauchuk yelimlari - kauchuklardan yoki ularni polimer smola qorishmasidan tashkil topadi. Ular elastikligi va mo'rt emasligi bilan ajralib turadi. Ularning ko'ndalang uzuvchi kuchga bo'lgan qarshiligi nihoyatda kattadir. Ularni ishlatishda qotiruvchi va katta bosim talab qilinmaydi. Bu yelimlar metall, plastmassa va havo o'tkazmaydigan gazlamalarni rezina qoplamalari bilan yelimlashda qo'llaniladi.

Varaqli materiallarni yelimli biriktirishda, xususan, qoplamalar va panel qobirg'alari choklarini keltirishda ustma-ust qilib biriktirish, ya'ni bir yoki ikki tomonlama qoplamali ustma-ust qilib biriktirish turi qo'llaniladi. Yelimli chokning har bir tomonidagi uzunligi qir qilishga hisoblash orqali 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'lmashligi kerak.

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



26-rasm. Plastmassalarni yelimli biriktirish va boshqa materiallar: a - birikma turlari; 1 - ustma-ust; 2 - bir qoplamali; 3 - ikki qoplamali; b - birikmaning ishlashi; 4 - siljishga; 5 - uzilishga; 6 - notekis uzilishga; s - yelimli choklar.

Yelimmetalli birikmalar - aralash birikmalar hisoblanadi va ulardagi metall bog'lovchini turiga qarab farqlanadi: yelim payvandli (*bir jinsli metallarni payvandi + yelim qatlam*); yelim vintli (*metal vint + yelim qatlam*); yelimparchinmixli (*metal parchin mix + yelim qatlam*). Yelimmetalli biriktirishlar bir jinsli va turli jinsli yuqori mustahkamlikka ega materiallarni (*metall, stekloplastika, yog'och materi-*

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

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

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

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och elementlar qanday ulanadi?
2. Bog'lovchilarning qanday turlari mavjud?
3. Birikmalarning 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 tom yopmalarida yuk ko'taruvchi element hisoblanadi. Ularni tayyorlashga katta miqdorda yog'och sarflanadi. Yog'och to'shamalarni to'g'ri loyihalash tomyopmaning iqtisodiy jihatdan samaradorligini belgilaydi. To'shamalar, issiq tomyopma qatlamlari uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Ular asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning ustivorligini ta'minlashda, tik va shamol yuklamalariga qarshilik ko'rsatadi. To'shamaning konstruksiyasi tomning va tom yopma issiqlik saqlagichlarning xususiyatlariga ham bog'liqdir.

Yog'och to'shamalar, asosan, yog'ochli va yelimfanerli 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 panjarasimon ko'rinishlarda tayyorlanishi mumkin. Panjarasimon to'shamalarda yog'och taxta oraliqlari eng kamida 2 sm oraliq bilan qo'yiladi.

Yaxlit to'shamalar bir qatlamli yaxlit va ikki qatlamli qilib tayyorlanadi. Keshigan to'shamalarning birinchi qatlam taxtalari oraliqlarini kamida 2 sm ochiq qoldiriladi va tepasiga 45+60 gradus burchak ostida himoya yog'och qatlami mixlanadi. Bunda birinchi qatlam taxtasi 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-rasm). To'shamaning xususiy og'irligi - issiqlik saqlagich, tom elementlari qalinliklari va zichliklari orqali aniqlanadi hamda bu yuklamalar to'shama yuzasi bo'yicha tekis tarqalgan hisoblanadi.

Qiyaligi α burchak ostida bo'lgan qiya tom yopmalardagi to'shamalar

$q_x = q \cdot \cos \alpha$ 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 1kN qabul qilinadi. Hisobiy yuklamalarning qiymatlarini aniqlashda $\gamma = 1,1$, issiqlik saqlagich va tom uchun $\gamma = 1,3$ va qor yuklamasi uchun $g/S < 0,8$ bo'lgan holda $\gamma = 1,6$ qabul qilinadi. Ko'ndalang kesimni quyidagi formulalardan foydalanib, ko'ndalang kesim o'lchamlarini aniqlash mumkin:

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

b_1 - talab qilingan taxtaning eni.

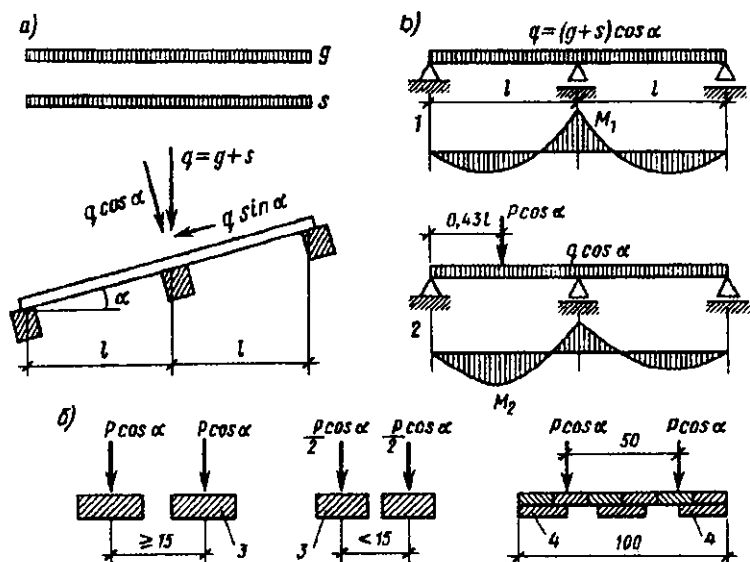
To'shamalar birinchi va ikkinchi chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. Hisoblashlarda asosiy yig'indi yuklama sifatida doimiy va qor yuklamalari hisobga olinadi.

Birinchi chegaraviy holatda quyidagi formula yordamida:

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

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

$$II \rightarrow \frac{f}{l} = \kappa \cdot \frac{q^m \cdot l^3}{E \cdot I} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150} \quad (4.2)$$



27-rasm. To'shamalarni hisoblash sxemalari: a- tekis yuklar sxemasi; b- xuddi shunday, nuqtaga ta'sir qiluvchi; v- zo'riqishlar sxemasi; 1- birinchi yig'ma yuklamalar, 2- ikkinchi yig'ma yuklamalar, 3- ochiq to'shama tokchalari; 4- ishchi to'shama taxtalari.

Doimiy va qor yuklamalaridan tashqari, montaj jarayonidagi yuklamalar yig'indisi bo'yicha ham hisoblanadi. Bunda xususiy og'irlikdan tushadigan teng tekis tarqalgan yuklamalar - $q=g$ ga teng va montajchi odamlardan tushadigan to'plangan yuklama - P oraliqligining $0,43 \cdot l$ masofasiga qo'yilgan holda hisoblanadi. U holda, maksimal eguvchi 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 eguvchi 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 qayta hisoblash amalga oshiriladi:

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

bu yerda: $R_{eg} = m_{i,sh} R = 1,2 \cdot 13 = 15,6 \text{ MPa}$, va $R = 13 \text{ MPa}$ ga teng;
 $m_{i,sh}$ - vaqtinchalik yuklamalarda ishlash sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

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

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

Hisoblash kengligi sifatida l metr yoki bitta 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 $P \cdot \cos\alpha/2$ yuklama ta'sir qildiriladi.

Ikki qatlamli to'shamalarni hisoblashda egilishga faqat ishchi to'shama me'yoriy yuklama bo'yicha hisoblanadi, chunki qiyalik bo'yicha tarqalgan yuklama qismini to'shama himoya taxtalari qabul qiladi. Hisoblash kengligi bunda $b=1 \text{ m}$ olinadi. Yig'ma to'plangan yuklamani esa yuklama $0,5$ metrga tarqaladi deb hisoblanadi va hisobiy kenglik $0,5 \text{ m}$ bo'lganligi uchun $P=1,2 \text{ kN} / 0,5 = 2,4 \text{ kN}$ qiymatni olinadi.

Yelimfanerli to'shamalar zavod sharoitida tayyorlanadigan yirik plitalardir (28-rasm). Ularning uzunligi $l=3+6 \text{ m}$ eni $b=1+1,5 \text{ m}$ bo'ladi. Plita yog'och karkas va yelimlangan faner qoplamalardan tashkil topgan. Yelimfanerli to'shamalar to'shama va sarrov vazifalarini bajaradi. Karkas bo'ylama va ko'ndalang taxta qobirg'alaridan tashkil topadi va ularning qalinligi 25 mm dan kichik emas. Bo'ylama qobirg'alar $0,5 \text{ m}$ dan katta bo'lmagan qadamlarda, ko'ndalang qobirg'alar esa eng ko'pi bilan $1,5$ metr masofada qo'yiladi. Qoplama sifatida qalinligi 8 mm dan kichik bo'lmagan faneralar ishlatiladi.

Yelimfanerli to'shama plitalar eng kamida 55 mm li asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga tayanishi kerak. Yelimfanerli to'shama plitalar yuqori va quyi fanera qoplama va qutisimon ko'rinishda tayyorlanishi mumkin. Yelimfanerli

$$W_t = \frac{M}{R}; \quad b_t = \frac{6 \cdot W_t}{h^2}; \quad W = \frac{b \cdot h^2}{6}; \quad (4.1)$$

b_t - talab qilingan taxtaning eni.

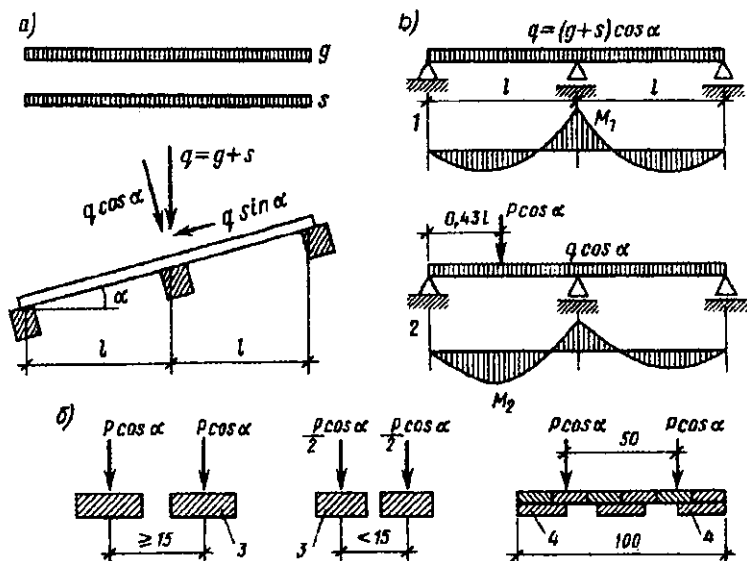
To'shamalar birinchi va ikkinchi chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. Hisoblashlarda asosiy yig'indi yuklama sifatida doimiy va qor yuklamalari hisobga olinadi.

Birinchi chegaraviy holatda quyidagi formula yordamida:

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

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

$$II \rightarrow \frac{f}{l} = \kappa \cdot \frac{q^m \cdot l^3}{E \cdot I} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{150} \quad (4.2)$$



27-rasm. To'shamalarni hisoblash sxemalari: a- tekis yuklar sxemasi; b- xuddi shunday, nuqtaga ta'sir qiluvchi; v- zo'riqishlar sxemasi; 1- birinchi yig'ima yuklamalar, 2- ikkinchi yig'ima yuklamalar, 3- ochiq to'shama tokchalari; 4- ishchi to'shama taxtalari.

Doimiy va qor yuklamalaridan tashqari, montaj jarayonidagi yuklamalar yig'indisi bo'yicha ham hisoblanadi. Bunda xususiy og'irlikdan tushadigan teng tekis tarqalgan yuklamalar - $q=g$ ga teng va montajchi odamlardan tushadigan to'plangan yuklama - P oraliqning $0,43 \cdot l$ masofasiga qo'yilgan holda hisoblanadi. U holda, maksimal eguvchi 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 eguvchi 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 qayta hisoblash amalga oshiriladi:

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

bu yerda: $R_{eg} = m_{i,sh} \cdot R = 1,2 \cdot 13 = 15,6 \text{ MPa}$, va $R = 13 \text{ MPa}$ ga teng;
 $m_{i,sh}$ - vaqtinchalik yuklamalarda ishlash sharoitini hisobga oluvchi koeffitsiyent.

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

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

Hisoblash kengligi sifatida 1 metr yoki bitta 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 $P \cdot \cos\alpha/2$ yuklama ta'sir qildiriladi.

Ikki qatlamli to'shamalarni hisoblashda egilishga faqat ishchi to'shama me'yoriy yuklama bo'yicha hisoblanadi, chunki qiyalik bo'yicha tarqalgan yuklama qismini to'shamaning himoya taxtalari qabul qiladi. Hisoblash kengligi bunda $b=1 \text{ m}$ olinadi. Yig'ma to'plangan yuklamani esa yuklama $0,5 \text{ metr}$ ga tarqaladi deb hisoblanadi va hisobiy kenglik $0,5 \text{ m}$ bo'lganligi uchun $P=1,2 \text{ kN} / 0,5 = 2,4 \text{ kN}$ qiymatni olinadi.

Yelimfanerli to'shamalar zavod sharoitida tayyorlanadigan yirik plitalardir (*28-rasm*). Ularning uzunligi $l=3+6 \text{ m}$ eni $b=1+1,5 \text{ m}$ bo'ladi. Plita yog'och karkas va yelimlangan faner qoplamalardan tashkil topgan. Yelimfanerli to'shamalar to'shama va sarrov vazifalarini bajaradi. Karkas bo'ylama va ko'ndalang taxta qobirg'alaridan tashkil topadi va ularning qalinligi 25 mm dan kichik emas. Bo'ylama qobirg'alar $0,5 \text{ m}$ dan katta bo'lmagan qadamlarda, ko'ndalang qobirg'alar esa eng ko'pi bilan $1,5 \text{ metr}$ masofada qo'yiladi. Qoplama sifatida qalinligi 8 mm dan kichik bo'lmagan faneralar ishlatiladi.

Yelimfanerli to'shama plitalar eng kamida 55 mm li asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarga tayanishi kerak. Yelimfanerli to'shama plitalar yuqori va quyi fanera 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 kesimli bo'lganda esa, $Z = S/A$ ga teng.

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

Kesimning inersiya momenti uning qismlari inersiya momentlariga tengdir, ularning har biri $J_i = J_o + Aa^2$, $J_o = bh^3/12$ - xususiy inersiya momenti. Bunda fanera qoplamalarning inersiya momentlari kichik bo'lganligi uchun hisoblashlarda uni hisobga olish shart emas.

Qo'shtavr ko'rinishidagi qutisimon plitaning inersiya momenti:

$$J = b_{devor} h_{devor}^3 / 12 + 2 b \delta (h - \delta / 2)^2, \text{ ga teng.} \quad (4.6)$$

Qo'shtavr kesimining qarshilik momenti, $W = 2J/h$; tavr kesim uchun esa, $W_f = J/z_f$ va $W_{yo} = J/(h - z_{yo})$ ga tengdir. Fanera qoplamani neytral o'qqa nisbatan statik momenti $S = b\delta (h - \delta/2)$ yoki $S = b\delta (z - \delta/2)$ ga teng.

Aniq hisoblashlarda yog'och va faneraning elastiklik modullarini turli ekanligini hisobga olish kerak va hisoblar keltirilgan geometrik xarakteristikalari yordamida bajarilishi zarur, bunda fanera yuzasiga keltirilganda $J_{kelt} = J_f + J_{yo} \cdot E_{yo} / E_f$; yog'och yuzasiga keltirilganda esa

$$J_{kelt, yo} = J_{yo} + J_f \cdot E_f / E_{yo} \text{ dan iboratdir } (E_{yo} = 10000 \text{ MPa}; E_f = 9000 \text{ MPa}).$$

Yelimfanerli plita kesimlarini ketma-ket yaqinlashtirish orqali aniqlanishi

mumkin. Bunda kesim balandligi - $h = \frac{l}{300} l$ ga, h - balandligi; l - oraliq'i. Plita fanerasining talab qilingan qalinligini quyidagi formuladan aniqlanadi,

$$\delta = \frac{M}{(0,6 \cdot b \cdot h \cdot R_{fs})}, \quad (4.7)$$

bu yerda: h - kesim balandligi, R_{fs} - faneraning siqilishga hisobiy qarshiligi.

Yuqori qoplamaning siqilishga va egilishdagi ustuvorligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

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

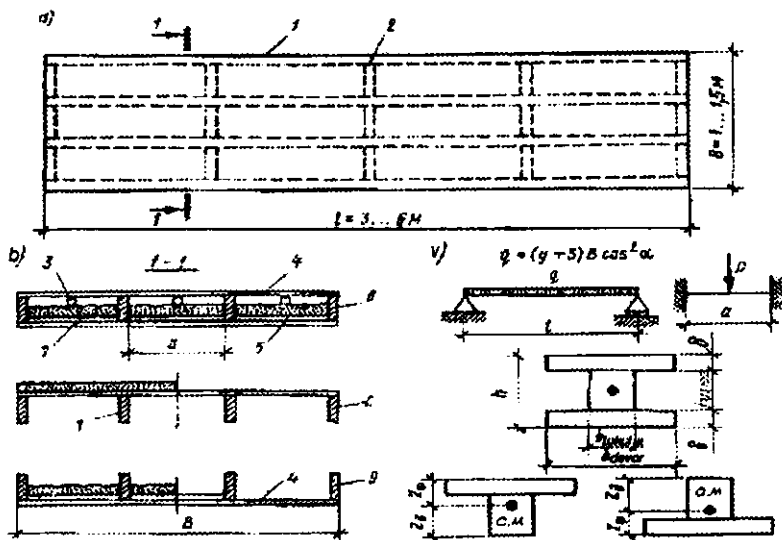
bu yerda: $R_{fs} = 12 \text{ MPa}$, φ_f - faneraning ustuvorligi koeffitsiyenti, uni quyidagi formula va tengsizliklar yordamida aniqlanadi:

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

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

bu yerda: a - bo'ylama qobirg'alar orasidagi masofa, δ - fanera qalinligi.

Quyi qoplamaning egilishdagi cho'zilishi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:



28-rasm. reymitanerü qobirg'ali pita to'snamalar: a - pita rejasi; b - pita kesimi; v - hisobiy sxema va kesimlar; 1,2 - bo'ylama va ko'ndalang yog'och qobirg'alar; 3 - shamollatish teshiklari; 4 - qurilish fanerasi; 5 - bug' saqlagich; 6 - ikki qoplamali qutisimon plita; 7 - issiqlik saqlagich; 8 - ustki qoplamali qobirg'ali plita; 9 - xuddi shunday, ostki qoplamali qobirg'ali plita.

$$\sigma = M / (W \cdot m_f) \leq R_{f, ch} \quad (4.11)$$

bu yerda: $R_{f, ch}$ - cho'zilishdagi hisobiy qarshilik ($R_{f, ch} = 13 \text{ MPa}$);
 $m = 0,6$ - faneraning bir-birini birlashtirilgan choklaridagi zaiflikni hisobga oladigan koeffitsiyent.

Qoplama yana to'plangan kuchdan ikki bo'ylama qobirg'alar orasidagi mahalliy egilishga ham tekshiriladi,

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

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

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

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

Qobirg'alarga yaqin fanera qatlami yelimli chokini egilishdagi yorilishga urinma kuchlanishlar orqali tekshiriladi:

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

bu yerda: Q -qirquvchi kuch; $R_{f, \text{yo}} = 0,8 \text{ MPa}$; b - qobirg'alar kengligi yig'indisiga teng; J - hisobiy kesimning inertsiya momenti; S_f - hisobiy kesimning statik momenti.

Plitaning egilishi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

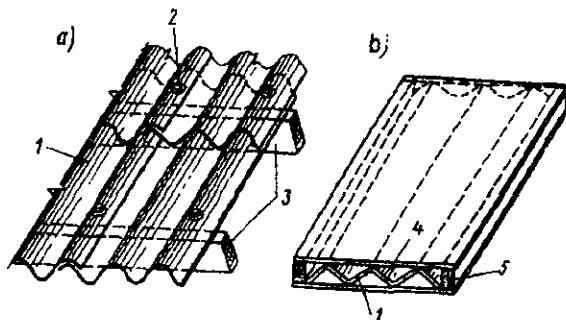
$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right], \quad (4.15)$$

Hisoblashlarda yelimfanerli plita to'shamaning bikrligi ($0,7EJ$) ga kamaytirib olinadi. Plitaning me'yoriy yuklamadan nisbiy egilishi $1/250$ dan oshib ketmasligi kerak. Yuqoridagi plitaning quyi va yuqori qoplamalari asbestsementli 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 plitalar hisoblanadi. Ular uch qatlamli yaxlit va qobirg'ali, ikki qatlamli va yorug'lik o'tkazadigan tiniq bo'ladi. Issiqlik saqlovchi to'shamalar sifatida asosan uch qatlamli plastmassa to'shamalardan foydalaniladi. Uch qatlamli to'shamalar qobirg'asiz yaxlit o'rta qatlamli plitadan iborat. Xorijiy mamlakatlarda ularni sendvich deb ham atashadi. Bu plitaning qalinligi $10+20 \text{ sm}$, kengligi $1,5$ metrgacha, uzunligi esa asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalarning qadamiga teng bo'lishi va 3 metrgacha bo'lgan bitta yoki ikkita ora yopma oralig'ini yopishi mumkin. Plita qoplamalari metall yoki



29-rasm. Plastmassali yorug'lik o'tkazadigan to'shamalar: a - to'lqinsimon varoqlar, b - tekis plita; 1 - to'lqinsimon shisha plastik varoqlar, 2 - mahkamlash; 3 - yog'och to'sinlar, 4 - tekis shisha plastik varoqlar, 5 - chorqirra kichik yog'och

metallmas varaqlardan tayyorlanishi mumkin. Metall qoplama sifatida tekis yoki gofrili aluminiy list qo'llanishi, metallmas qoplamalar sifatida tekis asbestsementli listlar (*qalinligi 10 mm. gacha*) qo'llanishi mumkin. Plitaning o'rta qatlami penoplastdan tayyorlanadi. Bulardan tashqari qobirg'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, tiniq va yarim tiniq yorug'lik o'tkazadigan plastmassalardan, poliefir stekloplastikadan, organik oynadan, viniplastlardan to'liqsimon varaq 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?

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 bkr bo'lishi yoki deformatsiyalanishga moyil bo'lishi mumkin.

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

Misol tariqasida uchta to'sinni ko'rib chiqaylik:

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

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

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

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

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

2. Xuddi B - to'sin singari o'lchamlari bir xil, lekin yig'ma moyil bog'lanishlardagi tarkibli to'sinni Y - bilan belgilaylik.

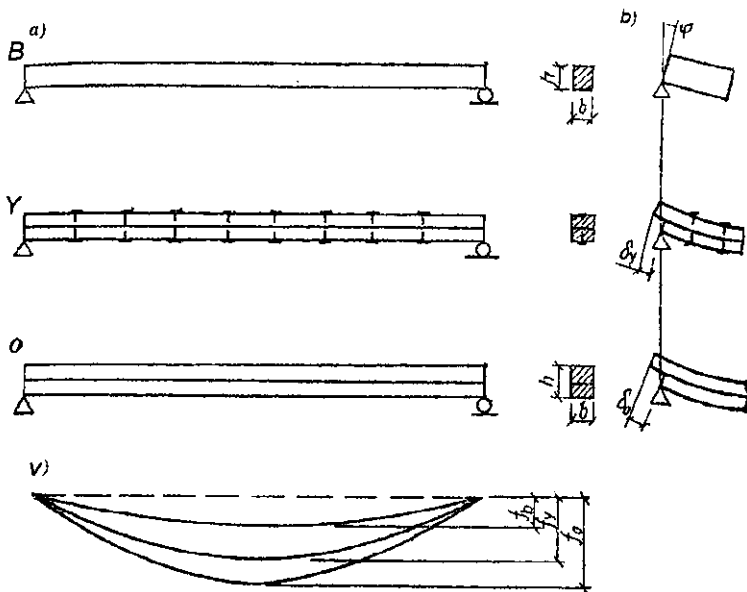
Egilish holatida, tayanch kesimda φ_y - burchakka burilish va σ_y - masofaga ko'chish yuz beradi.

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

Bu to'sinning chap tayanch kesimini kuzatsak, φ_o - burchakka burilish va σ_o - masofaga ko'chish hosil bo'ladi.

Uchinchi O - to'sinning I_o , W_o , f_o lari quyidagiga teng.

$$I_o = \frac{b \cdot h^3}{48}; \quad W_o = \frac{b \cdot h^2}{12}; \quad f_o = K \frac{q \cdot l^4}{E \cdot I_o} \quad (5.4)$$



30-rasm. Ko'ndalang egilishga ishlovchi to'sinlar. B - butun kesimli; Y - moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesimli; O - bog'lovchilarsiz tarkibiy kesimli; a - to'sinning umumiy ko'rinishi; b - yuklama ta'sirida to'sin tayanchidagi deformatsiya; v - yuklama ta'siridagi to'sinning egilishi.

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

$$I_b > I_y > I_o; \quad W_b > W_y > W_o; \quad f_b < f_y < f_o. \quad (5.5)$$

Yuqoridagi tengsizliklarga asoslangan holda, moyil bog'lanishlardagi tarkibiy kesimli to'sinning geometrik xarakteristikalarini (I_y, W_y, f_y) aniqlaymiz.

$I_y = K_{bikrik} \cdot I_b$, bu yerda: K_{bikrik} - 1 dan I_o/I_b gacha bo'lgan qiymatlarni oladi. Masalan: ikkita brus uchun, $I_o/I_b = 0,25$ ga teng.

Yig'ma tarkibli to'sinning qarshilik momenti:

$W_y = K_{bikrik} \cdot W_b$, bu yerda: K_{bikrik} - 1 dan W_o/W_b gacha bo'lgan qiymatlarni oladi. Masalan: ikkita brus uchun, $W_o/W_b = 0,5$ ga teng.

Moyil bog'lanishlardagi tarkibli to'sinning solqiligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$f_y = \frac{f_b}{K_{bikr}} = k \frac{P_m \cdot l^3}{E \cdot I_b \cdot K_{bikr}} \leq f_{chegaraviy}, \quad P_m = q_m \cdot l. \quad (5.6)$$

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

$$\sigma_{tg} = M / (W_b \cdot K_{\sigma}) \leq R_{tg} \quad (5.7)$$

K_{σ} , K_{bkr} - 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:

$$n_{bog} = \frac{M_{max} \cdot S}{I \cdot T_{bog}}, \quad (5.8)$$

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

$$n_{bog}^{ji} = \frac{1,5 \cdot M_{max} \cdot S}{I_{brutto} \cdot T_{bog}}, \quad (5.9)$$

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.

$$n_i^{ji} = \frac{1,5 \cdot 0,8 \cdot M_{max} \cdot S}{I_{brutto} \cdot T_i} = \frac{1,2 \cdot M_{max} \cdot S}{I \cdot T_i}, \quad (5.10)$$

Moyil bog'lanishdagi tarkibiy kesimli yog'och konstruksiyalarini bo'ylama egilishga hisoblash. Moyil bog'lanishlardagi tarkibli elementlarni bo'ylama egilishga hisoblash yaxlit kesimli elementlar hisoblaridagi qiymatlarni yangi koeffitsiyentlarga ko'paytirish orqali amalga oshirilishi mumkin.

Bo'ylama egilishda chokdagi siljish, ko'ndalang egilishdagiga nisbatan kichikdir.

Bo'ylama egilishda kuchlanish quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\sigma_s = \frac{N}{\varphi \cdot A_{his}} \leq R_s, \quad (5.11)$$

Bu yerda: σ_s - normal kuchlanish; N - bo'ylama kuch; φ - bo'ylama egilish koeffitsiyenti;

A_{his} - hisobiy ko'ndalang kesim yuzasi; R_s - siqilishdagi hisobiy qarshilik.

N va A_{his} larni xuddi yaxlit kesimlarni hisoblash kabi aniqlanadi. Bo'ylama egilish koeffitsiyenti- j ni quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_j = \frac{l_{his}}{\sqrt{\frac{I_{tarbihi}}{A}}} = \frac{l_{his}}{\sqrt{\frac{I_b \cdot K_{bkr}}{A}}} = \sqrt{l_{his}} / \sqrt{K_{bkr}} \sqrt{I_{brutto}/A} = \frac{\lambda_{brutto}}{\sqrt{K_{bkr}}} = \mu \cdot \lambda_{brutto}, \quad (5.12)$$

Bog'lovchilarni siljishga moyilligini hisobga oluvchi $\mu = 1/\sqrt{K_{bkr}}$ egi-luvchanlikka keltirish koeffitsiyenti doimo bir dan katta va uning qiymati V.M.Kochenov taklif etgan soddalashtirilgan formula orqali aniqlanadi:

$$\mu = \sqrt{\frac{l + k_c \cdot b \cdot h \cdot n_{stat}}{l_{hm} \cdot n_{bog}}} \quad (5.13)$$

bu yerda: k_c - bog'lovchilarni siljishini hisobga oladigan tajriba yo'li bilan aniqlangan koeffitsiyent (QMQ); b - tarkibli ko'ndalang kesimning eni; h - ko'ndalang kesimning umumiy balandligi; l_{hm} - elementning hisobiy uzunligi; n_{bog} - 1 metrda chokdagi bog'lovchilarning qirqilishlari soni, agar bir nechta choklar bo'lsa o'rta qiymatini qabul qilinadi; n_{chok} - siljish choklari soni.

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

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

- 1) xuddi ko'ndalang egilishdagi kabi K_w koeffitsiyent kiritish bilan;
- 2) keltirilgan egiluvchanlikni hisobga olgan holda x -ni hisoblash bilan.

Bu holatda normal kuchlanishlar quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{sof}} + \frac{M_o}{W_{sof} \cdot K_w} \leq R_s, \quad (5.14)$$

bu yerda: keltirilgan egiluvchanlik $\lambda_{kel} = \mu \lambda_{butun}$ ga,

$$M_o = \frac{M_g}{\xi}, \quad \xi = l - \frac{\lambda_{kel}^2 \cdot N}{3000 \cdot A_{sm} \cdot R_s} \text{ tengdir} \quad (5.15)$$

Solqiligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$f = K \frac{P_m \cdot l^3}{E \cdot I \cdot K_{bkr} \cdot \xi} \quad (5.16)$$

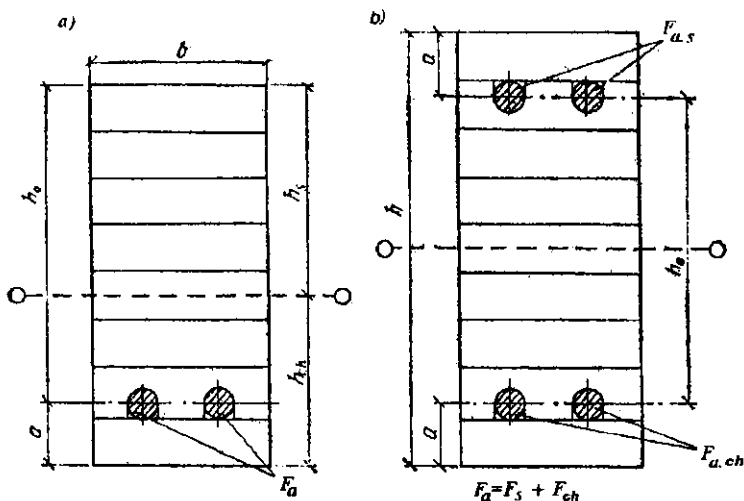
Tayanchdan eng katta maksimal moment hosil bo'ladigan kesimgacha bo'lgan masofadagi bog'lovchilar sonini aniqlashda ko'ndalang kuchning oshib borishi e'tiborga olinadi va quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$n_{bog} = \frac{1,5 \cdot M_{max} \cdot S}{I \cdot T_{bog} \cdot \xi}, \quad (5.17)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Moyil bog'lanish deganda nimani tushunasiz?
2. Tarkibli elementlar ko'ndalang egilishga qanday hisoblanadi?
3. Bo'yлама egilish holatida tarkibli elementlar qanday hisoblanadi?
4. Nomarkaziy siqilishga 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 steyenlar bilan armaturalangan to'sinlar:

a) yakka armaturali; b) qo'sh armaturali.

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

$$F_a = F_s + F_{ch}, \quad (5.18)$$

Tajribalardan kelib chiqib armatura sifatida davriy kesimli, oquvchanlik chegarasi 4000 kg/sm^2 dan kichik bo'lmagan armaturalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Armaturalarni qo'yish uchun teshik-joy ochiladi. Teshik yarim oy ko'rinishida bo'lishi mumkin. Bunda teshik o'lchami, armatura o'lchamidan $1+1,5 \text{ mm}$ atrofida katta bo'lib ketmasligi kerak.

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

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:

$$I_{kel} = I_{yog'och} + F_a \cdot n_a \cdot (h/2)^2 \quad (5.20)$$

bu yerda: $n_a = (E_a / E_{yog'och}) - 1 = 20$ ga teng

Yakka armaturalashda keltirilgan inersiya momenti:

$$I_{kel} = I_{yog'och} + F_{yog'och} (h_z - h_{sh} / 2)^2 + F_a \cdot n_a (h_{sh} - a)^2 \quad (5.21)$$

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

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

$$W_{kel} = 2I_{kel} / h, \quad (5.22)$$

yakka armaturalashda:

$$W_{kel} = I_{kel} / h_z, \quad (5.23)$$

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

Normal kuchlanishlar:

$$\sigma = \frac{M}{W_{kel}} \leq R_{eg}; \quad (5.24)$$

Urinma kuchlanishlar:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{kel}}{I_{kel} \cdot b} \leq R_{yorilish} \quad (5.25)$$

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

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

Solqilik - egilish:

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

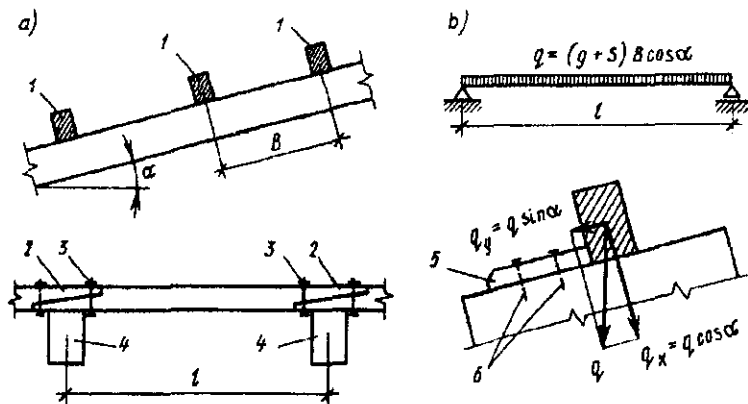
bu yerda: K - yukning turiga, ya'ni hisoblash sxemasiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent; $P_m = q_m \cdot l$ - me'yoriy yuklama.

5.3 Yaxlit kesimli yog'och to'sinlar

Butun yog'och to'sinlarga brus, qalin taxta, yon tomonlari kantlangan doirasimon kesimli yog'och to'sinlar kiradi. Ular yaxlit bo'lganligi uchun 6 metrgacha bo'lgan oraliqlarda ishlatiladi. Yog'och to'sinlar tom yopma to'shamalari uchun asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalar hisoblanadi. To'sinlar 3 metrgacha bo'lgan qadamlarda qo'yiladi. To'sinlar egilishga ishlaydi va ular birinchi hamda ikkinchi chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. To'sinlarga teng tekis tarqalgan yuklamalar ta'sir qiladi (32-rasmga qaralsin).

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

bu yerda: g - to'sin va to'sin ustidagi elementlarning xususiy og'irliklaridan tushadigan yuklama, kN/m^2 ; S - qor yuklamasi, kN/m^2 ; B - to'sin qadami, metr; α - qiyalik burchagi; q - umumiy yig'indi yuklama.



32- rasm. Tom yopma to'rtqirra to'sinlar: a - to'sinlar, b - hisobiy sxemalar,
1 - reyklar; 2 - choklar; 3 - boltlar;
4 - asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiyalar; 5 - tirgak; 6 - mixlar.

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

$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{\alpha}, \quad (5.29)$$

ikkinchi chegaraviy holat-deformatsiyanishi bo'yicha tekis tarqalgan yuklama ta'sirida bo'lgan holda:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{ql^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right]. \quad (5.30)$$

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

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

deformatsiya bo'yicha:

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

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

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

Kesimning qarshilik va inersiya 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 inersiya momentlarini hamda egilishlarning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari; b - kesim eni; h -kesim balandligi; α -qiyalik burchagi q - hisobiy yuklama; q_m - me'yoriy yuklama; $q = q_m \cdot \gamma$, bu yerda: γ -ishonchlilik koeffitsiyenti: $\gamma = 1, 1, 1, 3$ -doimiy yuklamalar uchun; $\gamma = 1, 4, 1, 6$ - vaqtinchalik yuklamalar uchun olinadi.

Yaxlit kesimli to'sinlarni uzunligi kichkina δm gacha bo'lganligi uchun asosan alohida bitta - uzlukli to'sin sifatida oraliqlarda ishlatiladi.

Amaliyotda esa ko'proq uzluksiz to'sinlar ishlatiladi. Ular iqtisodiy jihatdan arzon tushadi. Yog'och taxta mixli to'sinlar shular jumlasiga kiradi (33-rasm).

Mustahkamlikka normal kuchlanishlar bo'yicha hisoblanadi:

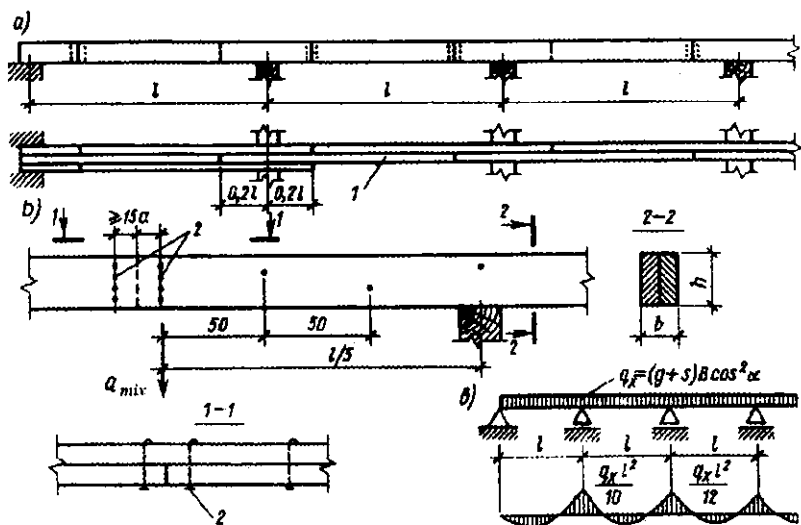
$$\sigma = \frac{M}{W} \leq R_{eg}, \quad (5.35)$$

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

Deformatsiya bo'yicha esa:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q_m l^3}{EJ} \leq \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{200} \quad (5.36)$$

bu yerda: q_x, q_m - hisobiy va me'yoriy tashqi yuklamalar; M - eguvchi



33-rasm. Yog'och taxta mixli to'sinlar: a - umumiy ko'rinish; b - choklar, v - hisoblash sxemasi; 1 - taxtalar, 2 - mixlar.

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, uzluksiz qirqimsiz to'sinlar 6,5 metrgacha bo'lgan oraliqlarda samarali hisoblanadi.

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

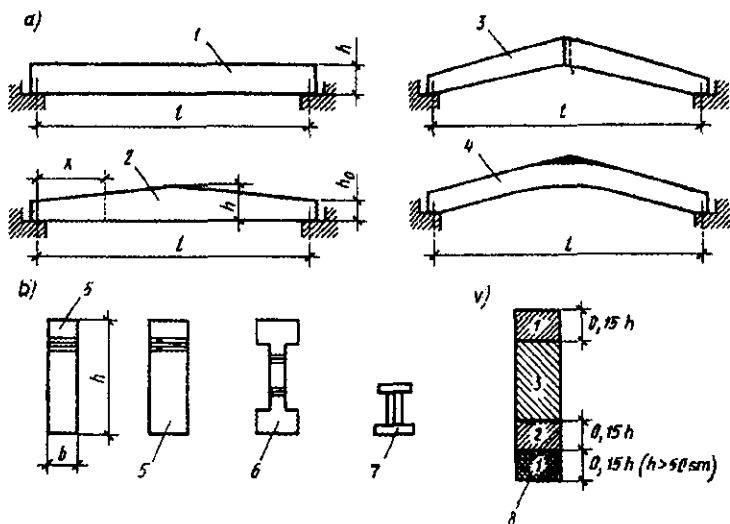
$$\text{katta nisbiy solqilik, } \frac{f}{l} = \frac{2}{384} \frac{q_m l^3}{EJ} \quad (5.37)$$

Teng solqilikli to'sinlarda chok tayanchdan $0,2l$ masofada joylashtiriladi hamda ikki chetki oraliqlar $0,8l$ ga qisqartiriladi. Bu holda tayanchlarda $M = ql^2/12$ ga teng eguvchi moment hosil bo'ladi, nisbiy solqiliklar barcha oraliqlarda

$$\frac{f}{l} = \frac{1}{384} \frac{q_m l^3}{EJ}, \quad (5.38) \text{ ga teng bo'ladi.}$$

5.4. Yelimlangan yog'och to'sinlar

Yelimlangan yog'och to'sinlar - suvga chidamli sintetik yelim bilan taxtalarni yelimlash orqali zavod sharoitida qarag'ay yoki qora qarag'ay yog'ochlaridan tayyorlanadi (34-rasm). Qo'llash oralig'ining 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 - taxta sifati toifasi; 1 - bir nishabli to'sin; 2 - ikki nishabli to'sin; 3 - xuddi shunday, tishli ulangan; 4 - egri yelimlangan; 5 - to'g'ri burchakli kesim; 6 - qo'shtavr kesimli; 7 - rels ko'rinishidagi kesimli; 7 - taxta sifati toifasi.

Bu to'sinlarning enini kamida $(1/6) \cdot h$ (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 $h = (1/10 \div 1/15)l$ 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'shtavr yoki relssimon ko'rinishlarda bo'lishi mumkin. Yelimlangan yog'och to'sinlarni ikki tomoni sharnirga tayangan oddiy to'sin kabi hisoblanadi. Bunda o'zining xususiy og'irligi va to'singa yuqorisidan tushadigan barcha yuklamalar hisobga olinadi. U holda, normal kuchlanishlar bo'yicha to'sinning mustahkamligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\sigma = M / W \leq R_{og} m_b m_{1,sh}, \quad (5.39)$$

bu yerda: t_b - ko'ndalang kesimning balandligi qiymatini o'zgarishi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishini hisobga oladigan koeffitsiyent; $m_{i,sh}$ - yelimlanadigan yog'ochlarning qalinligi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishini hisobga oladigan koeffitsiyent, yani ishlash sharoitini

m_b - koeffitsiyentning qiymati 1 dan 0,8 gacha o'zgaradi; ularning qiymatlari quyidagi jadvallarda keltirilgan.

5-jadval m_b - kesim balandligiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent

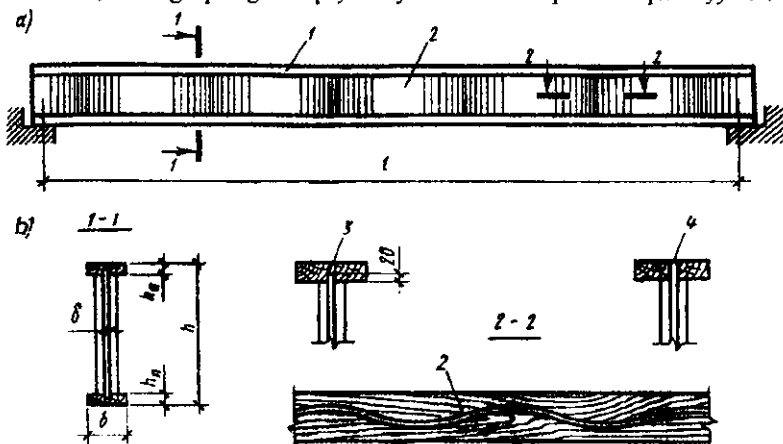
h	50 va undan kichik	60	70	80	100	120 va undan katta
m_b	1	0,96	0,93	0,9	0,85	0,8

6-jadval $m_{i,sh}$ - to'simni ishlash sharoitiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent

Taxta qalinligi	19	26	39	42
$m_{i,sh}$	1,1	1,05	1	0,95

Yelimlangan fanerali to'sinlar - fanera devor, yog'och belbog' va qobirg'alardan tashkil topadi. Yelimlangan fanerli to'sinlar ikki turga bo'linadi: qobirg'ali va to'lqinsimon devorli (35-rasm).

Yelimlangan fanerli 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 yelimfanerli to'sin: a - old ko'rinishi; b - kesim; 1 - yog'och kamari; 2 - to'lqinsimon faner devor, 3 - o'yib biriktirish; 4 - qirra bo'yicha biriktirish.

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 brus, qalin taxta, dumaloq yoki qirralari kantlangan kesimli bo'lishi mumkin. Ular tom yopmalarda, ayvonlarda, kichik ishchi maydonlarda, platformalarda, yog'och to'siq devor sinch elementlarida, tarkibli konstruksiyalarda, elektr uzatish tayanchlarida va aloqa konstruksiyalarida qo'llaniladi.

Yaxlit yog'och ustunlar ko'ndalang kesimining o'lchamlari maksimal 275 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 bruslarni yoki qalin taxtalarni mix va bolt yordamida birlashtirish natijasida hosil qilinadi. Bu turdagi 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_{ku} quyidagicha aniqlanadi:

$$\lambda_{ku} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_y)^2 + \lambda_1^2}, \quad (5.40)$$

bu yerda: $\mu_y = \sqrt{1 + K_s \cdot b \cdot h \cdot n_{chok} / (l^2 \cdot n_{bolt})}$ - egiluvchanlikni keltirish koefitsiyenti; K_s - birikmani moyillik koefitsiyenti va u boltli birikmalarda d/h_1 nisbatga bog'liqdir (d - bolt diametri, h_1 - to'rtqirra yog'och qalinligi, $d/h_1 \leq 1/7 \rightarrow K_s = 0,2 / d^2$, $d/h_1 \geq 1/7 \rightarrow K_s = 1,5 / h_1 d$); n_{chok} - choklar soni; n_{bolt} - 1 metrda bog'lovchilar soni; l - ustun uzunligi; $\lambda_y = l/i$ (bu yerda $i = \sqrt{I/A}$); λ_1 - bitta yaxlit ustunning egiluvchanligi.

Mixli birikmalarda $\rightarrow K_s = 0,1 \cdot d^2$; ikkita to'rtqirra yog'ochdan tayyorlangan ustun uchun $n_{chok} = 1$ ga teng (*qirqimsiz*); qistirmali ikkita to'rtqirra yog'ochdan tayyorlangan ustun uchun $n_{chok} = 2$ ga teng (*qirqimsiz*).

Ustuvorlik koefitsiyenti - φ_u ni λ_{ku} dan foydalangan holda quyidagi formulalardan aniqlanadi:

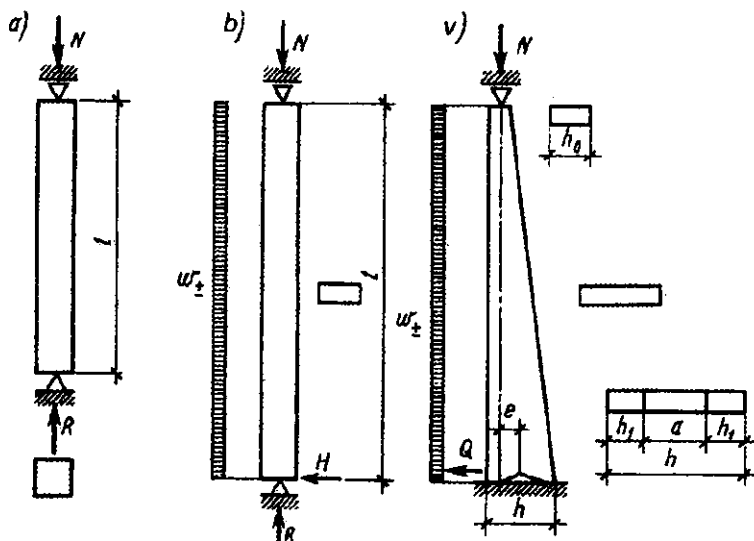
$$\varphi_u = 3000 / \lambda^2 \text{ yoki } \varphi_u = 1 - 0,8 (\lambda / 100)^2; [\lambda] \leq 120, \quad (5.41)$$

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

Bu turdagi ustunlarning ko'ndalang kesimlari quyidagicha topiladi:

$$h_{1q} = 1 / (0,29 \lambda_{\text{kor}}), \quad (5.42)$$

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



36- rasm. Yelimlangan yog'och ustunlar: a - o'zgarimas kvadrat kesimli; b - o'zgarimas 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 kesimi o'zgarimas, kvadrat ko'rinishida bo'lgan yelimlangan yog'och ustunlar bo'ylama siquvchi kuchga quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_s \cdot t_b \cdot t_{1,sh}, \quad (5.43)$$

bu yerda: t_b - ko'ndalang kesimning balandligi qiymatini o'zgarishi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishini hisobga oladigan koeffitsiyent; $t_{1,sh}$ - yelimlanadigan yog'ochlarning qalinligi hisobiga mustahkamlikni o'zgarishini hisobga oladigan koeffitsiyent.

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

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

Mustahkamlikka quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

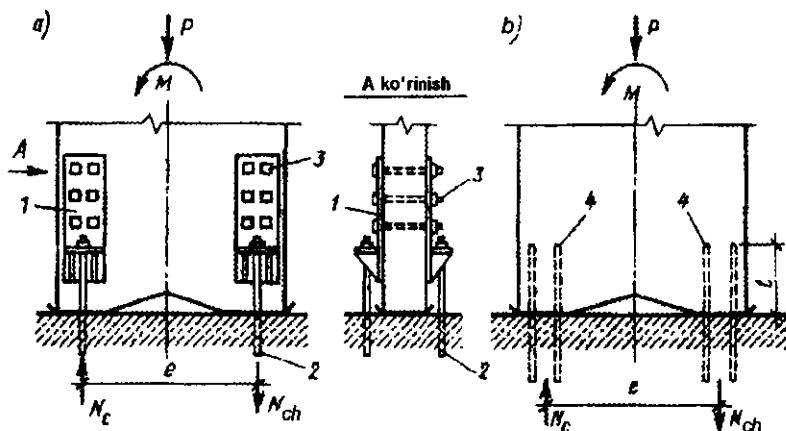
$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} \leq R_t, \quad (5.44) \text{ bu yerda:}$$

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

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

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

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



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

1 - anker, 2 - o'tirgichlar, 3 - boltlar, 4 - yelimlangan armatura qoziqlar.

Bunday ustunlarning yuqori uchining ko'ndalang kesim o'lchamlari mustahkamlik sharti bo'yicha, quyi uchi ko'ndalang kesimi o'lchamlari esa ustunning ruxsat etilgan chegaraviy egiluvchanligi bo'yicha aniqlanadi. Quyi uchining o'rta qismida uchburchaksimon kertish qilish tavsiya qilinadi. Bunda siqilishdagi normal kuchlanishlar egilishda chekka yon tomonlarida markazlashib to'planadi, ichki juft kuchlarning egilishdagi yelkasi ortadi va tayanchdagi mahkamlash elementlaridagi zo'riqishlar kamayadi.

Maksimal eguvchi moment tayanchda hosil bo' ladi:

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

bu yerda: bo'ylama N kuch shartli o'qqa nisbatan $ye=(h-h_0)/2$ ga teng eksentrisitet bilan ta'sir qiladi; N - bo'ylama 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 qirquvchi kuch qiymati $Q=\omega \cdot l$; Q - qirquvchi kuch*).

Bunday ustunlar siqilish - egilish bo'yicha mustahkamlikka tekshiriladi:

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

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

$$K_N = 0,07 + 0,93 h_0/h, \quad (5.49)$$

Ustivorlik koeffitsiyenti - φ

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

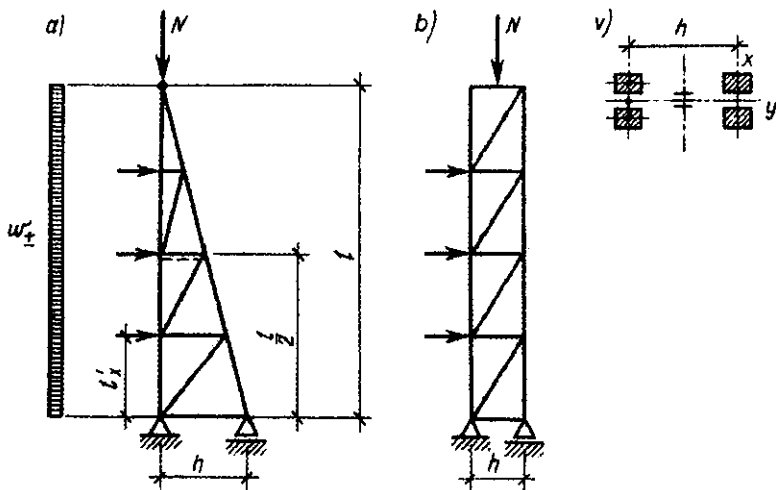
Ustunni egilishidagi deformatsiyani hisobga oladigan koeffitsiyent - ξ ni quyidagi formula yordamida aniqlaymiz:

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

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

Panjarasimon ustunlar - ishlab chiqarish bino va inshootlari tom 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 ustunning ko'ndalang kesim yuzasi balandligi $(1/6)l$ dan kichik bo'lmasligi kerak (*38-rasm*). Panjarasimon ustun belbog'lari bir yoki ikki elementli bo'lishi mumkin. Ustun tugunlari bolt yordamida mahkamlanadi. Panjarasimon ustunlar vertikal tashqi yuklarni, gorizontal shamol bosimi, ustunning xususiy og'irligini hisobga olgan holda hisoblanadi.

Ushbu turdagi ustunlar xuddi konsol fermalar kabi ishlaydi. Ustun sterjenlaridagi bo'ylama zo'riqishlarni qurilish mexanikasi uslublari yordamida yoki grafik usulda - Maksvell-Kremon diagrammasi yordamida aniqlash mumkin. Zo'riqishlar qiymatlariga qarab sterjenning ko'ndalang kesim o'lchamlari aniqlanadi.



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

Takrorlash uchun savollar

1. Nima uchun konstruksiyalar tarkibli qilib tayyorlanadi?
2. Moyil bog'lanishlardagi tarkibiy kesimli yog'och konstruksiyalari ko'ndalang va bo'ylama egilishlarga qanday hisoblanadi?
3. Bog'lovchilar 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'shamalar 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?

6-BOB

Yog'och arkalar

6.1. Arka konstruksiyalari

Umuman olganda tarmoqli konstruksiyalarni ikki turga bo'lish mumkin:

a) arkalar va ramalar; b) fermalar.

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 holatlari ma'lum.

Statik sxemalari bo'yicha arkalarni ikki sharnirli va uch sharnirli, tayanish sxemalariga qarab tortqichli va tortqichsiz arkalarga bo'linadi. Konstruksiyalariga qarab esa ularni yaxlit, yelimlangan va fermali, arka o'qining shakli bo'yicha esa segmentli, uchburchakli, ko'rsatkichsimon arkalarga 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 tayanishiga qarab tortqichli va tortqichsiz turlarga bo'linadi va ular 12+24 metrgacha bo'lgan oraliqlarda muvaffaqiyatli

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

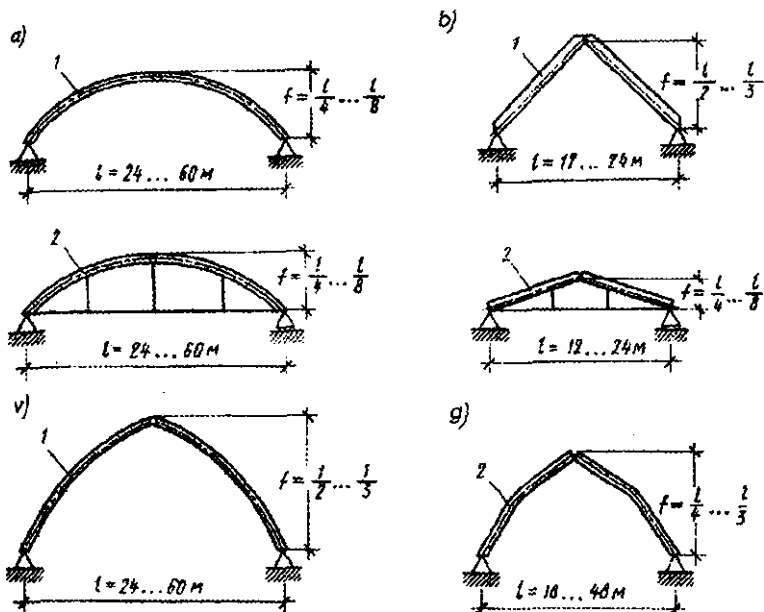
balandligi $f = \frac{l}{2} + \frac{l}{3}$ oraliqlarda bo'ladi. Bu turdagi arkalar katta balandlik talab

qili-nadigan to'siqsiz ishlab chiqarish binolarida qo'llaniladi hamda vertikal va gorizontal tayanch bosimlarini poydevorga to'g'ridan-to'g'ri uzatadi. Siniq chiziq o'qli arkalar ham xuddi ko'rsatkichsimon arkalarga o'xshaydi, faqat uning konstruksiyasi to'g'ri chizikli 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 arkalarda balandligi - $f = \frac{l}{2} + \frac{l}{3}$, tortqichli - $f = \frac{l}{4} + \frac{l}{8}$

arkalarda bo'ladi. Ularni qo'llanilishining afzalligi, tom yopmada tekis nishabli tom hosil bo'lishidadir. Lekin uchburchakli arkalar ko'ndalang kesimida tashqi yuklar-



39- rasm. Yelimlangan yog'och arkalar : a - segmentli; b - uchburchakli; v - ko'rsatgichsimon; 1 - tortqichsiz; 2 - tortqichli.

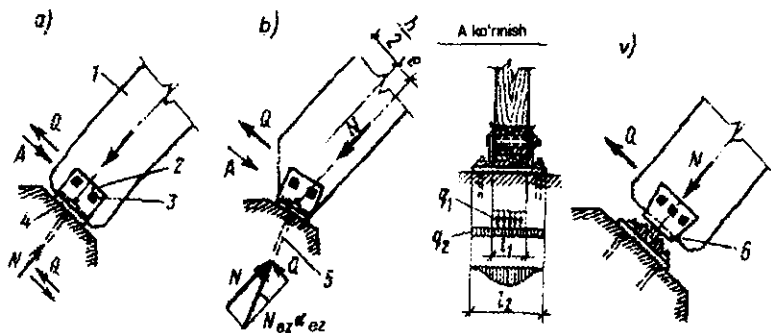
dan katta qiymatdagi eguvchi moment hosil bo'ladi, shuning uchun bu toifadagi arkalar kichik oraliqlarda qo'llaniladi.

Butun 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 arkalar, tomi ikki nishabli vaqtinchalik binolarda qo'llaniladi.

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

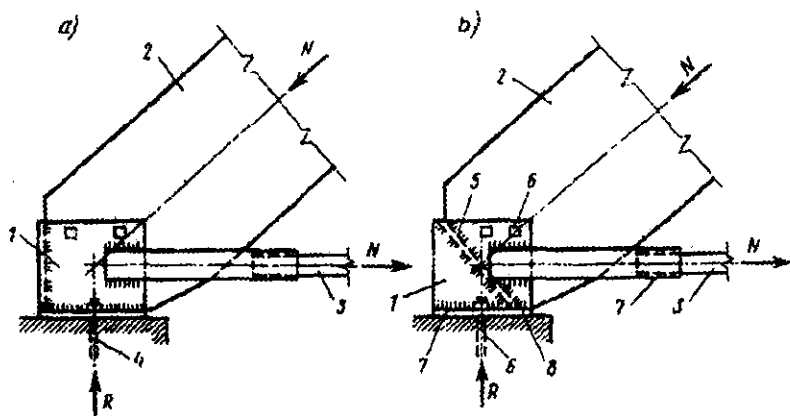
Tortqichli yelimlangan yog'och arkaning tayanch tuguni ham po'lat taglik yordamida bajariladi. Bunda arka gorizontal poydevor tekisligiga mahkamlanadi (41-rasm).



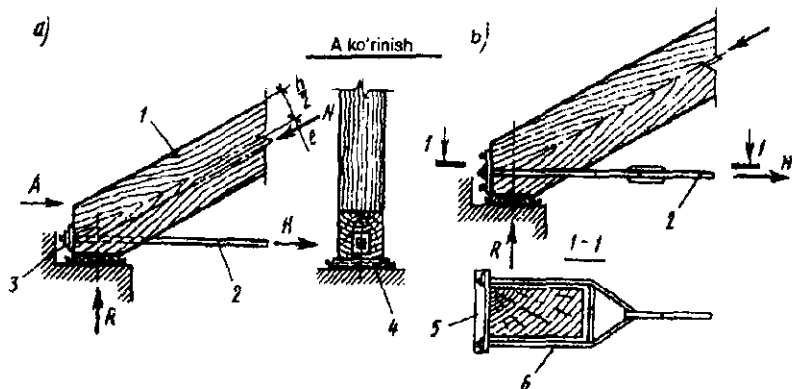
40- rasm. Tortqichsiz yelimyog'och arkalarining tayanch tugunlari: a - segmentli; b - uchburchakli; v- katta oraliqli; 1 - arka; 2 - po'lat qoplama; 3 - bolt; 4 - payvand; 5 - anker; 6 - sharnir.

Uch sharnirli yelimplangan arkalarining uchidagi qismlarini po'lat yoki yog'och qoplama va boltli birlikma yordamida sharnirli qilib mahkamlanadi.

Yaxlit brus yoki doirasimon ko'ndalang kesimli arkalarini tayanch tuguni o'yiqli birlikma yordamida bajariladi. Agar arka tortqichli bo'lsa, uning tayanch tuguni soddaroq ko'rinishda bo'ladi (42-rasm).



41-rasm. Tortqichli arkaning tayanch burchaklari: a- vertikal diafragma bilan; b- qiya diafragma bilan; 1- tayanch qoplamlar; 2-arkalar; 3- tortqichlar; 4- ankerlar; 5- diafragma; 6- bolt; 7- payvand; 8- tayanch varag'i.



42- rasm. Arkaning tayanch tugunlari: a - tugun shayba bilan; b - tugun sirtmoq bilan.
 1 - arka; 2 - tortqich; 3 - tirgak; 4 - shayba; 5 - ko'rarish uchun metall moslama;
 6 - sirtmoq.

6.2. Yog'och arkalarini hisoblash

Arkalarda birinchi bo'lib o'lchamlarini aniqlash - geometrik hisoblash ishlari bajariladi. Arka simmetrik konstruktsiya bo'lganligi uchun, uning asosiy o'lchamlari: l - oralig'i; f - arka balandligi. Ko'rsatkichsimon arkalarda esa, yarim arkaning egrilik radiusi - r oldindan aniqlanadi.

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

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

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

43-rasmda segmentli va ko'rsatkichsimon arkalarining geometrik hisoblash sxemalari keltirilgan.

Segmentli arkalarda r - egrilik radiusi, φ - yarim arkaning markaziy burchagi, S - yarim arka yoyining uzunligi, kesim koordinatalari x , y va α_n - urinmaning nishablik burchaklari quyidagi ifodalar yordamida aniqlanadi.

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

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

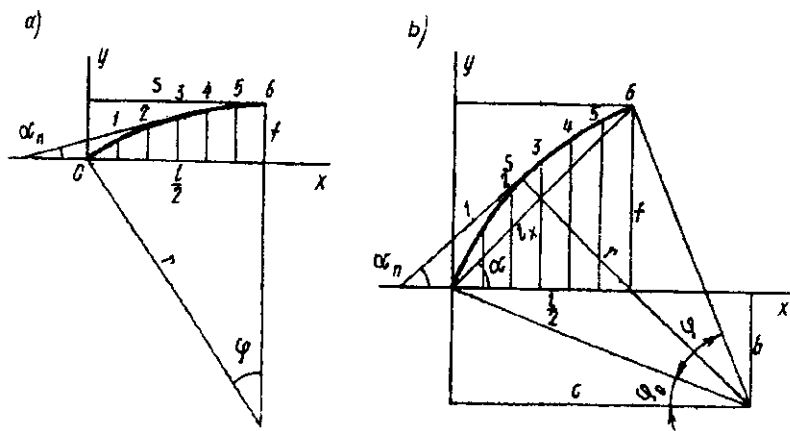
Ko'rsatkichsimon arkalarda quyidagi o'lchamlar aniqlanadi:

α - nishablik qiyalik burchagi; S - o'q uzunligi; φ - o'qning markaziy burchagi; φ_0 - birinchi radius chizig'ining nishablik burchagi; b va c - markaziy koordinatalar; z - vatar bo'yicha kesim koordinatalar; α_n - urinmaning o'qqa nisbatan nishablik burchagi.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2f}{l}; \quad l_x = f / \sin \alpha; \quad \sin \varphi / 2 = l_x / (2l); \quad S = r \cdot \varphi_0$$

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

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

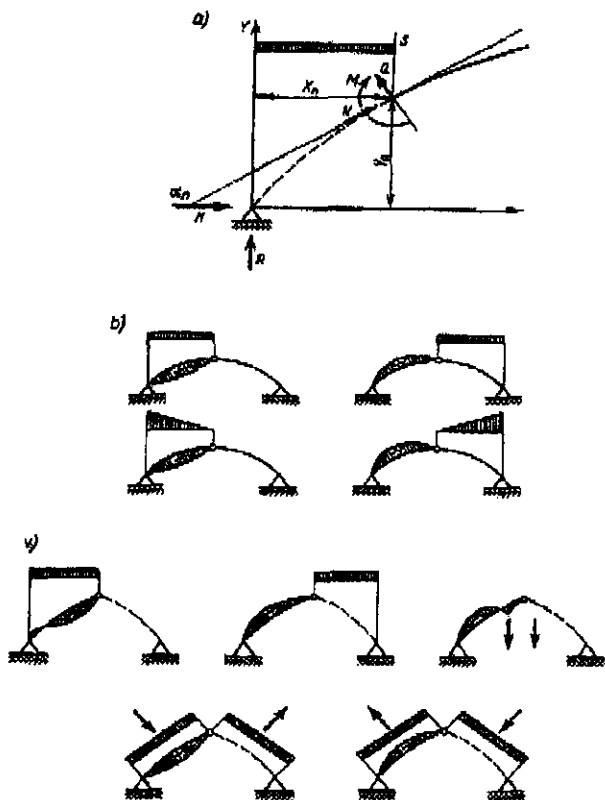


43- rasm. Yarim arkaning geometrik sxemalari: a- segmentli, b- ko'rsatkichsimon

44-rasmda arka kesimlarida hosil bo'ladigan eguvchi moment, qiruvchi kuch va bo'ylama ichki zo'riqishlarning ta'sir qilish yo'nalishlari, teng tarqalgan tashqi yuklamaning ta'siri, eguvchi moment epyuralari va ishlash sxemalari, segmentli arkalardagi hosil bo'ladigan eguvchi momentlar, ko'rsatkichsimon arkalardagi eguvchi momentlar sxemalari ko'rsatilgan.

Arkalarni hisoblash tartibi:

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



44-rasm. Arka kesimlarida hosil bo'ladigan eguvchi moment epyuralari va ishlash sxemalari: a- ishlash sxemalari; b- segmentli arkalardagi momentlar, v-ko'rsatkichsimon arkalardagi momentlar.

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

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

Eguvchi moment $- M$, qirquvchi 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 sxemasi va tashqi kuchlarga qarab qurilish mexanikasi uslublari yordamida tayanch reaksiyalari, ichki zo'riqishlar 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:

$$W_1 = \frac{M}{0,8 R_{\text{eg}}}; \quad h_1 = \sqrt{6 \cdot W_1 / b}, \quad (6.6)$$

bu yerda: W_1, h_1 - talab qilinadigan arka ko'ndalang kesimining qarshilik momenti va balandligi; M - maksimal eguvchi moment; b - ko'ndalang kesimning kengligi;

R_{eg} - yog' ochning egilishdagi hisobiy qarshiligi; 0,8- egilishda bo'ylama kuch ta'sirini hisobga oladigan koeffitsiyent.

Hisoblashlarda arka ko'ndalang kesimining kengligi - b ga oldindan qiymat beriladi va keyin h_1 qiymatini aniqlanadi.

Arka kesimlari mustahkamligini normal kuchlanishlar bo'yicha tekshiriladi:

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

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

N - bo'ylama kuch, segmentli arkalarda uch qismidagi N ning qiymati, uchburchak va ko'rsatkichsimon arkalarda oraliqni to'rtidan bir qismidagi N ning qiymati olinadi.

Egiluvchanlik $\lambda = l_0 / r$, bu yerda: l_0 - hisobiy uzunlik; r - inersiya radiusi.

Segmentli arkalarni hisoblashda $l_0 = 0,58 \cdot 2 \cdot S = 1,16 \cdot S$ olinadi. Uchburchakli va ko'rsatkichsimon arkalarni hisoblashda $l_0 = S$ (bu yerda S - yarim arka uzunligi) olinadi. Bundan tashqari arkaning yuqori belbog'i ustuvorlikka deformatsiyalanishning tekis shakli bo'yicha ham tekshiriladi.

Arka hisobining eng ahamiyatli joyi, uning tugunlarini hisoblashdadir.

Takrorlash uchun savollar

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

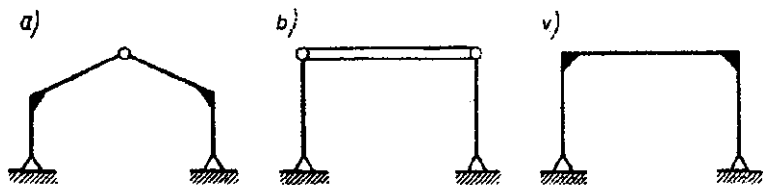
7-BOB

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 yechimlari soddaroq yechilgan. Kamchiligi tugunlarida katta zo‘riqishlar hosil bo‘lishidadir.



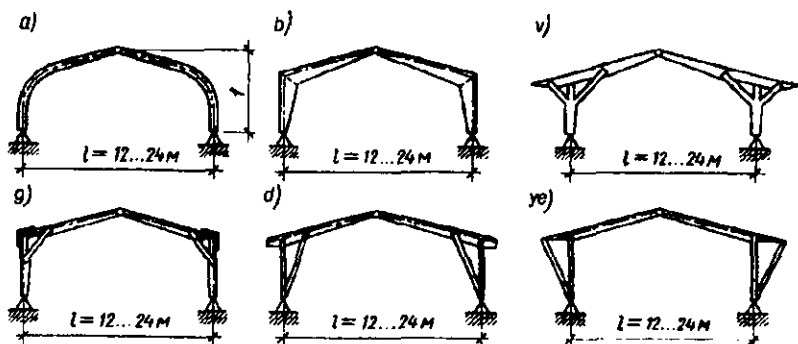
45-rasm. Yog‘och ramalar sxemalari: a-uch sharnirli; b-ikki sharnirli, biki mahkamlangan; v-ikki sharnirli sharnir tayangan.

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 murakkabroqdir. 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 ikkitadan 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 beshburchakli yarim ramalardan tashkil topgan. Rama ko‘ndalang kesimi enining o‘lchami o‘zgarmas, kesim balandligi esa o‘zgaruvchandir. Bu ramalarning afzalligi: yirik yarim ramalardan tashkil topgan ramalarni yig‘ishning osonligi va yig‘ish vaqtining kamligi; kesim balandligining o‘zgaruvchanligi; maksimal eguvchi moment bor joyda kesimni katta,



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

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

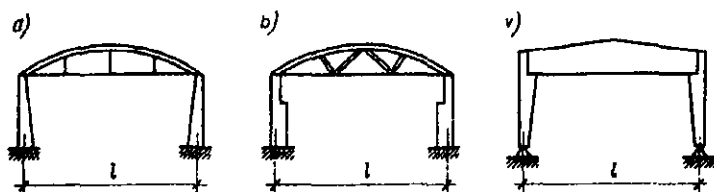
Kamchiligi: transportda tashish imkoniyat darajasining pastligi (*rama yirik bo'lganligi uchun*); egilgan qismidagi siquvchi kuchning qiymati to'g'ri chiziqli ramadagiga nisbatan kattaligi.

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'shamalarni o'matish hamda tomda 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'zgaras kesimli to'rtta havonlardan tashkil topadi. Havonlar sarrovlarga qo'shimcha tayanch sifatida ishlaydi va shuning uchun sarrovdagi eguvchi moment qiymatini qisman kamaytiradi.

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

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 alohida qismlardan tashkil topgani uchun ularni transportda tashish darajasi yuqoridir. 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 ferma bilan; v - sharnirli tayanch va yelimlangan yog'och to'sin bilan.

Ikki sharnirli yelimlangan yog'och ramalar biki tayanchli, sharnir tayanchli qilib loyihalanadi. Ramalarda uchta 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 (*asosan 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 asbestsementli bo'lsa, uning qiyaligi - $i \geq 25\%$, ruberoidli tom yopmalarda esa $i \leq 25\%$ qabul qilinadi.

Egri chiziqli ramalarning o'stirma qismidagi egri chiziqli yoy qismi egrilik radiusini ruxsat etilgan eng kichik qiymatidan kelib chiqqan holda olinishiga tavsiya beriladi:

$$r \geq 150 \cdot d; \quad (7.1)$$

bu yerda: r -egrlilik radiusi, d -yelimlanadigan bitta taxtaning qalinligi.

Ramani statik hisoblashda quyidagi tartibga rioya qilinadi:

1. Ramani hisoblash sxemasi aniqlanadi.
2. Ramaga ta'sir qiluvchi tashqi yuklamalar qo'yiladi.
3. Tashqi yuklamalarning me'yoriy va hisobiy qiymatlari aniqlanadi.
4. Tashqi yuklamalardan hosil bo'ladigan tayanch reaksiyalari aniqlanadi.

5. Hisobiy sxemadagi asosiy hisoblash nuqtalarining koordinatalari topiladi.
6. Doimiy va qor yuklamalaridan hosil bo'ladigan eguvchi moment, qirquvchi kuch va bo'ylama kuchlar epyuralari quriladi.
7. Shamol yuklamasidan M, Q, N epyuralari quriladi.
8. Ichki zo'riqishlar (M, Q, N) asosiy qiymatlarining ishoralariga qarab yig'iladi.
9. Aniqlangan asosiy yig'indi ichki zo'riqishlarning qiymatlariga qarab ko'ndalang kesim o'lchamlari aniqlanadi.

Talab qilinadigan ko'ndalang kesimning o'lchamlari (balandligi, qarshilik momenti) quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi:

$$h_i = \frac{1,5 \cdot Q}{b \cdot R_{yozilish}}; \quad W_i = \frac{M}{0,8 \cdot R}; \quad h_i = \sqrt{6 \cdot W/b}, \quad (7.2)$$

Takrorlash uchun savollar

1. Ramalarning qaysi turlari qurilishda ishlatiladi?
2. Ramalar qanday oraliqlarda qo'llaniladi?
3. Ramalarni hisoblash tartibini tushuntirib bering.
4. Ramalarni hisoblashda qaysi yuklamalar hisobga olinadi?
5. Rama tugunlarini tushuntirib bering.
6. Rama kesimlaridagi zo'riqishlar qanday aniqlanadi?
7. Rama ko'ndalang kesim o'lchamlari qaysi formulalar yordamida aniqlanadi?

8 - BOB

Yog'och fermalar

8.1. Yog'och ferma konstruksiyalari

Yog'och fermalar - to'sin turidagi panjarasimon konstruksiyalar bo'lib, ular qurilishda keng qo'llaniladi. Fermalar turli bino va inshootlar uchun asosiy yuk ko'taruvchi konstruksiya bo'lib xizmat qiladi. Fermalar to'shama va sarrovlar uchun asosiy yuk ko'taruvchi asos bo'lib xizmat qilishi bilan birga, to'suvchi konstruksiyalar vazifasini ham bajaradi. Osmo shifllarni va yengil ishlab chiqarish jihozlarini ularga osish mumkin. Fermalarda metall va yog'och materiallaridan samarali foydalaniladi. Fermani siqiluvchi elementlari yog'ochdan, cho'ziluvchi sterjenlari esa metaldan tayyorlanadi.

Fermalarning eng asosiy kamchiligi, ulardagi tugunlarning ko'pligidir. Shuning uchun ularni tayyorlash va yig'ish murakkabdirlar. Ferma sterjenli sistema bo'lgani uchun uning umumiy balandligi kattadir. Bu o'z navbatida inshootning umumiy balandligiga ta'sir ko'rsatadi.

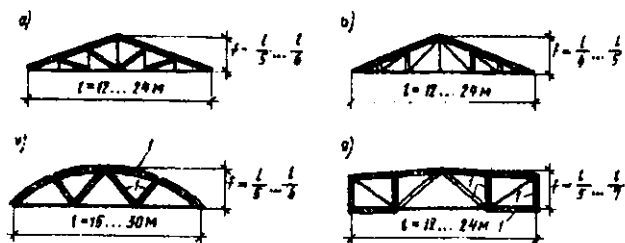
Yog'och fermalar ikki asosiy - yelimlangan yog'och va butun yog'ochli sinflarga bo'linadi.

Yelimlangan yog'och fermalarning oraliqi $12 + 30$ metrgacha bo'lishi mumkin.

Fermalar geometrik sxemalari 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*).

Amaliyotda yaxlit yoki sterjenli-ferma to'sin konstruksiyalarini tanlash - asosan inshootning vazifasiga qarab aniqlanadi. Masalan, kimyoviy agressiv muhit sharoitida sterjenli to'sinlarni (*fermalarni*) qo'llash tavsiya etilmaydi, chunki bu holda har xil tuz, kislotalar, ishqorlarning ta'sir etish yuzalari kattadir.



48 - rasm. Yelimlangan yog'och fermalar: a - pastga yo'nalgan havonli uchburchakli ferma; b - yuqoriga yo'nalgan havonli uchburchakli ferma; v - segmentli; g - beshburchakli.

Fermalar industrial konstruksiya hisoblanadi. Ularda yelimlangan yog' och ishlatilishi - o'tga chidamlilikni oshiradi. Agar yelimlangan yog' ochni ishlatish imkoniyati bo'lmasa, to'rtqirra yog' och ko'rinishidagi sterjenlardan foydalaniladi. Bu turdagi fermalarni o'tga chidamliligi kichikdir.

Fermalar, asosan, statik aniq sxemalar asosida hisoblanadi. Statik noaniq sistemalarda fermalarni qo'llash, umuman tavsiya etilmaydi. Bu holda tugunlardagi deformatsiyalanish hisobiga zo'riqishlarni boshqa sterjenlarga uzatilishi yuz berib qolishi mumkin.

Fermalar, sterjenlarining materiallari turlariga qarab ham quyidagi turlarda bo'linadi: butunyog' ochli, metall yog' ochli, yelimlangan yog' ochli.

Metallyog' och sterjenli fermalarda, asosan, quyi belbog' i ikkita po'lat burchaklikdan, yuqori belbog' ini esa yelimlangan yog' ochdan tayyorlanadi.

Uchburchakli, havonlari pastga yo'nalgan, yelimlangan yog' ochli fermalar yuqori belbog' ining qiyaligi katta bo'ladi. Bu fermalarni quyi belbog' i ikki po'lat burchaklikdan tayyorlanadi va hisoblash orqali ularning uzunligi bo'yicha birgalikda ishlashini ta'minlash maqsadida bikrlilik qobirg' alari qo'yiladi (*bir-biriga metall plastinka yordamida payvandlanadi*). Bu fermalarning havonlari faqat siqilishga 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 yakka armatura sterjenlaridan tayyorlanadi.

Uchburchakli havonlari yuqoriga yo'nalgan yelimlangan yog' ochli fermalar, uchburchakli havonlari pastga yo'nalgan fermalar singari yuqori belbog' va quyi belbog' larga egadirlar. Bu fermalarning havonlari cho'zilishga ishlaydi va havonlar po'lat armatura sterjenlaridan tayyorlanadi, ustun sterjenlari esa siqilishga ishlaydi va ustunlar yog' ochdan kengligi yuqori belbog' kengligi bilan teng qilib tayyorlanadi. Bu fermalarning havonlari metall bo'lganligi uchun, ularning tugunlarda mahkamlanishi masalasi biroz murakkabroqdir. Undan tashqari ferma xususiy og'irligi natijasida sezilarli egilishi mumkin.

Segmentli yelimlangan yog' och fermalar o'rama materialli tom yopmalar uchun mo'ljallangan. Ular, asosan, uchburchak panjara sxemali bo'ladi. Yuqori belbog' sterjenlari soni to'rtta yoki uchta bir xil uzunlikda bo'ladi. Quyi belbog' i ikkita po'lat burchaklikdan tashkil topgan. Panjara havonlarida uncha katta bo'lmagan zo'riqishlar hosil bo'lib, ular yog' ochdan tayyorlanadi.

Agar osilib turuvchi shift qilinadigan bo'lsa, bu turdagi fermalarda ham ustun po'lat armatura sterjenlaridan tayyorlanadi va ular cho'zilishga ishlaydi. Yuqori belbog' ining egilishi hisobiga uning kesimlarida tugun oralig' idagi yuklamalardan uncha katta bo'lmagan o'zgaruvchan ishorali eguvchi momentlar va hisobiy kesimlarda bo'ylama kuchdan eksentrisitet bilan qarama-qarshi ishorali eguvchi momentlar hosil bo'ladi. Shuning uchun segmentli ferma sterjenlarining ko'ndalang kesimlari kichikroq bo'ladi.

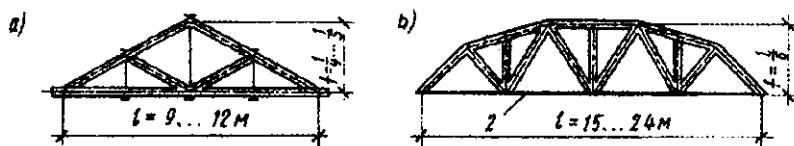
Beshburchakli yelimlangan yog' och fermalarning yuqori belbog' i kichik qi-

yalikka ega bo'ladi. U o'rama tom yopmali tomlarni asosi bo'lib, uch oraliqli tom-yopmalarni o'rta oralig'i uchun xizmat qiladi hamda ferma ustuni bilan uchburchak panjara sxemali ko'rinishda bo'ladi. Yuqori belbog'i to'rtta yelimlangan yog'ochli, to'g'ri to'rtburchak ko'ndalang kesimli sterjenlardan iborat bo'lib, ular tugunlarda o'z o'qlariga nisbatan eksentrisitet bilan biriktiriladi. Katta cho'zilish zo'riqishlari ta'siridagi belbog'ning o'rta panellari va o'rta havonlarida o'zgaruvchan ishorali zo'riqishlar hosil bo'ladi hamda ular yelimlangan yog'ochdan tayyorlanadi. Bunday fermalarning qo'llanishi iqtisodiy jihatdan samarasizdir.

Butun 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, butun yog'och ko'ndalang kesim o'lchamlarining chegaralanganligidir.

Uchburchakli kichik oraliqlarda 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 metrgacha bo'lgan oraliqlarda muvaffaqiyatli qo'llaniladi (49a-rasm).

Ko'pburchakli to'rtqirrali yog'och sterjenli fermalar uchburchak panjara sxemali, 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'riqishlarning hosil bo'lishi, ularni yog'ochdan tayyorlanishiga imkoniyat yaratadi. Ferma yuqori belbog'i qiyalik darajasining kichikligi, o'rama tom yopmalarda muvaffaqiyatli asos bo'lib xizmat qilishiga imkoniyat yaratadi (49b-rasm).



49 - rasm. To'rtqirra yog'ochli fermalar: a - uchburchakli ; b - ko'pburchakli

Yog'och ferma konstruksiyalarining tugunlari turli xildir. Ular konstruksiyaning asosiy qismi hisoblanadi. Tugun birikmalarining turlari ferma panjara sxemalariga uzviy bog'liqdir. Yog'och elementlari birikmalari ichida eng ishonchlisi pesh tayanchdir. Lekin bu turdagi birikma cho'zilishdagi zo'riqishni qabul qila olmaydi.

Bolti birikmalar siqilish va cho'zilish zo'riqishlarini qabul qila oladi. Ular asosan ferma sterjenlarini biriktirishda qo'llaniladi.

Yelimlangan yog'ochli va butun yog'ochli ferma tugun konstruksiyalari o'zlarining alohida xususiyatlariga egadirlar.

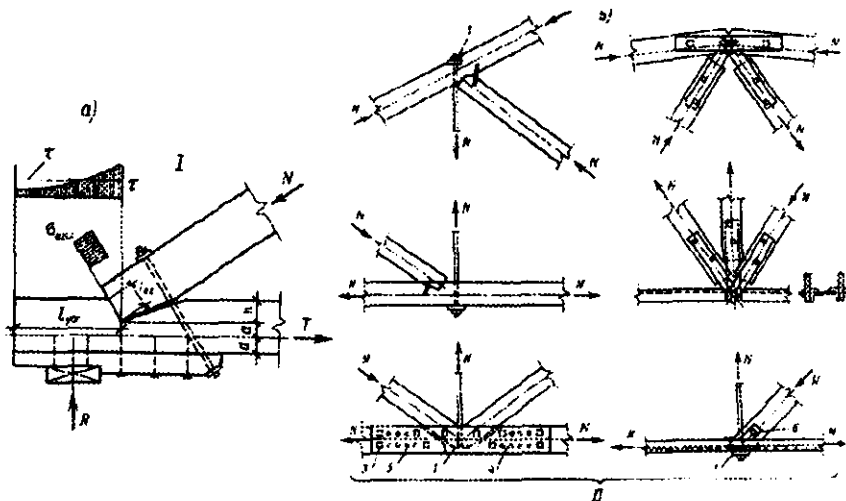
Yelimlangan yog'och ferma tugunlari, shuningdek, ko'p qirralidir. Segmentli va uchburchakli yelimlangan yog'och fermalarning tayanch tugunlari xuddi arkalar tugunlari kabi metall yoki yog'och qoplamali boltli birikma ko'rinishida bo'ladi.

Umuman olganda, ferma sterjenlarining bir-biri bilan birikishi sterjenlar materialiga, sterjenlarda hosil bo'ladigan zo'riqishlarga bog'liqdir. Zo'riqishlarning qiymatlariga qarab bog'lovchilarning turi va o'lchamlari aniqlanadi.

Uchburchakli to'rtqirra yog'ochli fermalarning tugunlari quyidagicha bo'ladi. Tayanch tuguni o'yiqlik birikma ko'rinishida tayyorlanadi. Quyi belbog'ining tayanch qismida uchburchaksimon uya ochiladi va bu uyaga yuqori belbog' sterjeni zich qilib boltli mahkamlanadi. O'yiqlik chuqurligi $1/3 \cdot h_{\text{quyi}}$ dan katta bo'lmasligi kerak. l_{yorilish} - yorilishga ishlaydigan qismi uzunligi esa $1,5 \cdot h_{\text{quyi}}$ dan kichik bo'lmasligi kerak. Bundan tashqari o'yiqlikdagi sterjenlar geometrik o'qlari markazlashtirilgan holda biriktirilishi kerak.

Fermani yuqori uchidagi qirra tugun qiya pesh tayanch biriktirish usulida biriktiriladi. O'rtadagi tugunlarida ikki tomonlama qoplama bilan birikma hosil qilinadi. Bunda qoplamaning qalinligi quyi belbog' sterjeni yarim qalinligidan kichik bo'lmasligi kerak.

Ko'pburchakli to'rtqirra yog'och fermalarning tugunlari turli variant ko'rinishlarida hal qilinadi. Tayanch tuguni po'lat taglik yordamida biriktiriladi. Oraliq tugunlari po'lat qoplama va boltlar yordamida mahkamlanadi (50-rasm).



50-rasm. To'rtqirra ko'pburchakli fermaning oraliq tugunlari: a- uchburchakli; b- ko'pburchakli; I-tayanch tuguni; II-oraliq tugunlari.

8.2. Fermalarni hisoblash

Fermaga doimiy va vaqtinchalik yuklamalar ta'sir qiladi. Yuklamalarning uchinchi turi - maxsus yuklamalar zilzila, portlash yoki biror dinamik ta'sirlardan paydo bo'ladi va uning vertikal tashkil etuvchisi fermada qo'shimcha zo'riqishlar hosil

qilishi mumkin. Lekin mazkur qo'llanmada statik yuklamalar ta'sirini o'rganish bilan cheklanamiz.

Doimiy yuklamalar - tomyopma elementlarining xususiy og'irliklari va fermaning xususiy og'irligi. Vaqtinchalik yuklamalar - qor va shamol yuklamalari hisoblanadi. Doimiy va vaqtinchalik yuklamalar ferma oralig'i bo'yicha teng tekis tarqalgan holatda bo'ladi. Ko'pincha vaqtinchalik shamol ta'siri ferma sterjenlarida teskari ishora bilan zo'riqish hosil qiladi, va shuning uchun ular qo'shimcha hisoblashlarda e'tiborga olinmaydi. Segmentli fermalarni hisoblashda asosan tekis tarqalgan doimiy va vaqtinchalik qor yuklamasi ta'sirlari e'tiborga olinadi. Agar osma jihozlar yoki shift bo'lsa, fermaning quyi belbog'i tugunlariga ulardan tushadigan yuklamalar ham yig'ib qo'yiladi va hisoblanadi. Fermalarda geometrik va statik hisoblash ishlari bajariladi. Fermalar sterjenlari, zo'riqishlarning turlariga qarab maxsus birlashtiriladi.

Fermani geometrik hisoblashda ferma sterjenlari uzunliklari, qiyaligi, oralig'i, balandligi, egrilik radiuslari aniqlanadi.

Fermani statik hisoblashda barcha hisobiy yuklamalardan ferma sterjenlarida hosil bo'ladigan bo'yama ichki zo'riqish - N aniqlanadi. Fermani yuqori belbog'i siqilish-egilish, quyi belbog'i cho'zilish va havon ustunlari esa siqilish yoki cho'zilish holatlarida ishlaydi.

Ferma sterjenlaridagi bo'yama - N kuchlar ikki yo'l bilan aniqlanadi:

- 1) nazariy - qurilish mexanikasining klassik uslublari yordamida;
- 2) grafik - Maksvell - Kremon diagrammasini qurish yo'li bilan.

Sterjenlarning ko'ndalang kesimi, egiluvchanlikni hisobga olgan holda aniqlanadi: yuqori belbog' sterjenlari uchun $\lambda = 120$; siqiluvchi panjara sterjenlari uchun $\lambda = 150$; quyi belbog' cho'ziluvchi sterjenlari uchun esa $\lambda = 400$ ga tengdir. Bunda sterjen uzunligi sifatida tugunlar orasidagi masofa olinadi. Yuqori belbog'ni ko'ndalang kesimini ichki zo'riqishlar M -eguvchi moment va N -bo'yama kuch qiymatlaridan foydalanib quyidagi formulalar yordamida aniqlash ham mumkin:

$$A_i = \frac{0,7 \cdot N}{R_s}; \quad h_i = \frac{A_i}{b}; \quad W_i = \frac{M}{0,8 \cdot R_{eg}}; \quad h_i = \sqrt{\frac{6 \cdot W_i}{b}} \quad (8.1)$$

bu yerda: A, W, h_i - talab qilinadigan ko'ndalang kesim yuzasi, qarshilik momenti, ko'ndalang kesim balandligi; M - eguvchi moment, R_s, R_{eg} - siqilishdagi, egilishdagi hisobiy qarshiliklar; b - ko'ndalang kesimning eni.

Asosan uzunligi 9+36 m bo'lgan fermalar ko'proq qo'llanilgan. Fermalarni hisoblashlarda ularning xususiy og'irligi ham e'tiborga olinadi va u quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

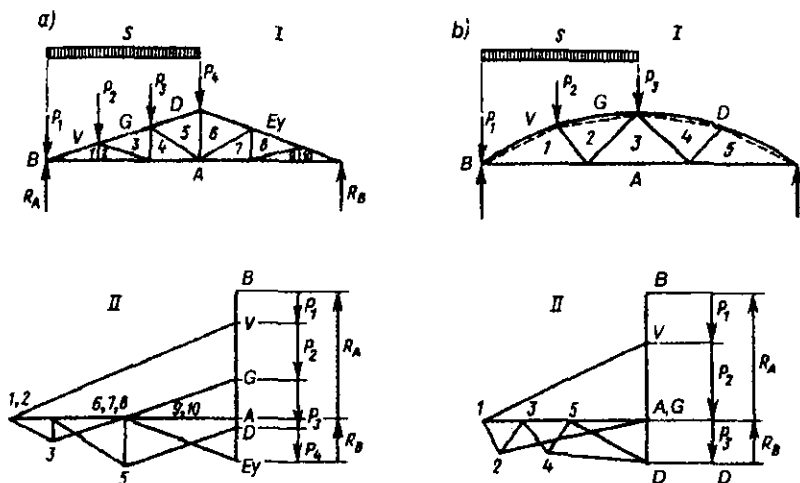
$$g^f_{x.o} = \frac{q^m + P^m}{(1000/K_{x.o}l) - 1} \quad (8.2)$$

Uchburchakli fermalar tom yopmalarida katta qiyalik talab qilinganda va asosan kichik oraliqlarda ishlatiladi. Ularda h/l nisbat to'la yog'och ferma bo'lsa - $1/5$, quyi kamari metall bo'lsa - $1/6$ va quyi kamari metall, yuqori kamari yelimlangan yog'och bo'lsa - $1/7$ gacha olinadi. Tom qiyaligi esa $1:2,5$ dan, $1:4$ gacha bo'lgan oraliqlarda olinadi.

Uchburchakli fermalarni hisoblash (51a - rasm). Hisobiy zo'riqishlar qurilish mexanikasi usullari yordamida hisoblanadi. Ferma yuqori kamari, siqilib-egiluvchi element sifatida qaraladi va hisoblanadi. Bo'ylama kuch bunda, e - eksentrisitet bilan ta'sir etadi. Agar yuqori belbog'i qirgimli bo'lsa, hosil bo'ladigan maksimal hisobiy eguvchi moment - M ning qiymati (52b - rasm):

$$M = M_q - N \cdot e, \quad M_q = q \cdot l^2 / 8 \text{ ga teng bo'ladi,} \quad (8.3)$$

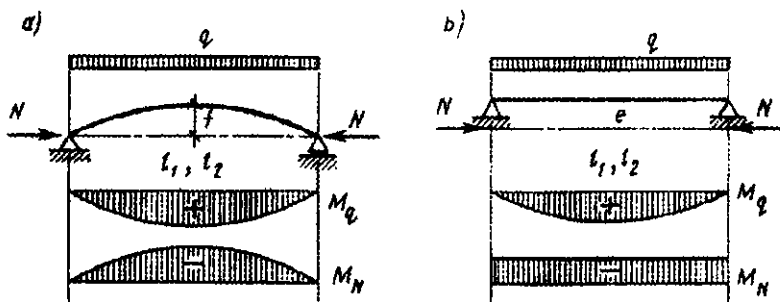
bu yerda: M_q - ferma sterjenini o'rtasidagi maksimal momentning qiymati, $N \cdot e$ - qarama-qarshi moment.



51 - rasm. Ferma sterjenlaridagi zo'riqish va yuklamalar: a - uchburchakli; b - segmentli; I - sxemalar va yuklamalar, II - Maksvell - Kremon zo'riqish diagrammalari.

Ferma yuqori kamari qirgimsiz bo'lsa, ko'pburchakli ferma hisobidagi hisoblashlar qaytariladi (*bir xil bo'lgani uchun*). Quyi metall belbog' esa cho'zilishda kuchsizlangan kesimlarni hisobga olgan holda hisoblanadi. Ferma havonlari - siqilishga ishlaganini bo'ylama egilishga, cho'zilishga ishlaganini esa cho'zilishga tekshiriladi.

Segmentli fermalarni hisoblash (51b - rasm). Hozirgi vaqtda qurilishda 36 metr gacha bo'lgan oraliqlarda yelimlangan yog'och segmentli fermalar ishla-



52-rasm. Yelimlangan yog'och ferma yuqori kamarlarining hisoblash sxemalari:

a- segmentli ferma egilgan kamarining; b- uchburchakli fermalarni to'g'ri kamari.

tilmoqda. Agar quyi kamari (*belbog'i*) yog'och bo'lsa $h/l \geq 1/6$ dan, metall bo'lsa $h/l \geq 1/7$ dan kam bo'lmashligi kerak.

Segmentli fermanın yuqori kamari yelimlangan yog'ochli qirqimsiz qilib tayyorlanadi. Ayrim holdagina qirqimli - yarim blokli qilib tayyorlanadi.

Fermanın yuqori kamari siqilib - egilishga ishlagani uchun, uning ko'ndalang kesimi quyidagi formula yordamida tekshiriladi:

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{\text{his}}} + \frac{M_d}{W} \leq R, \quad (8.4)$$

bu

yerda: $M_q = M/\xi$

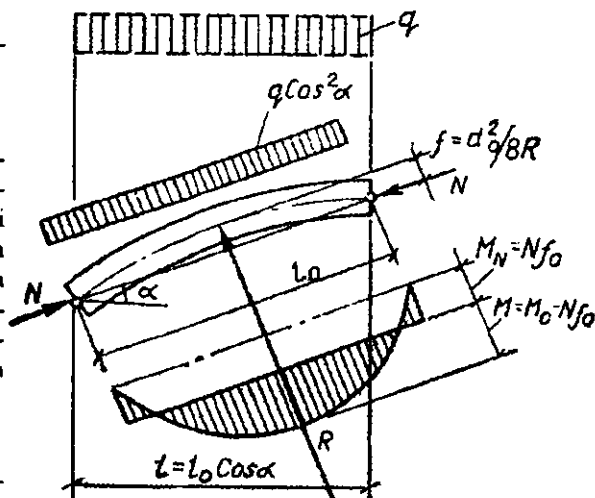
Maksimal momentning qiymati:

$$M_q = q \cdot l^2 / 8, \quad (8.5)$$

Ferma yuqori kamaridagi hisobiy momentning qiymati ko'ndalang kuchdan hosil bo'lgan M_q va bo'ylama kuchdan hosil bo'lgan M_N momentlarining yig'indisiga tengdir:

$$M = M_q \pm M_N, \quad (8.6)$$

Agar yuqori kamari qirqimli bo'lsa va tekis tarqalgan yuk ta'sir



53-rasm. Yuqori belbog'i qirqimli yelimlangan segmentli fermalarning hisobiy sxemasi

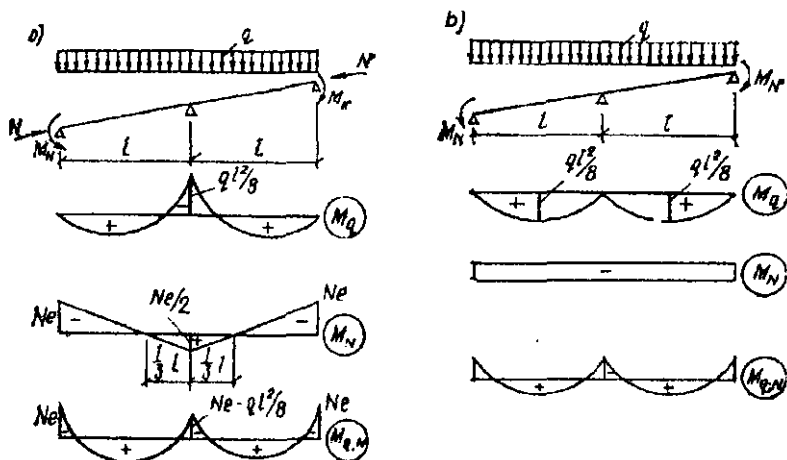
etayotgan bo'lsa, umumiy moment quyidagiga teng bo'ladi (52a va 53 - rasmlar).

$$M = (q \cdot l^2 / 8) - N \cdot f, \quad (8.7)$$

bu yerda: $l - l_0$ panel uzunligining gorizontal proyeksiyasi; f - panel yoyi egilish balandligi, $f = l_0^2 / 8R$; R - yuqori kamarning egilish radiusi.

Ko'pburchakli fermalarni hisoblash. Bu turdagi fermalar metall yog'ochli yig'ma, za voddta tayyorlanadigan konstruksiyalar qatoriga kiradi. Fermaning yuqori kamari aylanaga tashqi yoki ichki chizilgan ko'pburchakdan 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 brus o'lchamlarining cheklanganligi hisoblanadi.

Ikki xil holat bo'yicha hisoblash ishlari bajariladi:



54-rasm. Ko'pburchakli qirali yog'och fermaning yuqori belbog'i hisobiga doir.

a) ikki oraliqli qirqimsiz ; b) ikki oraliqli qirqimli .

1) Hisoblash ikki oraliqli qirqimsiz to'sin ko'rinishida olib boriladi. Bunda o'rta tayanchda teng tarqalgan yukdan hosil bo'lgan moment (54a - rasm):

$$M_1 = -q \cdot l^2 / 8, \quad (8.8)$$

bu yerda: l - panel uzunligining proyeksiyasi.

Normal kuch - N chetki tayanchga e - ekstsenrisitet 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 $l/3$ 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 eguvchi momentni 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 kesimi quyidagi formula yordamida tekshiriladi.

$$\sigma_s = \frac{N}{A_{his}} + \frac{M_d}{W_{his}} \leq R_s, \quad M_d = \frac{M}{\xi}, \quad (8.13)$$

bu yerda: ξ - koeffitsiyent yuqori kamarni egilishga moyilligi orqali aniqlanadi. Bunda l - sifatida panelning umumiy uzunligi olinadi, zahira mustahkamlikka erishish uchun shunday qilinadi.

2) ikki oraliqli qirqimlida oraliq o'rtasidagi momentning qiymati quyidagiga teng (54b - rasm):

$$M_q = q \cdot l^2 / 8; \quad (8.14)$$

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 kesimini yuqoridagi l) singari tekshiriladi. Quyi kamarining ko'ndalang kesimi cho'zilishga, bolt uchun ochilgan teshiklarni hisobga olgan holda hisoblanadi. Havonlarning siqilishga ishlaydigani bo'ylama egilishga, cho'zilishga ishlaydigani esa cho'zilishga tekshiriladi.

Takrorlash uchun savollar

1. Fermalarning qanday turlari mavjud?
2. Fermalar qaysi usullar bilan hisoblanadi?
3. Ferma sterjenlarida qanday zo'riqishlar hosil bo'ladi?
4. Fermalar qanday oraliqlarda qo'llaniladi?
5. Fermalarni hisoblash va loyihalashda qanday yuklamalar e'tiborga olinadi?

Fazoviy konstruksiyalar

9.1. Qubbalarining 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 - rasm).

Ular kichik oraliqlarda 3 + 4 metr gacha, o'rta oraliqlarda 36 metr gacha, katta oraliqlarda 100 metr gacha, qubba 140 metr gacha, gumbaz 257 metr gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi.

Geometrik ko'rinishlari bo'yicha ularni quyidagi turlarga bo'larniz: prizmasimon; silindrsimon; ellipsimon, 4) giperbolasimon.

Konstruktiv nuqtai nazardan ularni ikki turga bo'lish mumkin: qubbalar va gumbazlar.

Konstruksiyaviy bajarish bo'yicha ular: yuqqa devorli, qobirg'ali, panjarali, tekis sirtli, to'lqinsimon, yig'ilgan va ko'ndalang kesimi turlari bo'yicha esa: yaxlit, bir qatlamli, ikki qatlamli va uch qatlamli turlarga bo'linadi.

Tayyorlanadigan materialiga qarab qubbalar quyidagi turlarga bo'linadi: plastmassali, yog'ochli, yelimlangan fanerli va aralash konstruksiyali.

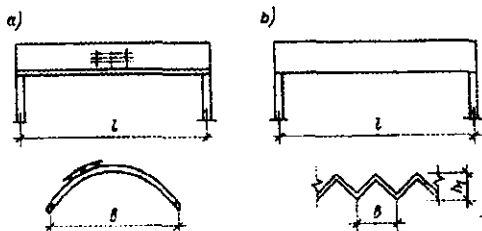
Gorizontal kuchni uzatish bo'yicha ham ularni quyidagi turlarga bo'lish mumkin: poydevorga, madad beruvchi konstruksiyaga va tortib turuvchi elementga uzatuvchi.

Statik sxemasi bo'yicha ikki va uch sharnirli turlarga bo'linadi.

Konstruktiv shakllar ichidan eng ko'p tarqalgani va qo'llaniladigani gumbazlardir, ikkinchi o'rinda esa qubbalar turadi.

Tekis sirtli plastmassali qubbalar (yaxlit, bir qatlamli va ikki qatlamli) kichik - 4 metr gacha bo'lgan oraliqlarda qo'llaniladi (yopiq piyodalar o'tish joylarida, yonish fonarlarida). Ular oldindan zo'riqtirilgan, yorug'lik o'tkazadigan va o'tkazmaydigan qilib tayyorlanadi. Asosiy xom-ashyo poliefirli stekloplastikadir.

Fazoviy konstruksiyalar quyidagi asosiy shakllarda ko'proq uchraydi: tekis, silindrsimon - qubbasimon, sferasimon - gumbazsimon va ikki egri sirtli.



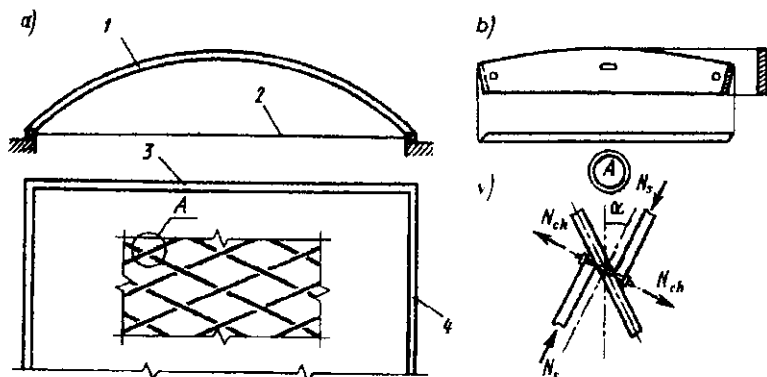
55-rasm. Yog'och fazoviy konstruksiyalarining sxemalari:

a-qubba; b-yig'ma.

1-qubba; 2-tortqich;

3- fronton; 4-mauerlat.

Kesishuvchi to'sindan tashkil topgan panjara - yog'och to'sinlardan tayyorlanadigan fazoviy konstruksiyadir. Bu to'sinlar tugunlari metall yordamida mahkamlanadi. To'sinli panjaraning hisobiy sxemasi statik noaniq darajali bo'lib, u tugunlar soniga bog'liqdir. Bu konstruksiyaning afzalligi shundaki, undagi to'sinlarning ko'ndalang kesimlari kichikdir. Ammo, tugunlar va ulardagi bog'lanishlarning murakkabligi juda yuqoridir. Aylanma to'rtli qubba (56 - rasm) panjara, alohida sterjenlardan tashkil topgan to'rtan iborat. Sterjenlar butun yog'ochli, yelimlangan yog'ochli yoki yelimlangan fanera qutisimon kesimli - doimiy yoki o'zgaruvchan, to'g'ri yoki egri bo'lishi mumkin. Bu sterjenlar tugunlarda boltli, o'yiqli, po'lat qoplamalar yordamida birlashtirilishi mumkin. Qubba tortqichli yoki tortqichsiz bo'lishi mumkin. Qubbaning chekkasi egri shaklli frontonlarga tayyanadi. Butun yog'ochli aylanma to'rtli qubba oralig'i 18 metrgacha bo'lishi mumkin. Yelimlangan yog'ochli va yelimlangan fanerli aylanma to'rtli qubbalar oralig'i 60 metrgacha ham yetishi mumkin. Aylanma to'rtli qubba ikki sharnirli statik sxemaga ega va u uch sharnirli segmentli yoki ko'rsatkichsimon arka statik sxemalaridan foydalanib hisoblanishi mumkin.



56-rasm. Aylanma to'rtli qubba: a-sxemasi; b-elementi; v-tuguni;

Aylanma-to'rtli qubba hisobi. Aylanma to'rtli qubba murakkab fazoviy sterjenlar sistemasidan iborat bo'lib, uni katta aniqlik bilan hisoblash juda qiyin. Amaliyotdagi hisoblashlarda yaqinlashish usulidan foydalaniladi. Bu usulni quyidagicha tushuntirish mumkin.

Hisoblashlarda qubbaning o'qiga perpendikular yo'nalishda va to'rt qadami kattaligi bo'yicha hisoblash kengligi ajratiladi. Xuddi shu ajratilgan kenglik bo'yicha uni ikki sharnirli yoki uch sharnirli doimiy bikrikka ega bo'lgan arka deb tasavvur qilinadi. Arkaning ko'ndalang kesimi ikki sterjen ko'ndalang kesimlari yig'indisiga tengdir, inertsia momenti esa bitta sterjen inertsia momentiga teng qilib olinadi (*sharnirsiz tugunli aylanma yelimlangan fanerli to'rtli qubbalarda arka inertsia momenti ikki sterjen inertsia momentiga teng qilib olinadi*).

Asosiy sterjendagi eguvchi momentning qiymati.

$$M_1 = M_a / \sin \alpha, \quad (9.1)$$

bu yerda: M_a -arkadagi hisobiy moment, α - hosil qiluvchi o'q bilan asosiy sterjen orasidagi burchak.

Tiraluvchi sterjendlardan burovchi moment hosil bo'ladi va bu momentni tom to'shamasi qabul qiladi. Shuning uchun burovchi moment, sterjnlarni hisoblashlarda e'tiborga olinmaydi.

Elimlangan fanerli shamirsiz tugunli aylanma to'rtli qubbalarda har ikki yo'nalishlardagi sterjenlar eguvchi momentni qabul qilinadi:

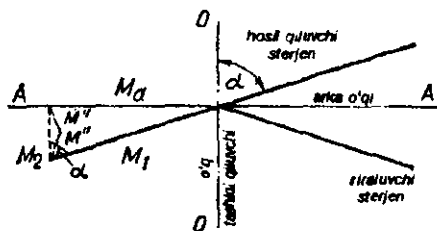
$$M_1 = M_a / 2 \sin \alpha, \quad (9.2)$$

Fazoviy konstruksiya bo'lganligi uchun frontonlar aylanma to'rt egilishini va eguvchi momentni kamaytiradi, bikrligini esa oshiradi. BIKR frontonlarning ta'siri k_f - fronton koeffitsiyenti orqali hisoblashlarda e'tiborga olinadi va u V/S_{yoy} nisbatiga bog'liqdir

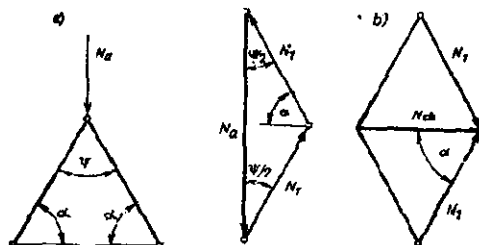
7-jadval k_f -fronton koeffitsiyenti qiymatlari

V/S_{yoy}	1 va undan kichik	1,5	2	2,5 va undan katta
k_f	2	1,4	1,1	1

bu yerda: V - bikr frontonlar orasidagi masofa; S_{yoy} - qubba ko'ndalang kesimining yoy uzunligi.



57-rasm. Sterjendagi eguvchi momentni aniqlash sxemasi.



58-rasm. Qubba tugunlarida normal kuchlarning yoyilish sxemalari.

Shunday qilib, aylanma to'rt qubba sterjenida hosil bo'ladigan eguvchi momentning hisobiy qiymati:

$$M_x = M_o / \xi \cdot K_f \cdot \sin \alpha, \quad (9.3)$$

Yelimfaner sterjenli sharnirsiz variantda esa

$$M_x = M_o / \xi \cdot K_f \cdot 2 \sin \alpha, \quad (9.4)$$

Bo'ylama kuch ikkala yo'nalishdagi sterjenlar tomonidan bir xilda qabul qilinadi: $N_1 = N_{arka} / 2 \cdot \sin \alpha$

$$N_1 = N_o / 2 \cdot \sin \alpha. \quad (9.5)$$

Sterjenlardagi kuchlanish quyidagi formula yordamida tekshiriladi:

$$\frac{N_o}{2 \cdot A_s \cdot \sin \alpha} + \frac{M_o}{\xi \cdot K_f \cdot W_s \cdot \sin \alpha} \leq R_s, \quad (9.6)$$

bu yerda: A_s, W_s - sterjenning sof ko'ndalang kesim yuzasi va qarshilik momenti; α - sterjen bo'ylama o'qi bilan hosil qiluvchi o'q orasidagi burchak;

$$\xi = 1 - \frac{\lambda^2 N_o}{3000 \cdot 2 \cdot A_{um} \cdot R_s \cdot \sin \alpha}, \quad (9.7)$$

λ - qubbani egiluvchanligi va boltli mahkamlangan tugunli aylanma to'rti qubbalarda quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{0,6l_o}{\sin \alpha \sqrt{I_{um} / 2A_{um}}} \approx \frac{3l_o}{\sin \alpha \cdot h_{sterjen}}, \quad (9.8)$$

bu yerda: 0,6 - qubba turini fazoviy ishlashini e'tiborga oladigan empirik koeffitsiyent.

Ko'rsatkichsimon ko'rinishdagi qubbalar uchun bu koeffitsiyent 0,7 ga tengdir.

Qubba yoyining bir tomonlama yuklamadagi erkin hisobiy uzunligi $l_o = 0,58 \cdot S_o$ olinadi.

Yelimlangan fanera sterjenli sharnirsiz tugunli qubba uchun:

$$\lambda = \frac{0,6l_o}{\sin \alpha \sqrt{I_{um} / A_{um}}} = \frac{0,6l_o}{\sin \alpha \cdot r_{sterjen}}, \quad (9.9)$$

bu yerda: 0,6 - empirik koeffitsiyent.

O'yoq birikma tugunli qubbalar uchun:

$$\lambda = \frac{0,75l_o}{\sin \alpha \sqrt{I_{um} / 2A_{um}}}, \quad (9.10)$$

bu yerda: 0,75 - empirik koeffitsiyent.

Agar qubba ko'rsatkichsimon bo'lsa, empirik koeffitsiyent $0,85$ bo'lishi kerak. Aylanma to'rtli qubbalarining (sharnirsiz tugunli qubbalardan tashqari) barcha variantlarida, tugunlarda asosiy sterjen tiriluvchi sterjenlar tomonidan eziladi. Shuning uchun asosiy sterjenining yon tomoni ezilishga tekshirilishi kerak. Ezilish kuchi quyidagi formula yordamida topiladi:

$$N_a = \frac{N_a}{2 \sin \alpha \cdot \sin 2\alpha} \quad (9.11)$$

Bolt birikmali aylanma to'rtli qubbalaridagi kuchlarning yoyilishini 58-rasmdan ko'rish mumkin. Aylanma-to'rtli qubbalar tugunidagi boltida hosil bo'ladigan zo'riqish:

$$N_b = \frac{N_a \cdot \text{ctg } 2\alpha}{2 \sin \alpha} \quad (9.12)$$

Sterjenlardagi siqilish zo'riqishining qubbani hosil qiluvchi yo'nalishidagi teng ta'sir etuvchisi:

$$N_b = N_a \cdot \text{ctg } \alpha \quad (9.13)$$

Teng ta'sir etuvchini arkaga mahkamlanadigan to'sharning bo'yлама taxtasi qabul qiladi. Har bir b - kenglikdagi taxtani arkaga mahkamlash uchun zarur bo'ladigan mixlar soni quyidagicha aniqlanadi:

$$N_{mix} = N_{t.a} \cdot b / \Delta S \cdot T_{mix} \quad (9.14)$$

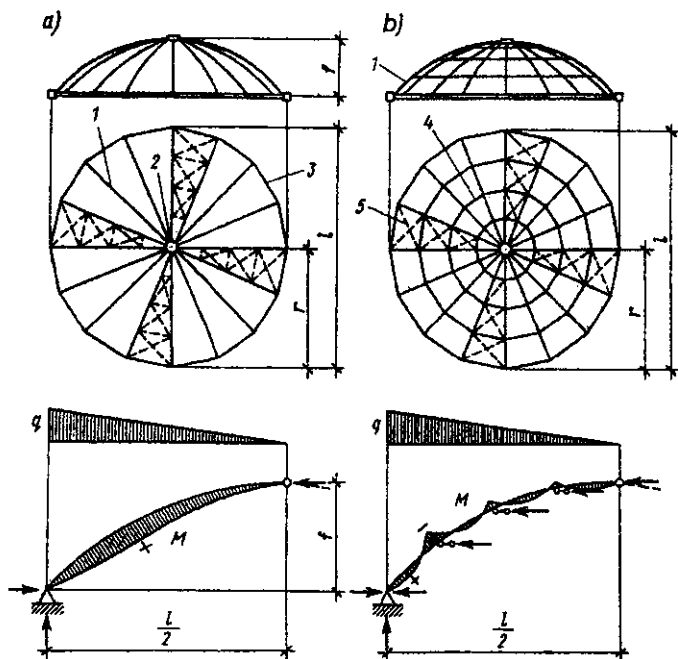
bu yerda: N_{mix} - mixlar soni; b - taxa eni; $N_{t.a}$ - teng ta'sir etuvchi bo'yлама kuch; T_{mix} - mixni yuk ko'tarish qobiliyati; ΔS - bitta asosiy sterjenni oraliq bo'yicha gorizontaal proyeksiyasi.

Uch qatlamli qubba - aluminiy qoplamali va o'rtasida penoplast qatlamli plitalardan egriligi bilan farqlanadi. Shakli bo'yicha segmentli, ko'rsatkichsimon tortqichli yoki tortqichsiz bo'lishi va zo'riqishlarni devorga yoki poydevorga uzatishi mumkin. Bu qubbalar yelimlangan yog'och segmentli arkalar hisobiy sxemalaridan foydalanib hisoblanadi.

Yelimlangan yog'och gumbazlar katta oraliqli jarnoot binolarining tom yopmalarida qo'llaniladigan eng samarali konstruksiyalardan biri hisoblanadi. Ularning diametrlari *50 metrdan 100 metrgacha*, balandligi esa *1/6 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 - rasm*).

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 sarrovlar yoki yelimfanerli to'shamalar mahkamlanadi. Arkasimon qobirg'alar bir necha joylaridan qiya tom bog'lovchilari yordamida bir - biriga bog'lanadi.



59-rasm. Yelimlangan yog'och gumbaz: *a* - qobirg'ali; *b* - qobirg'a-halqali; 1 - qobirg'a; 2 - yuqori uchidagi halqa; 3 - poydevordagi tayanch halqasi; 4 - oraliq halqasi; 5 - bog'lovchilar, 6 - qobirg'ali gumbaz qobirg'asining hisobiy sxemasi; 7 - xuddi shunday, halqasimon gumbazning.

Qobirg'a-halqali gumbaz (*59b - rasm*) qobirg'ali gumbaz kabidir. Faqat bu turdagi gumbazlarda oraliq gorizontal halqalar mavjuddir. Halqa vazifasini to'g'ri chizikli butun yog'och yoki yelimlangan yog'och to'sinlar bajaradi va ular ko'pburchaklarni hosil qiladi. Halqa to'sinlar qobirg'a-halqali gumbazni fazoviy bir butun bo'lib ishlashini ta'minlaydi. Qobirg'a-halqali gumbazni yuk ko'tarish qobiliyati, halqasiz qobirg'ali gumbazning yuk ko'tarish qobiliyatidan kattadir.

Qobirg'ali gumbaz fazoviy sterjenli konstruktsiya sifatida asosan xususiy og'irligi va qor yuklamasi ta'sirlariga hisoblanadi. Arkasimon qobirg'alar shartli ravishda uch sharnirli arkalarining bitta tekislikdagi ikki yarim arkasi sifatida qaraladi. Tashqi yuklamalar uchburchak epyurasi 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 noaniq sterjenli konstruksiyalar kabi ishlaydi va ular ham qobirg'ali gumbazlardagi yuklamalar ta'siriga hisoblanadi. Statik hisoblashda qobirg'alarni shartli uch sharnirli arkalarining yarim arkasi sifatida qaraladi, faqat halqalar birikkan joylarida 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'shamasi ularga mahkamlanadigan 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 ustida to'rt hosil qilgan ko'rinishda bo'ladi. Bu to'rtlar uchburchakli yoki beshburchakli yacheykalardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Bu gumbazlarda qobirg'alar va eng yuqoridagi tayanch halqa bo'lmaydi. To'rtli gumbaz konstruksiyasi tayanch poydevordagi halqaga mahkamlanadi. Bu konstruksiyalarni hisoblashda ham doimiy va vaqtinchalik qor yuklamalari e'tiborga olinadi. To'rt sterjenlarini siqilishga ishlashidan kelib chiqqan holda, sferasimon qubbalar hisobidagi momentsiz nazariya yordamida hisoblanadi. Bunda faqat xalqa va meridian zo'riqishlari aniqlanadi, hosil bo'ladigan bo'ylama kuchlarni topiladi. Sterjenlarda bundan tashqari tom yopma elementlaridan hosil bo'ladigan eguvchi 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 aylanma-to'rtli yoki to'rtli gumbazlardagi kabi to'rt bo'ladi. Bu gumbazlar xuddi qobirg'alilardagi kabi holatlarga ishlaydi va hisoblanadi.

Uch qatlamli yig'malar yig'ma shakl konstruksiyali tom yopmalarda qo'llaniladi. Ular tekis tomonlardan tashkil topgan bo'ladi va bu tomonlar bir-biri bilan burchak ostida birlashtirilgan. Yig'malar qatlami tarkibi: quyi va yuqori aluminiyli qoplamalar va orasida issiqlik saqlagich vazifasini o'taydigan penoplast. Bu yig'malar fazoviy konstruksiyalar turiga kiradi va 30 metrgacha bo'lgan oraliklarda qo'llanishi mumkin.

Yig'ma konstruksiyalar yengilligi bilan ajralib turadi, lekin qish mavsumida yig'ma konstruksiyalarda qor to'shamalarining hosil bo'lib qolishi xavflidir.

Tiniq plastik oynadan va organik oynadan tayyorlanadigan gumbaz va qubbalarni 6 metrgacha bo'lgan kichik oraliqlarda qo'llanishining asosiy sababi, bu materiallar qalinligining kichikligi va mustahkamligining pastligidir. Bu turdagi konstruksiyalarga misol qilib ishlab chiqarish va jamoat binolaridagi fonar-yoritgichlarni keltirish mumkin.

Organik oynaning ultrabinafsha nurlarni o'tkazish qobiliyati xonalarda mikroiklim sog'lom muhitini hosil qiladi.

Uch qatlamli 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 diametrlil oraliqlarni yopishi mumkin.

Takrorlash uchun savollar

1. Gumbazlar qanday oraliqlarda qo'llaniladi ?
2. Qubbalarning qanday turlari mavjud ?
3. Fazoviy konstruksiyalar qanday hisoblanadi ?
4. Rivojlangan qaysi chet mamlakatlarda yengil yog'och va plastmassa fazoviy konstruksiyalaridan foydalanib ko'plab inshootlar qurilgan ?
5. Fazoviy konstruksiya deganda nimani tushunasiz ?
6. Fazoviy konstruksiyalar qaysi oraliqlarda qo'llaniladi ?
7. Fazoviy konstruksiyalarning qanday turlari mavjud ?

9.2. Pnevmatik qurilish konstruksiyalari

Pnevmatik konstruksiyalar ishlash tavsiflari bo'yicha osma va tent membrana fazoviy konstruksiyalariga juda yaqindir. Bu konstruksiyalarning qobirg'alari materiallardan tayyorlanadi. Ular shaklini faqat oldindan kuchlanish berilgan taqdirdagina oladilar. Tent membranalardan farqli ularoq (*ulara oldindan beriladigan kuchlanish mexanik usulda hosil qilinadi*), pnevmatik konstruksiyalarida oldindan beriladigan kuchlanish, bosimlar farqi hisobiga hosil bo'ladi (*ichki ortiqcha bosim yoki vakuum*).

1940-yillarda kimyo fanining rivojlanishi, yuksalishi munosabati bilan pnevmatik konstruksiyalar qo'llanila boshlandi.

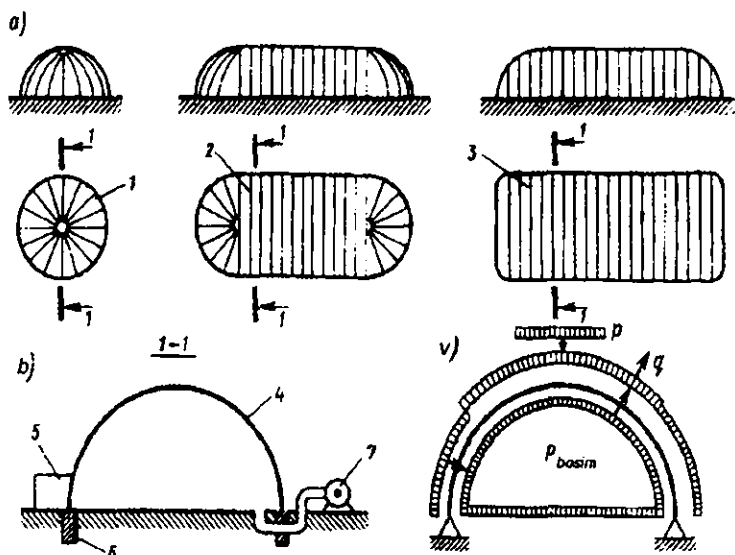
Pnevmatik konstruksiyalar mustaqil havo tayanchli(60-rasm) va havo karkasli(61-rasm) guruhlariga bo'linadi. Uchinchi turi - havo vantli (62-rasm) konstruksiyalar ham mavjud, lekin ular juda kam qo'llaniladi.

Havo karkasli - bu havo to'ldirilgan sterjen yoki panel, uning yuk ko'tarish qobiliyati sterjen yoki panel ichidagi havo bosimi orqali ta'minlanadi.

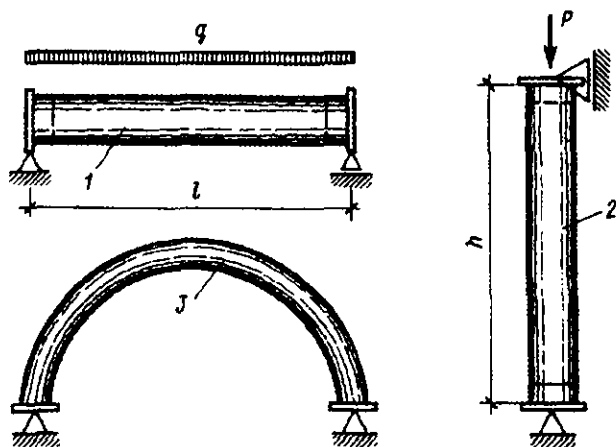
Katta ichki bosim - 150 kPa gacha, germetiklikni va material mustahkamligini talab qiladi. Uning qo'llanish oralig'i 15 - 16 m larni tashkil qiladi. Havo karkasli konstruksiyalarning narxi havo tayanchli konstruksiyalarnikidan 3 - 5 barobar qimmatroqdir. Uning mana shu kamchiligi dunyo bo'yicha ularning keng qo'llanishiga to'sqinlik qilib kelmoqda. Havo karkasli konstruksiyalarning afzalligi ichki muhitda ortiqcha ichki havo bosimining yo'qligidir.

Noan'anaviy havo karkasli konstruksiyalarning qo'llanilishiga misollar keltiraylik: Fudzi paviloni va EKSP0 - 70 Osakadagi suzib yuruvchi pnevmatik teatrning tom yopmasi (*Yaponiya*).

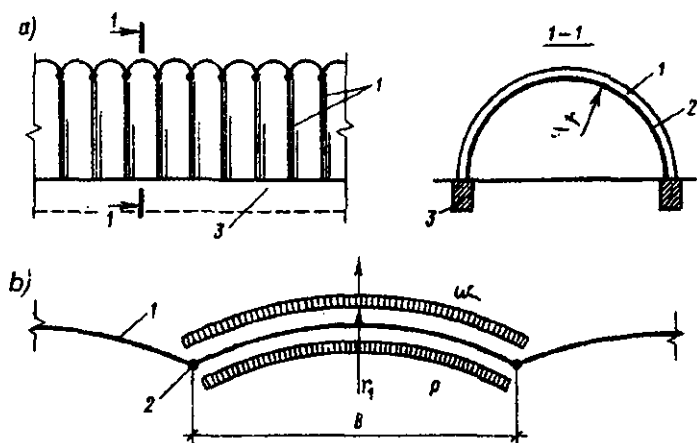
Fudzi paviloni 16 ta diametri 4 metr va uzunligi 78 metr bo'lgan pnevmoarkalardan tashkil topgan (*uning diametri 50 metr*). Uning ikki yon tomonida 10 metr kenglikdagi ochiqlik mavjud. Uni cho'zilishga bo'lgan mustahkamligi 400 kN/m va massasi 3,5 kg/m² bo'lgan polivinilspirt tolasidan tashkil topgan materialdan tayyorlangan. Materialni tashqi tomoni xaypalon, ichki qismi polivinilxlorid bilan qoplangan. Arka ichidagi oddiy bosim 10 kPa, agar shamol kuchaysa, bosim-



60- rasm. Havotayanchli konstruksiyalar - havo qobiq; a - umumiy ko' rinishlari; b- qirqim sxemasi; v - hisobiy sxema; 1 - havogumbaz; 2- sferasimon yonli havo qubba; 3 - havo qubba; 4 -qobiq; 5 - shlyuz; 6 - tayanch chizig'i; 7-havo beruvchi qurilma.



61-rasm. Pnevmoarkasi konstruksiyalar: 1-pnevmo'tsin; 2- pnevmoustun; 3-pnevmo arka.



62-rasm. a)-havovantli qubba va b)-qubbani ishlash sxemasi:
1 - qobiq; 2 - po'lat vintlar, 3 - poydevor.

ni 25 kPa gacha ko'tarilish mumkin. Umuman olganda, arkalarining diametri 1 m dan oshmaydi, lekin Fudzi pavilonida qo'llanilgan havo karkasining diametri 4 m ni tashkil qiladi. Karkas diametrining oshirilishi ichki bosim va cho'zuvchi zo'riqishning kamayishiga olib kelgan.

Havo tayanchli konstruksiyalar havoga tayanadi (60-rasm). Ular loyihadagi holatni ko'tarib turishlari uchun, tashqi va ichki havo bosimlarining farqi bo'ladi.

Tashqi ta'sirga chidamli bo'lishi uchun ichki bosim $10\text{--}40 \text{ kPa}$ oraliq'ida bo'lishi mumkin. Bu konstruksiyalar dunyoda keng qo'llanilmoqda. Mazkur turdagi torn yopmalar soddaligi, arzonligi va katta oraliqlarni yopish imkoniyati borligi bilan farq qiladi. Eng ko'p tarqalgan shakli - silindrsimon va sferasimon.

Amaliyotda ular $50\text{--}70 \text{ metrgacha}$ bo'lgan oraliqlarda qo'llanilgan. Agar ular vintlar 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 loyhasini nemis muhandisi Otto rahbarligida ishlab chiqilgan. Bu gumbazning yuk ko'taruvchi kanati - poliefir tolasidan tayyorlangan diametri 270 mm li sintetik arg'arnchidir. Ishlash muddati 100 yilga kafolatlangan, qobiq ostidagi bosim bor yo'g'i 250 Pa ni tashkil qiladi.

Sferasimon ko'rinishdagi pnevmatik gumbazlar quyidagi diametrlarda tayyorlanadi: $12, 24, 36, 42, 60 \text{ metr}$.

Silindrsimon ko'rinishdagi pnevmatik qubbalar $12, 18, 24, 30, 36, 42, 48, 60 \text{ metr}$ kenglikda va 24 metr dan 90 metrgacha bo'lgan uzunliklarda hamda 6 metr dan 20 metrgacha bo'lgan balandliklarda ishlab chiqariladi.

Pnevmatik konstruksiyalar uchun materiallar. Pnevmatik konstruksiyalar uchun ko'proq ipli ustuni rezina yoki polimer bilan qoplangan gazlamalar, kamroq bir qatlamli yoki ikki qatlamli yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan plyonkalar qo'llaniladi. Gazlamalar tabiiy va sun'iy sintetik tolalardan tayyorlanadi. Tabiiylariga kanop, paxta, zig'ir tolalari, sun'iyilariga esa viskoza, oyna tolasi kiradi. Sintetik tolalar quyidagi guruhlariga bo'linadi: poliamidli - kapron, neylon, dederon, perlon, silon, stilon va boshqalar; poliefirli - lavsan, dakron, grizuten, diolen, trevira, tetoron, terilen va boshqalar; poliakrilli - nitron, orlon, dralon va boshqalar; juda kam polivinilspirtli-vinol, vinilon va boshqalar.

Havo va suv o'tkazmasligi uchun gazlama asosi 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. Yuklama ta'sirida qubba ko'chishini aniqlash.
5. Qubbaning kuchlanganlik-deformasiyanuvchanlik 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 (*48b - rasm*): ichki bosim, shamol va qor yuklamalari. Xususiyo og'irligi kichikligini e'tiborga olib hisoblashlarda u hisobga olinmaydi. Lekin ayrim hollarda, masalan qubba ostidagi ichki bosim kichik bo'lgan taqdirda xususiyo og'irlik yetarli ta'sir ko'rsatishi ham mumkin.

Tajribalar asosida shamol tezligi bosimi va pnevmatik konstruksiya ichidagi ichki bosimi qiymatlari o'trasidagi nisbat- ψ aniqlangan va unga asosan konstruksiya 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 $\psi \leq P/g$ tengsizlikka asoslaniladi (P - ichki bosim; g - konstruksiyaning xususiyo og'irligi). Qor ta'siri qubbalarda quyidagi ko'rinishda olinadi:

$$P(\varphi) = P \cos \varphi \text{ yoki } P(\varphi) = P \cos 2\varphi, \quad (9.15)$$

bu yerda: φ - qubba nuqtasiga o'tkazilgan urinma qiyalik burchagi ($\varphi \geq 45^\circ$ bo'lgan holda qubba ustida qor turmaydi); P - qorning me'yoriy qiymati.

Albatta pnevmatik konstruksiyalar asosi material gazlama ekanligini, material esa ikki perpendikulyar yo'nalishdagi iplardan tashkil topganligini, shuning uchun bo'ylama- R_y va ko'ndalang- R_x yo'nalishlardagi hisobiy qarshiliklari bo'yicha hisoblash ishlari bajarilishi kerak.

Agar pnevmatik konstruksiya, materialini yirtilishidan oldin yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotadigan bo'lsa, uni albatta ustivorlikka hisoblash zarur.

Deformatsiya bo'yicha pnevmatik konstruksiyalarni hisoblashda uning maksimal nisbiy solqiligini aniqlash talab qilinadi. Pnevmatik konstruksiyalar egilishi bo'yicha hozircha me'yorlar yo'q, uni ekspluatatsiya shartlari bo'yicha qabul qilinishi belgilab qo'yilgan. Solqilikning katta bo'lib ketishi pnevmatik konstruksiyaning ishdan chiqqani emas, faqat ortiqcha solqilik inshootdan foydalanishga xalal qit bermasa bo'ldi. Havotayanchli konstruksiyalarda solqilikni quyidagi formuladan aniqlash mumkin:

-sferasimon havotayanchli qubbalar uchun

$$f = \frac{3P}{5 p_{i,b} \cdot r}, \quad (9.16)$$

-silindrsimon havotayanchli qubbalar uchun

$$f = \frac{P_q^m}{2 p_{i,b}}, \quad (9.17)$$

Bu yerda: P- 1ta ishchining asboblari bilan taxminiy vazni, 1 kN(100kg kuch) ga teng bo'lgan vazni yoki me'yoriy 1 m² ga tushadigan qor yuklamasi; P_q^m- qubba uchidagi 1 metr kenglikdagi me'yoriy qor yuklamasi; r-qubba sirti egrilik radiusi; p_{i,b}- 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 ruxsat etilmaydi. Bu hisobda eng minimal -σ_{mn} cho'zilishdagi kuchlanishni aniqlash va shartni tekshirish va uni nolga teng bo'lib qolishiga yo'l qo'yilmaslik hal qilinadi. Havotayanchli konstruksiyalardagi ichki havo bosimi qiymati, qubbani loyihaviy holatini saqlab qolishi sharti bo'yicha maksimal hisobiy shamol bosimidan katta yoki teng bo'lishi shartidan aniqlanadi:

$$p_{i,b} \geq q_{sh}, \quad (9.18)$$

undan keyin xuddi shu tengsizlik orqali maksimal ruxsat etilgan qor yuklamasi aniqlanadi,

$$p_{i,b} \geq q_{or} \quad (9.19)$$

Havotayanchli konstruksiyalarni hisoblash. Havotayanchli sferasimon qubbalar va r- radiusli silindrsimon qubbalarining sfera qismining gorizont(al)kesimi bo'yicha mustahkamligi ichki va hisobiy maksimal shamolni so'rish bosimi bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = (p_{i,b} + q_{sh}) \frac{r}{2} \leq R_b, R_k; \quad (9.20)$$

Buyerda: $p_{i,b}$ - ichki bosim; q_{sh} - shamol bosimi; R_b va R_k - 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:

$$\sigma = (p_{i,b} + q_{sh} + q_q) \frac{r}{2} \leq R_b, R_k; \quad (9.21)$$

Silindrsimon havotayanchli qubbalar(r -radiusli) parallel tashkil etuvchilari bo'yicha ichki havo bosimi, hisobiy maksimal so'ruvchi shamol bosimi bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = (p_{i,b} + q_{sh}) r \leq R_b, R_k; \quad (9.22)$$

Pnevmatik konstruksiyalarning tashkil etuvchisiga perpendikular tekislikdagi kesimlari, agar yon tomonlari tekis va silindrsimon bo'lsa

$$\sigma = (p_{i,b} + q_{sh}) \frac{r}{2} \leq R_b, R_k; \quad (9.23)$$

agar yon tomonlari sferasimon bo'lsa,

$$\sigma = (p_{i,b} + q_{sh} + q_q) \frac{r}{2} \leq R_b, R_k \quad (9.24)$$

formular yordamida hisoblanadi.

Havokarkasli konstruksiyalarni hisoblash. Havokarkasli konstruksiyalar materiali 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:

$$\sigma = p_{i,b} \cdot r \leq R_b, R_k. \quad (9.25)$$

Tashkil etuvchiga perpendikular kesimi mustahkamligi bo'ylama siquvchi kuchni e'tiborga olmagan holda ichki bosim ta'siriga hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{p_{i,b} \cdot r}{2} \leq R_b, R_k. \quad (9.26)$$

Havokarkasli ustunlar siquvchi N-bo'ylama kuch ta'siriga ustuvorlikka hisoblanadi:

$$N \leq p_{i,b} \cdot \pi \cdot r^2 \cdot \varphi, \quad (9.27)$$

bu yerda: φ - ustuvorlik koeffitsiyenti (8-jadval).

Markaziy-cho'ziluvchi pnevmatik sterjenlarning(r -radiusli) parallel tashkil etuvchi bo'yicha kesim mustahkamligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\sigma = p_{i,b} \cdot r \leq R_b, R_k; \quad (9.28)$$

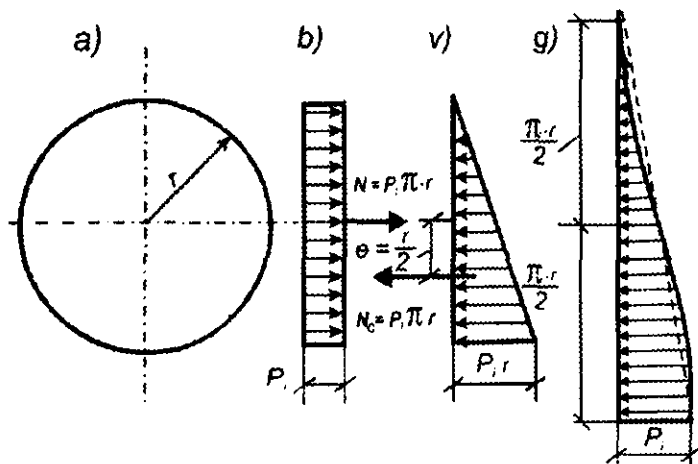
8-jadval Pnevmatik konstruksiyalar uchun bo'ylama egilish koeffitsiyenti - φ ning qiymati

λ	Ichki bosim, MPa(kgk/sm 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'ylama cho'zuvchi N kuchni e'tiborga olgan holda ichki bosim ta'siriga hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{P_{ib} \cdot r}{2} + \frac{N}{2\pi r} \leq R_b, R_t. \quad (9.29)$$

Pnevmatik to'sinlar ko'ndalang egilishga ishlaydi va ular mustahkamlik hamda ustuvorlikka hisoblanadi. Ular qattiq konstruksiyalardan farqli o'laroq, materiali yirtilmasdan yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotishi mumkin.



63-rasm. Yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha egiluvchi pnevmoelementning chegaraviy holati:
 a - pnevmoelementni ko'ndalang kesimi; b-ichki bosimdan kuchlanish epyurasi;
 v- qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasini o'rtta tekislikka proyeksiyasi;
 g- qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasining yarmini o'rtta tekislikka yoyish.

Ichki havo bosimini ko'ndalang kesim bo'yicha teng ta'sir etuvchisi,

$$N = p_{i,b} \cdot \pi \cdot r^2. \quad (9.30)$$

Muvozanat sharti bo'yicha chegaraviy cho'zilishdagi maksimal kuchlanish,

$$\sigma = p_{i,b} r \quad (9.31)$$

Teng ta'sir etuvchi havoning ichki bosimi va qubbadagi cho'zuvchi teng ta'sir etuvchi kuchlanish orasidagi eksentrisitet - e ga teng,

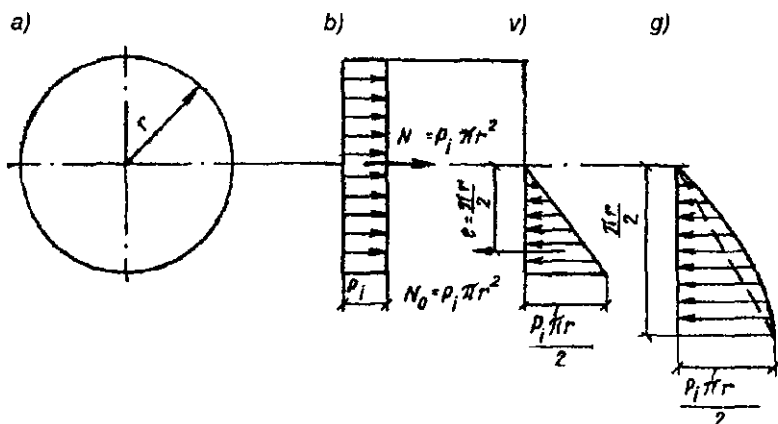
$$e = \frac{r}{2}. \quad (9.32)$$

Ichki kuchlardan chegaraviy moment,

$$M = N \cdot e = \frac{p_{i,b} \cdot \pi \cdot r^3}{2} \quad (9.33)$$

va yig'ma hosil bo'lishi sharti quyidagi ko'rinishni oladi

$$M_q \leq \frac{p_{i,b} \pi r^3}{2}. \quad (9.34)$$



64-rasm. Egiluvchi pnevmoelementning ustuvorligi bo'yicha chegaraviy holati:
 a - pnevmoelementning ko'ndalang kesimi; b-ichki bosimdan kuchlanish epyurasi;
 v- qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasini o'rtta tekislikka proyeksiyasi;
 g- qubbadagi cho'zuvchi kuchlanish epyurasining yarmini o'rtta tekislikka yoyish.

Muvozonat sharti bo'yicha ($N=N_0$) qubbadagi chegaraviy cho'zilish teng bo'ladi:

$$\sigma_{max} = \frac{p_{i,b} \pi r}{2}. \quad (9.35)$$

Ichki havo bosimini teng ta'sir etuvchisi-N va qubbadagi teng ta'sir etuvchi kuchlanishga- N_0 orasidagi eksentrisitet teng:

$$e = \frac{\pi r}{4}. \quad (9.36)$$

U holda halqa kesimi bo'yicha ichki kuchlarning chegaraviy momenti quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$M_{cheg} = N \cdot e = \frac{p_{1,b} \pi^2 r^3}{4}, \quad (9.37)$$

va ustuvorlik sharti quyidagi ko'rinishni oladi

$$M_q \leq \frac{p_{1,b} \pi^2 r^3}{4}. \quad (9.38)$$

Yuqorida keltirilgan formulalar pnevmoto'sin ko'taradigan chegaraviy- q_{cheg} yuklamalarni ham aniqlash imkonini beradi. Masalan, bir oraliqli to'sin ko'taradigan teng tarqalgan- q_{cheg} yuklamaning qiymati quyidagi ifodalardan aniqlanadi: yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha

$$\frac{q_{cheg} l^2}{8} = \frac{p_{1,b} \pi r^3}{2};$$

$$q_{cheg} = \frac{4 p_{1,b} \pi r^3}{l^2} \approx 12,54 \frac{p_{1,b} r^3}{l^2}; \quad (9.39)$$

ustivorlik sharti bo'yicha

$$q_{cheg} = \frac{2 p_{1,b} \pi^2 r^3}{l^2} = 19,75 \frac{p_{1,b} r^3}{l^2} \quad (9.40)$$

Oraliq o'rtasiga ta'sir qiladigan yig'ilgan-P kuchning chegaraviy qiymati quyidagi ifodalardan aniqlanadi: yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha

$$P_{cheg} = \frac{2 p_{1,b} \pi r^3}{l} = 6,28 \frac{p_{1,b} r^3}{l}; \quad (9.41)$$

ustuvorlik bo'yicha

$$P_{cheg} = \frac{p_{1,b} \pi^2 r^3}{l} = 9,85 \frac{p_{1,b} r^3}{l}. \quad (9.42)$$

Bundan tashqari pnevmoto'sinlarning parallel tashkil etuvchilari kesimi bo'yicha mustahkamligi eguvchi momentni hisobga olmagan holda:

$$\sigma_{max} = p_{1,b} r \leq R_b, R_t; \quad (9.43)$$

va ustuvorlikka hisoblashda halqa kesimlari bo'yicha hosil bo'ladigan chegaraviy kuchlanishlarga mustahkamligi

$$\sigma_{max} = \frac{P_{i,b}\pi r}{2} \leq R_b, R_k. \quad (9.44)$$

Siqilib-egiluvchi elementlar-pnevmoarkalar. Pnevmoarkadagi zo'riqishlar ikki sharnirli arkadagi oddiy hisoblashlar orqali aniqlanadi. Siqilib-egiluvchi pnevmoustunlar va pnevmoarkalar ustivorlik 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

$$M + N \frac{\pi r}{4} \leq \frac{P_{i,b}\pi^2 r^3}{4}; \quad (9.45)$$

yig'ma hosil bo'lishi bo'yicha

$$M + N \frac{r}{2} \leq \frac{P_{i,b}\pi r^3}{2}. \quad (9.46)$$

Pnevmatik elementlarni asosga mahkamlash ankerining mustahkamligi quyidagi shartni qanoatlantirishi kerak:

$$N_a \leq R^a, \quad (9.47)$$

bu yerda N_a - bitta ankerning hisobiy uzunligi; R^a - anker materialining hisobiy qarshiligi.

Takrorlash uchun savollar

1. Pnevmatik konstruksiyalar deganda nimani tushunasiz?
2. Havotayanchli konstruksiyalarni tushuntirib bering?
3. Havo karkasli konstruksiyalarni tushuntirib bering?
4. Pnevmatik konstruksiyalarni hisoblashda qaysi yuklamalar e'tiborga olinadi?
5. Ular qanday materiallardan tayyorlanadi?
6. Pnevmatik konstruksiyalarning ishlash muddati qancha?
7. Nima uchun bu turdagi konstruksiyalar kam qo'llaniladi?
8. Qo'llanishiga oid misollarni chet mamlakatlar misolida keltiring?

10-BOB

Yog'och konstruksiyalarni ta'mirlash va kuchaytirish

10.1. Yog'och konstruksiyalarni kuchaytirish

Yog'och konstruksiyalari qurilish me'yorlari va qoidalari(QMQ) bo'yicha eng kamida inshootlarda - 50 yil, qishloq xo'jaligi inshootlarida - 20 va vaqtinchalik binolarda - 10 yil ishonchli xizmat qilishi kerak. Agarda 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 zaif joylari aniqlansa, uni bartaraf etish chora-tadbirlari belgilanadi. Bir yilda ikki marta - kuz va bahor fasllarida tekshirish o'tkaziladi. Buning sababi, qish faslida qor yog'ib qo'shimcha vaqtinchalik yuklama 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 uzatish masalasi ishlab chiqilgan loyihada hal qilingan bo'lishi kerak;

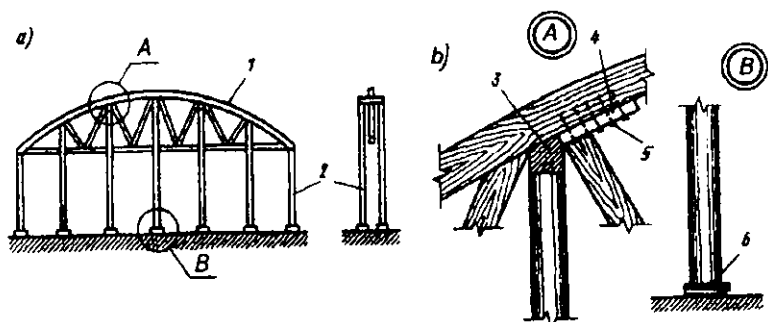
- kuchaytirilgan yog'och konstruksiyalari yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha, deformasiya va boshqalar bo'yicha ishlab chiqish davridagi kuchaytirish qurilish me'yorlarini qanoatlantirishi kerak;

- yog'och konstruksiyasini kuchaytirish kerakligi va tanlangan variant iqtisodiy jihatdan asoslangan bo'lishi kerak;

- bir turdagi yog'och konstruksiyalarini bir xil kuchaytirish kerak.

Yuksizlantirish kuchaytirishdagi birinchi bosqich hisoblanadi(65-rasm). Bu holda kuchaytiriladigan konstruksiyaning simib ketish xavfi yo'qoladi. Ko'pincha ishlayotgan yog'och konstruksiyasidagi solqilikni yo'qotish uchun u osib qo'yiladi yoki domkrat bilan ko'tarib qo'shimcha yuk ko'taruvchi element qo'yiladi. Konstruksiya kuchaytirilgandan keyin vaqtincha qo'yilgan element olib tashlanadi.

Yog'och konstruksiyalarini to'laligicha yoki alohida elementlarini kuchaytirish mumkin. Aniq bir usulni tanlash qator omillarga bog'liq: binoni to'laligicha va yog'och konstruksiyalarini qisman kuchaytirish masalasi; kuchaytirish element-



65 - rasm. Yog'och konstruksiyalarni osib qo'yish: *a* - osib qo'yish; *b* - mahkamlash tugunlari; 1- konstruksiya; 2- ustunlar; 3- ko'ndalang taglik; 4- quyi taglik; 5- mixlar; 6- qoziq.

larini joylashtirish uchun yetarli joy borligi va ekspluatatsiya sharoiti va boshqalar. Yog'och konstruksiyalarini kuchaytirishni turli belgilariga qarab turlarga bo'lish mumkin. Ishlatilish muddati bo'yicha kuchaytirishni ikki guruhga bo'lish mumkin: vaqtinchalik va doimiy.

Kuchaytirish loyhasini 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 namunalarda kuchaytiriladigan konstruksiyalarning yuklanmagan yoki kam yuklangan qismidan olinadi. Kuchaytirish loyhasida konstruksiyalarning barcha ishlash sharoitlari hisobga olinadi va yetarli ishchi chizmalar beriladi.

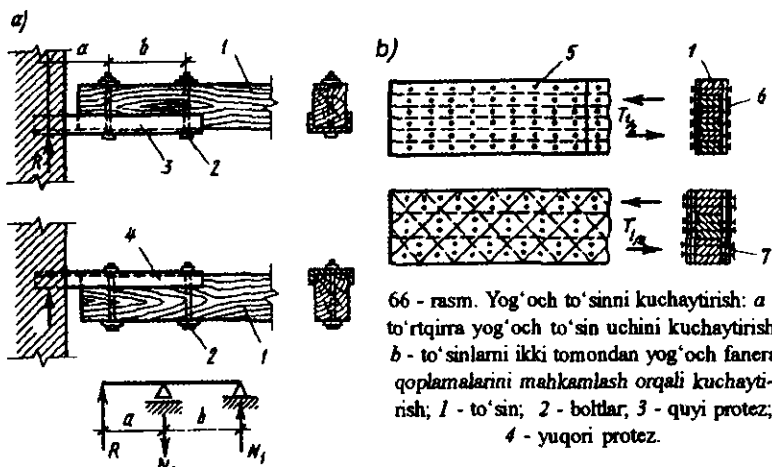
Kuchaytiriladigan konstruksiyaga ta'sir qilayotgan yuklamalarni kamaytirish yoki butunlay olib tashlash, bajariladigan kuchaytirish ishlarining ikkinchi bosqichi hisoblanadi. Yuksizlantirish ko'pincha, qo'shimcha ustunlar kiritish orqali, yuqoridagi elementlarga osib qo'yish orqali hamda qoziqlar yoki domkrat yordamida ko'tarish orqali bajarilishi mumkin.

To'sin va sarrovlarni devorga tayangan tayanch qismi chirigan yoki kuchaytirish zarur bo'lib qolgan holatlarda ularni kuchaytirish mumkin (66-rasm). To'sinni chirigan qismi o'miga metall shveller yoki ikki metall burchaklik qo'yiladi. Bu metall element va yog'och orasiga gidroizolyatsiya qatlami qo'yiladi va metall yog'ochga ikkita bolt yordamida mahkamlanadi.

Metall element egilishga hisoblanadi. Bunda eguvchi 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 - rasm. Yog'och to'sinni kuchaytirish: *a* - to'rtqirra yog'och to'sin uchini kuchaytirish; *b* - to'sinlarni ikki tomondan yog'och fanera qoplamalarini mahkamlash orqali kuchaytirish; 1 - to'sin; 2 - boltlar; 3 - quyi protez; 4 - yuqori protez.

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* - rasm). Bunda ishlatiladigan suvga chidamli faneraning qalinligi 10 mm dan kam bo'lmasligi 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* - eguvchi moment; *S* - statik moment; *I* - inertsiya 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 usul 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.

Qishloq xo'jaligi binolarida ko'pincha yelimlangan yog'och arka va uchburchakli 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 sxemasi o'zgaradi.

Takrorlash uchun savollar

1. Yog'och konstruksiyalari QMQ bo'yicha inshootlarda necha yil xizmat qiladi?
2. Yog'och konstruksiyalari qaysi usullarda kuchaytiriladi?
3. Kuchaytirish qanday amalga oshiriladi?
4. Kuchaytirish sxemalaridan chizib ko'rsating?

11-BOB

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 massasimi, hajnimi, materiallar harajatimi, me'morchilik me'yorlarimi, konstruktiv sxemalarimi 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 tizimiga keltirib olinadi. Masalan, karkas va tom yopmalarini variantlar bo'yicha baholashda inshootning $1 m^2$ yuzasiga tushayotgan 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 tannarxi, so'm;
- keltirilgan harajatlar, so'm;
- konstruksiyalarning massasi, kg;

Loyihadagi asosiy materiallar sarfi:

- yog'och, m^3 ;
- po'lat, kg;
- plastmassa, kg;
- asbestsement, m^3 .

Loyihadagi asosiy materiallarning chiqindi chiqishini hisobga olgan holdagi sarfi:

- arralangan yog'och materiallari, m^3 ;
- fanera, m^3 ;
- sintetik smola va plastmassalar, kg;
- yog'ochning keltirilgan sarfi, m^3 ;
- tayyorlash mehnat sarfi, *odam/soat*;
- tiklash yoki ko'tarish mehnat sarfi, *odam/soat*;
- tiklash muddati, *kunlar*.

Ko'rsatkich sifatida eng kam keltirilgan sarf harajat olinadi. Eng kam sarf-harajatli variant 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) yelimgan yog'och konstruksiyalari uchun:

$$V_{yog'och} = K_e \cdot K_{e.k} \cdot K_{l.b} \cdot K_{rand} \cdot K_{tek} \cdot V'_L, \quad (11.1)$$

bu yerda:

V'_L - loyihadagi yog'och hajmi;

K_e - eskiz tayyorlashda chiqadigan chiqindini hisobga oladigan koeffitsiyent;

$K_{e.k}$ - eni bo'yicha kengaytirishni hisobga oluvchi koeffitsiyent;

$K_{l.b}$ - tishli birikmalarni hosil qilish uchun, ya'ni bo'ylamasi bo'ylab uzaytirishni hisobga oluvchi koeffitsiyent;

K_{rand} - tekislash, randalash, plast bo'yicha chiqadigan chiqindini hisobga oladigan koeffitsiyent;

K_{tek} - 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:

$$V_{yo} = K_e \cdot V_e, \quad (11.2)$$

bu yerda: V_e - eskiz tayyorlashga kerak bo'ladigan yog'och hajmi, K_e - qora eskizni tayyorlovga yoyishda chiqadigan chiqindilarni hisobga oladigan koeffitsiyent.

Fanera sarfi: $V_f = K_e \cdot V_e, \quad (11.3)$

bu yerda: V_e - eskiz tayyorlashga kerak bo'ladigan fanera hajmi, K_e - qora tayyorlovga yoyishda chiqadigan chiqindilarni hisobga oladigan koeffitsiyent; V_f - haqiqiy kerak bo'ladigan ajratiladigan fanera hajmi.

Doirasimon ko'ndalang kesimli yog'och sarfi:

$$V_{d.yo} = K_e \cdot V_e \left(\frac{d_k}{d_l} \right), \quad (11.4)$$

bu yerda: $V_{d.yo}$ - dumaloq ko'ndalang kesimli yog'och hajmi; K_e - qora tayyorlovga yoyishda chiqadigan chiqindilarni hisobga oladigan koeffitsiyent;

$$d_k = d_l + l$$

d_l - yog'ochning loyihadagi diametri, d_k - yog'ochning haqiqiy diametri,

Doirasimon ko'ndalang kesimli yog'ochning keltirilgan sarfi:

$$V_{kel,yo} = V_{d,yo} + 1,61 \cdot V_{yo} + 2,5 \cdot V_f, \quad (11.5)$$

Yelim sarfi: $R_{el} = \rho_{el} \cdot V_{t,b}$, (11.6)

bu yerda: R - umumiy yelim sarfi; ρ_{el} - 1 m^3 dagi yelim sarfi; $V_{t,b}$ - tayyorlov bloki hajmi.

Konstruksiyalarni tayyorlash narxi:

$$S_{t,n} = \left[S_{a,s,x} \cdot K_{t,x} + S_{kur} \cdot V_{yo} + TS_{i,x} \cdot T_{m,s} \left(1 + \frac{S_u}{100} \right) \right] \cdot K_{n,t} \cdot K_f, \quad (11.7)$$

bu yerda: $S_{a,s,x}$ - asosiy materiallarni sarf harajati; $K_{t,x}$ - tashkilotni transport tayyorlash sarf harajatlarini e'tiborga oladigan koefitsiyent; S_{kur} - arralangan materiallarni quritish tannarxi, so'm / m^3 ; V_{yo} - arralangan yog'och materiallari hajmi, m^3 ; $TS_{i,x}$ - ishchining o'rtacha soat ish haqi; $T_{m,s}$ - tayyorlash, mehnat sarfi; S_u - ustama harajatlar; $K_{n,t}$, K_f - nazarda tutilmagan va rejadagi foydani e'tiborga oladigan koefitsiyent.

Konstruksiyaning tannarxi:

$$S^1_{tan,n} = S_{t,x} + S_u, \quad (11.8)$$

bu yerda: $S_{t,x}$ - to'g'ri harajat-sarflar; S_u - ustama harajatlar

$$S_u = 0,7(S_{t,x} + S_{n,sh}), \quad (11.9)$$

bu yerda: $S_{t,x}$ - ish haqi; $S_{n,sh}$ - mashina va mexanizmlarni ishlatish haqi;

Hozirgi kunda materiallarni narxi savdo birjasi 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 nimani 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. Doirasimon ko'ndalang kesimli yog'och hajmi qanday aniqlanadi ?

Binolarning zilzilaga bardoshligi

Tom yopmasi yog'och to'sinli, 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. Mazkur yo'nalishda Namangan muhandislik-pedagogika institutida professor Q.I.Ro'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 yopmasi yog'och to'sinli, 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 yopmali, kompleks ichki temirbeton o'zakli monolit gil va xom g'isht devor konstruksiyali binolar. (2 ta)
3. Sinovdan maqsad - yog'och tom yopmali, kompleks ichki temirbeton o'zakli monolit gil va xom g'isht devor konstruksiyali binolarning dinamik xarakteristikalarini aniqlash (tebranish davri- T , tebranish chastotasi- f , tebranishning logarifmik dekrementi- d , energiyani yutilish koeffitsiyenti- y , noelastik qarshilik koeffitsiyenti- g).
4. Tebranishlarni hosil qilish metodi- tomyopma sathidan kalibrovka qilingan 9 ta turdagi halqalar yordamida bino uzunligiga ko'ndalang yo'nalishda gorizontol tortish-uzish(bunda kalibrovka qilingan halqalar cho'zuvchi kuch ta'sirida uzildi).
5. O'lchash metodi - tebranishlarni ko'p kanalli tadqiq qilish.
6. O'lchash apparaturalari-Ossillograf H041, shunt qutisi, VEGIK, OSP, galvanometrlar-GB-III, GB-IV, M001.1A.

Dinamikaning hisoblash metodlari binolarni real ishlash sharoitini to'liq hisobga ololmaydi, shuning uchun ularni tajribada sinab ko'rish maqsadga muvofiqdir.

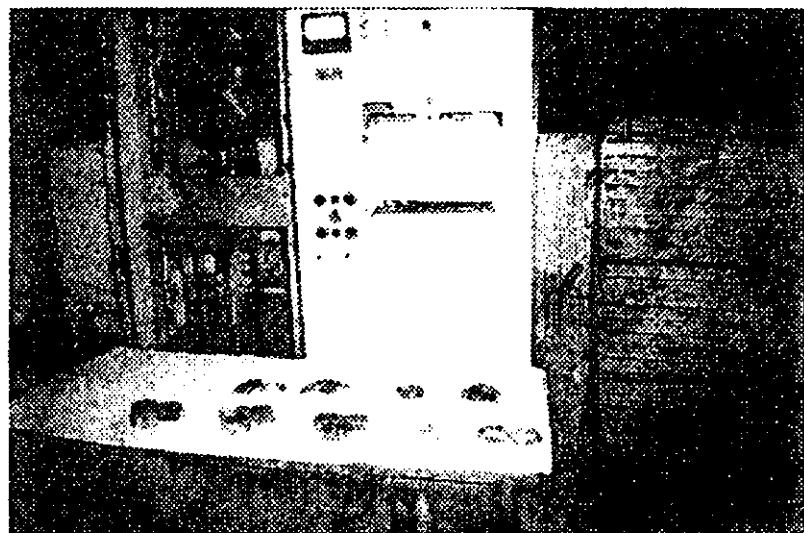
Devorning ko'chishi VEGIK yordamida, tezlanishi esa-OSP vibrodatchiklari yordamida ko'ndalang va bo'ylama devorlarning quyidagi rasmda ko'rsatilgan xarakterli nuqtalarida aniqlandi. Binoga 5 ta VEGIK(V-1, V-2, V-3, V-4, V-5)-siljish seysmogrammalarini olish uchun, 4 ta OSP(O-1, O-2, O-3, O-4)-tezlanish akselerogrammalarini olish uchun o'rnatildi(70-rasm). Seysmogramma va akselerogrammalar 2ta N041 ostsillograflari yordamida yozib olindi (71-rasm). Binoni dinamik xarakteristikalarini aniqlashda tebranish uyg'otishning yukni birdaniga olish usuli qo'llanildi.

Buning uchun bino seysmik belbog'i sathidan diametri 20 mm li vant-tross bilan qamrab bog'landi(68-rasm).

7. Yukni birdaniga olinishi uchun 9 ta seriyadagi kalibrovka qilingan halqalar oldindan laboratoriya sharoitida press yordamida cho'zilishga sinab, ularni uzilishidagi buzuvchi kuchning qiymatlari aniqlab olindi (67-rasm).

Bo'yлама devorlarga jami 750 kg yuklama yoyilgan holatda qo'yildi. Ushbu yuklama, tomyopma elementlari: stropila, reyka hamda asbestsementli to'lqinsimon listlardan tushadigan yuklamaning qiymatiga tengdir.

Dinamik sinov o'tkazishdan oldin VEGIK va OSP seysmometrik asboblار O'zFA qoshidagi «Mexanika va inshootlar zilzilabardoshligi» instituti laboratoriyasida vibrostend yordamida tarirovkadan o'tkazildi.



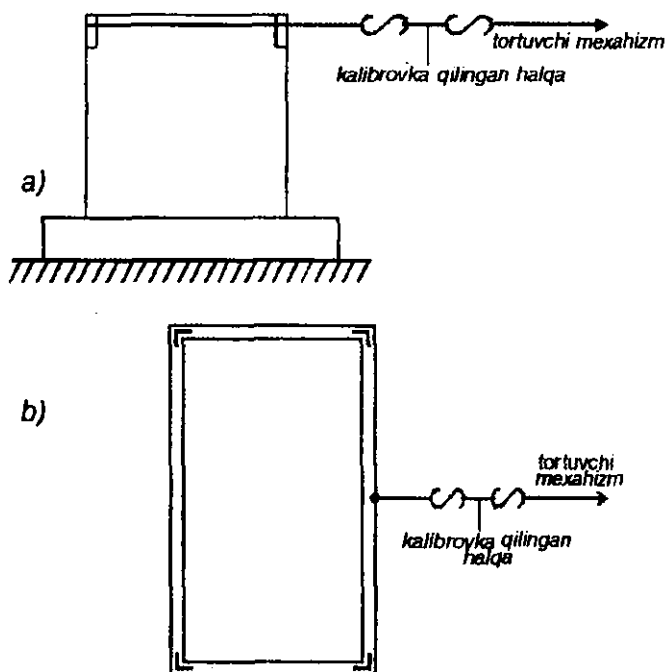
67-rasm. Pressda halqalarni kalibrovka qilish payti.

Kalibrovka qilingan po'lat halqalarning kalibrovka jadvali:

9-jadval

№	Halqa kengligi V, m	qalinligi t, m	R_{choz} , kN	Tashqi 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. Doirasimon 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 2ta 9-halqalar yordamida eksperimentlar o'tkazildi.



68-rasm. Binoni tortish sxemasi: a - yon tomondan ko'rinishi; b-yuqoridan ko'rinishi.

69-rasmdan ko'rinib turibdiki, rasmning 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 olindi.

Olingan seysmogrammalar asosida binoning quyidagi dinamik xarakteristikalarini aniqlandi (10 va 11-jadvallar).

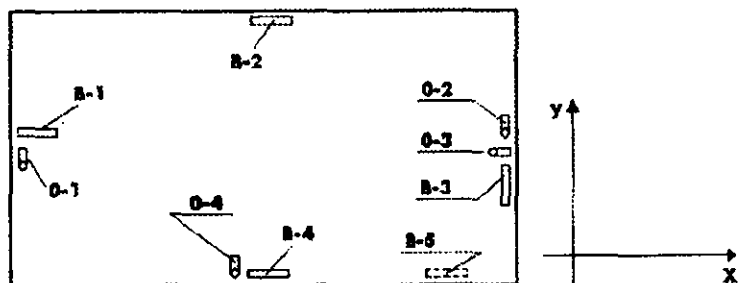
Tebanishning logarifmik dekrementi δ ,

$$\delta = \frac{1}{4} \ln \frac{Y_1}{Y_5}; \quad (12.1)$$

bu yerda: Y_1 va Y_5 - lar birinchi va beshinchi sikldagi tebranish amplitudalari.



69-rasm. Chapda tom yopmasi yog'och to'sinli, ichki temirbeton o'zakti monolit gil devor konstruksiyali eksperimental bino.



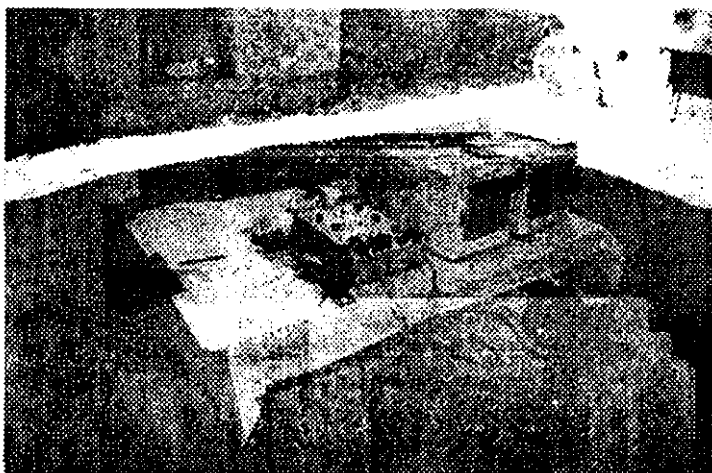
70-rasm. VEGIK va OSP lar o'rnatilgan xarakterli nuqtalar.

a)





b)



v)

71-rasm. Tom yopmasi yog'och to'sinli xom g'isht va monolit gil devor konstruksiyali eksperimental binolarni sinash payti: a va b- seysmogramma va akselerogrammalarni olish payti; v- yozishda qo'llanilgan 2ta H041 ostsillograflari shunt qutisi(masshtabni sozlovchi) bilan birgalikda.

Energiyaning yutilish koeffitsiyenti- ψ ,

$$\Psi = 2 \cdot \delta; \quad (12.2)$$

Noelastik qarshilik koeffitsiyenti- γ

$$\gamma = \Psi / 2\pi; \quad (12.3)$$

Tebranish davri- T ,

$$T = L/n \cdot v, \quad (12.4)$$

bu yerda: L - seysmogrammadagi yozuv uzunligi; n - sikllar soni; v - ossillografning yozish tezligi.

Tebranish chastotasi - f quyidagi formula orqali aniqlandi:

$$f = 1/T, \text{ gts.} \quad (12.5)$$

Olingan seysmogrammalar asosida binoning quyidagi dinamik xarakteristikallari 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 xarakteristikallari - $\delta = 0,133+0,296$; $T = 0,073+0,112$; $\psi = 0,266+0,592$; $\gamma = 0,042+0,094$; $f = 10,87$ gts. oraliqlarda.

Shuning uchun ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan xom g'isht devorlarni hisoblashda $\delta_{or} = 0,191$; $T_{or} = 0,092$; $\psi_{or} = 0,382$; $\gamma_{or} = 0,061$ o'lchamda olish tavsiya qilinadi.

Ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan monolit gil devor konstruksiyali binolarni naturaviy dinamik eksperimentlari asosida olingan kompleks konstruksiyali binolarning dinamik xarakteristikallari - $\delta = 0,107+0,242$; $T = 0,085+0,108$; $\psi = 0,214+0,484$; $\gamma = 0,034+0,077$; $f = 10,87$ gts. oraliqlarda olinadi.

Shuning uchun yog'och tom yopmali ichki yopiq temirbeton o'zak bilan kuchaytirilgan monolit gil devorlarni hisoblashlarda $\delta_{or} = 0,191$; $T_{or} = 0,092$; $\psi_{or} = 0,382$; $\gamma_{or} = 0,061$ olish tavsiya qilinadi.

№	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 ashyolardan ko'plab turarjoy binolari qurilmoqda. Ularni nazariy va eksperimental tadqiq qilish bo'yicha 2003-2005-yillarda P-8.32 qayd raqamli «Mahalliy xomashyo asosida quriladigan binolarning zilzilabardosh konstruksiyalarini yaratish va eksperimental tadqiq qilish hamda samarali qurilish texnologiyalarini ishlab chiqish» mavzusidagi davlat grant loyihasi mazkur qo'llanma muallifi rahbarligida muvaffaqiyatli yakunlandi.

13-BOB

Yog'och konstruksiyalarini hisoblashga doir misollar

1-misol. Toshkent viloyatidagi ikki nishabli bino tom yopmasidagi qor yuklamasining me'yoriy va hisobiy qiymatlari aniqlansin. Tom yopma qiyaligi $\alpha = 14^\circ$ va tom yopmaga ta'sir qilayotgan doimiy me'yoriy yuklamaning qiymati $\gamma^m = 0,8 \text{ kH/m}^2$ ga teng.

Yechilishi:

Bino QMQ xaritasi bo'yicha Toshkent viloyati, 1-chi qor rayonida joylashgan va $S^m = 0,5 \text{ kH/m}^2$ ga teng. Tom yopmaning qiyaligi $\alpha = 14^\circ$ da 25°C dan kichik bo'lganligi uchun $\mu = 1$ ga teng (μ - tom yopma shaklini hisobga oladigan koeffitsiyent).

Doimiy me'yoriy yuklamani vaqtinchalik me'yoriy qor yuklamasiga nisbatini hisoblaymiz:

$$\frac{\gamma^*}{S^*} = \frac{0,8}{0,5} = 1,6 \text{ ga teng.}$$

Demak, $1,6 > 1$ bo'lgani uchun qor yuklamasi bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti $\gamma = 1,4$ ga tengdir.

U holda 1 m^2 ga tushadigan hisobiy qor yuklamasining qiymati:

$$S = S^m \cdot \gamma = 0,5 \cdot 1,4 = 0,7 \text{ kN / m}^2$$

2-misol. Ikkinchi nav qarag'ay yog'ochidan tayyorlangan to'rt qirrali yog'och ustunning ko'ndalang kesimi tanlansin. Ustun uzunligi $l = 4,5 \text{ m}$ va uchlari sharnirli mahkamlangan. Ustunda zaif kesim yo'q va unga $N = 300 \text{ kH} = 0,3 \text{ MN}$ siquvchi bo'ylama kuch ta'sir qiladi.

Yechilishi:

Oldindan ustun egiluvchanligini $\lambda = 80$ deb qabul qilamiz. Ustuvorlik koeffitsiyenti - 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'lchami 13 sm dan katta bo'lgan holatda $R_s = 15 \text{ MPa}$ ga tengdir.

Ustunning talab qilingan ko'ndalang kesim yuzasi

$$A_s = \frac{N}{\varphi \cdot R_s} = \frac{0,3}{0,47 \cdot 15} = 0,04 \text{ m}^2 = 400 \text{ sm}^2$$

Agar ko'ndalang kesimini kvadrat shaklida deb olsak,

$$h_1 = h_2 = \sqrt{A_1} = \sqrt{400} = 20 \text{ sm}$$

Qabul qilamiz: $b = h = 20 \text{ sm}$ ga teng

Tekshirish. Ko'ndalang kesim yuzasi $b \times h = 20 \times 20 = 400 \text{ sm}^2 = 0,04 \text{ m}^2$.

Kesimning inersiya radiusi: $i = 0,29 \cdot 20 = 5,8 \text{ sm}$.

$$\text{Egiluvchanligi: } \lambda = \frac{l}{i} = \frac{450}{5,8} = 78 > 70$$

$$\text{Ustuvorlik koeffitsiyenti - } \varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{78^2} = 0,49,$$

$$\text{Kuchlanish: } \sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,04} = 15,3 > 15 \text{ MPa}, \text{ mustahkamlik}$$

sharti bajarilmadi. Shuning uchun ko'ndalang kesim o'lchamini kattalashtiramiz.

$$b \times h = 20 \times 22 = 440 \text{ sm}^2.$$

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).

$$\text{Kuchlanganlikni tekshiramiz: } \sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,3}{0,49 \cdot 0,044} = 13,91 < 15 \text{ MPa}$$

mustahkamlik sharti bajarildi.

3- misol. Ikkinchi nav qarag'ay yog'ochidan tayyorlangan bir oraliqli sharnir tayanchli to'sinning ko'ndalang kesimi aniqlansin. To'sinning uzunligi $l=4,5 \text{ m}$ va to'singa tekis teng tarqalgan $g^m=1,5 \text{ kN/m}$ ($g^m=1,65 \text{ kN/m}$) chiziqli yuklama ta'sir qiladi.

Yechilishi:

Ko'ndalang kesimni mustahkamlik sharti bo'yicha tanlaymiz. Egilishdagi hisobiy qarshiligi $R_{eg}=13 \text{ MPa}$ 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:

$$W_x = \frac{M}{R_{eg}} = \frac{0,00417}{13} = 321 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 = 321 \text{ sm}^3$$

Agar ko'ndalang kesimning enini $b=10 \text{ sm}$ ga teng deb olsak, u holda ko'ndalang kesimning balandligi:

$$h_t = \sqrt{\frac{6 \cdot W}{b}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 321}{10}} = 13,88 \text{ sm}$$

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:

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 15^2}{6} = 375 \text{ sm}^3 = 375 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Egilishdagi kuchlanishni tekshiramiz: $\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00417}{375 \cdot 10^{-6}} = 11,12 \text{ MPa} < R_{\sigma}$

Egilishni 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:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^3}{EJ} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 2821 \cdot 10^{-8}} = 0,0063 < \left[\frac{f}{l} \right]$$

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'lchamini kattalashtiramiz: $b \times h = 12 \times 18 \text{ sm}$ deb qabul qilaylik.

U holda $J = \frac{12 \cdot 18^3}{12} = 5832 \text{ sm}^4 = 5832 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{0,0015 \cdot 4,5^3}{10^4 \cdot 5832 \cdot 10^{-8}} = 0,003 < 0,005$$

Ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha shart bajarildi. Demak, tanlangan ko'ndalang kesim o'lchami $b \times h = 12 \times 18 \text{ sm}$ to'g'ri tanlangan.

4-misol. Ikkinchi nav yog'ochdan 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 sharmirli 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'sir qiladi.

Yechilishi:

Yog' ochni siqilishdagi hisobiy qarshiligi $R_s = 13 \text{ MPa}$ ga teng. Ko'ndalang kesim yuzasi va kesimning qarshilik momentlarini aniqlaymiz.

$$A = b \times h = 12 \times 18 = 216 \text{ sm}^2 = 0,0216 \text{ m}^2;$$

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 18^2}{6} = 648 \text{ sm}^3 = 648 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

Hisobiy uzunligi, inersiya radiusi, egiluvchanligi va ustuvorlik koeffitsiyentlari quyidagiga teng:

$$l_0 = l = 400 \text{ sm}$$

$$i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 18 = 5,22 \text{ sm};$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{5,22} = 76,63 > 70$$

Koeffitsiyent - ξ ni aniqlaymiz,

$$\xi = 1 - \frac{N \cdot \lambda^2}{3000 \cdot R_s \cdot A} = 1 - \frac{0,1 \cdot 76,63^2}{3000 \cdot 13 \cdot 0,0216} = 0,3$$

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 kuchlanish - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M_d}{W} = \frac{0,1}{0,0216} + \frac{0,013}{648 \cdot 10^{-6}} = 4,63 + 20,06 = 24,69 \text{ MPa} > R_s = 13 \text{ MPa}$$

Ezilib tekisligidan tashqaridagi mustahkamlik va ustuvorligini tekshiramiz:

Hisobiy uzunligi - $l_0 = 400 \text{ sm}$;

Inersiya radiusi - $i = 0,29 \cdot h = 0,29 \cdot 12 = 3,48 \text{ sm}$;

Egiluvchanligi - $\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{400}{3,48} = 114,94 > 70$

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 ustuvorligi ko'ndalang kesim o'lchamlari $b \times h = 12 \times 18 \text{sm}$ bo'lganda yetarli emas. Mustahkamligi va ustuvorligi yetarli bo'lishi uchun ko'ndalang kesim o'lchamlarini kattalashtirish zarurdir.

5-misol. Birinchi nav yog'ochdan tayyorlangan cho'zilish - egilishga ishlovchi sterjenning mustahkamligi tekshirilsin. Sterjen uzunligi $l = 4 \text{m}$ va ko'ndalang kesimi o'lchamlari $b \times h = 12 \times 15 \text{sm}$. Sterjen hisobiy yuklamalardan 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'lchami yo'nalishida cho'ziladi va ko'ndalang kesimida zaif kesimlar yo'q.

Yechilishi:

Cho'zilish va egilishdagi yog'ochning hisobiy qarshiliklarini aniqlaymiz,

$$R_{ch} = 10 \text{MPa}; \quad R_s = 14 \text{MPa};$$

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 ,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{12 \cdot 15^2}{6} = 450 \text{sm}^3 = 450 \cdot 10^{-6} \text{m}^3;$$

Cho'zilish va egilishdagi kuchlanish - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot R_{ch}}{W \cdot R_s} = \frac{0,06}{0,018} + \frac{0,003 \cdot 10}{450 \cdot 10^{-6} \cdot 14} = 3,33 + 4,76 = 8,09 \text{MPa} < R_{ch} = 10 \text{MPa}$$

demak, mustahkamligi ta'minlangan.

6-misol. Egiluvchi ikkinchi nav yog'ochdan tayyorlangan elementni mustahkamligi yorilishga tekshirilsin. Maksimal ta'sir qilayotgan qirquvchi 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 $R_{yor} = 1,6 \text{MPa}$ ga teng.

Kesimning statik va inersiya momentlarini aniqlaymiz:

$$S = \frac{b \cdot h^2}{8} = \frac{10 \cdot 20^2}{8} = 500 \text{sm}^3 = 500 \cdot 10^{-6} \text{m}^3;$$

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 20^3}{12} = 6667 \cdot \text{sm}^4 = 6667 \cdot 10^{-6} \text{ m}^4.$$

Yorilishdagi kuchlanish:

$$\tau = \frac{Q \cdot S}{I \cdot b} = \frac{0,02 \cdot 500 \cdot 10^{-4}}{6667 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1} = 1,5 \text{ MPa} < R_{\tau} = 1,6 \text{ MPa}$$

Demak, yorilishga bo'lgan mustahkamligi yetarlidir.

7-misol. Ustunga 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 ustunga bo'ylama siquvchi kuch $N = 50 \text{ kN} = 0,05 \text{ MN}$ ta'sir qiladi.

Yechilishi:

Ezilishdagi yuza uzunligi $l_n = 10 \text{ sm}$ tolalariga ko'ndalang mahalliy ezilishdagi hisobiy qarshiligi:

$$R_{\tau_{\text{so}}} = R_{\tau} \left[1 + \frac{8}{l_n + 1,2} \right] = 1,8 \left[1 + \frac{8}{10 + 1,2} \right] = 3,086 \text{ MPa},$$

ezilish yuzasi - A ,

$$A = b \times h = 14 \times 14 = 196 \text{ sm}^2 = 0,0196 \text{ m}^2$$

kuchlanish - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,05}{0,0196} = 2,55 \text{ MPa} < R_{\tau_{\text{so}}} = 3 \text{ MPa}$$

8-misol. Stropil fermaga cho'zilishga ishlovchi bolt yordamida osilgan sarrov hisoblansin. Har bir biriktirilgan joyida cho'zuvchi kuch $N=0,04 \text{ MN}$ ta'sir qiladi. Po'latning hisobiy qarshiligi - $R = 235 \text{ MPa}$ ga teng.

Yechilishi:

Qirqilish bo'yicha talab qilingan boltning yuzasi:

$$A_t = \frac{N}{0,8R} = \frac{0,04 \text{ MN}}{0,8 \cdot 235 \text{ MPa}} = 2,13 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 2,13 \text{ sm}^2$$

Bolt diametrini $d = 2 \text{ sm}$ qabul qilamiz. Qirqilish bo'yicha boltning kesim yuzasi - $A = 3,14 \text{ sm}^2 > A_t = 2,13 \text{ sm}^2$ dan katta.

Tolalariga ko'ndalang mahalliy ezilishdagi shayba ostidagi yog'ochning hisobiy qarshiligi $R_{\tau_{\text{so}}} = 4 \text{ MPa}$ ga teng.

Shayba tagidagi eziladigan yuzani talab qilingan qiymati:

$$A_t = \frac{N}{R_{\tau_{\text{so}}}} = \frac{0,04}{4} = 100 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 = 100 \text{ sm}^2$$

Shaybani kvadrat shaklida $b = 10 \text{ sm}$ tomonli qabul qilamiz. Shayba tagidagi ezilishga ishlovchi yuza:

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 10^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 96,86 \text{ sm}^2 = 0,009686 \text{ m}^2.$$

Ezilishdagi kuchlanish - σ

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,009686} = 4,13 \text{ MPa} > R_{\sigma\sigma} = 4 \text{ MPa}$$

mustahkamlik sharti bajarilmadi, shuning uchun shayba o'lchamini kattalash-tiramiz va $b = 11 \text{ sm}$ qilib olamiz.

U holda

$$A = b^2 - \frac{\pi \cdot d^2}{4} = 11^2 - \frac{3,14 \cdot 2^2}{4} = 118 \text{ sm}^2 = 0,0118 \text{ m}^2$$

kuchlanish: $\sigma = \frac{N}{A} = \frac{0,04}{0,0118} = 3,39 \text{ MPa} < R_{\sigma\sigma} = 4 \text{ MPa}$

mustahkamlik sharti bajarildi.

Shayba kesimidagi maksimal eguvchi 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 momenti:

$$W_r = \frac{M}{R} = \frac{2,75 \cdot 10^{-4}}{235} = 1,17 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 1,17 \text{ sm}^3$$

Shaybani talab qilinadigan qalinligi:

$$\delta_r = \sqrt{\frac{6W_r}{b-d}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1,17}{11-2}} = 0,883 \text{ sm}.$$

Shaybaning qalinligini $\delta = 9 \text{ mm deb}$ qabul qilamiz.

9-misol. Ko'ndalang kesimi $b_1 \times h_1 = 8 \times 20 \text{ sm}$ 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'ylama cho'zuvchi $N = 160 \text{ kN}$ kuch qo'yilgan.

Yechilishi:

Bolt diametrini balandligi bo'yicha ikki qator qo'yilishidan keltirib chiqaramiz:

$$d \leq \frac{h}{9,5} = \frac{20}{9,5} = 2,1 \text{ sm}.$$

Diametrini $d=2\text{sm}$ deb qabul qilamiz.

Birikma simmetrik va ikki qirqimli, $n_c=2$ ga teng. O'rtasidagi elementlarning qalinligi $s=b=15\text{ sm}$, chekkadaginkini $a=b_c=8\text{sm}$. Boltni egilishga ishlashidan bitta chokdagi boltning yuk ko'tarish qobilyati

$$T_{\alpha} = 1,8d^2 + 0,02a^2 = 1,8 \cdot 2^2 + 0,02 \cdot 8^2 = 8,5\kappa\text{N}$$

Elementlarni ezilish shartidan,

$$T_1 = 0,5dc = 0,5 \cdot 15 \cdot 2 = 15\kappa\text{N}.$$

Qoplamalarni ezilish shartidan,

$$T_2 = 0,5da = 0,8 \cdot 2 \cdot 8 = 12,8\kappa\text{N}.$$

Hisobiy minimal yuk ko'tarish qobilyati $T = 8,5\kappa\text{N}$ ga teng bo'ladi.

Talab qilinadigan boltlarning soni - n ,

$$n = \frac{N}{T \cdot n_{chok}} = \frac{160}{8,5 \cdot 2} = 9,4 \text{ ta.}$$

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 qobilyati aniqlansin.

Yechilishi:

Quruq yog' ochga qoqilgan mixning hisobiy qarshiligi $R_{\text{mix}}=0,3\text{MPa}$ 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 qobilyati

$$T_{\text{mix}} = R_{\text{mix}} \cdot \pi \cdot d \cdot l_1 = 3,14 \cdot 0,005 \cdot 0,0725 \cdot 0,3 = 0,34 \cdot 10^{-3} \text{MN} = 0,34\kappa\text{N}$$

11-misol. Ikki qatlamli kesishuvchi taxtali isitiladigan tom to'shamasining kesimini tanlang va tekshiring. Tom qiyaligi $l=1:4$, $\alpha=14^\circ$, $\cos\alpha=0,97$. To'shama uzunligi $l=3\text{m}$ va u sarrovlarga tayanadi. Sarrovlar qadami - $L=1,5\text{m}$. To'shamani ustki himoya taxtasi yaxlit va uning kesimi $b \times h = 10 \times 16\text{sm}$ bo'lib ishchi to'shama quyiy taxtasiga 45° burchak ostida mixlangan. Ishchi to'shama taxtasining kesimi va qadamini aniqlash kerak. To'shamaga chiziqli tarqalgan va yig'ilgan yuklamalar ta'sir qiladi. Ularning me'yoriy va hisobiy qiymatlari quyidagiga teng:

xususiy og'irligi - $g^m=0,7\text{kN/m}$; $g=0,8\text{kN/m}$;

qor yuklamasi - $S^m=1,5\text{kN/m}$; $S=2,4\text{kN/m}$.

montajchining og'irligi - $P=1,2\text{kN}$.

Yechilishi:

Ishchi to'shamaning hisobiy yuzasining eni $V=1\text{ m}$.

To'shamaning hisobiy sxemasi - ikki oraliqli qirqimsiz sharnirli tayangan, oraliqlarining gorizontal proyeksiyasi $l = L \cdot \cos\alpha = 1,5 \cdot 0,97 = 1,45\text{ m}$ 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 uning qiymati quyidagiga teng:

$$q = g + S = 0,8 + 2,4 = 3,2\text{ kN/m};$$

Egilishdagi yog'ochning hisobiy qarshiligi $R_{*g} = 13\text{ MPa}$ ga teng. O'rta tayanch kesimidagi hisobiy eguvchi 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,

$$W_i = \frac{M}{R_{*g}} = \frac{0,00084}{13} = 65 \cdot 10^{-6}\text{ m}^3 = 65\text{ sm}^3.$$

Taxta kesimini $b \times h = 10 \times 2,5\text{ sm}$ qabul qilamiz. Talab qilinadigan l metr kenglik yuzadagi taxta eni quyidagiga teng,

$$B_i = \frac{6 \cdot W}{h^2} = \frac{6 \cdot 65}{2,5^2} = 62,5\text{ sm}$$

Taxtani qo'yish qadami,

$$a = \frac{100 \cdot b}{B_i} = \frac{100 \cdot 10}{62,5} = 16\text{ sm}.$$

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 $a = 0,43 \cdot l = 0,43 \cdot 1,45 = 0,625\text{ m}$ masofada qo'yilgan. Maksimal eguvchi moment yig'ma yuk qo'yilgan kesimda hosil bo'ladi:

$$M = 0,07ql^2 + 0,21Pl = 0,07 \cdot 0,8 \cdot 1,45^2 + 0,21 \cdot 2,4 \cdot 1,45 = 0,86\text{ kN} \cdot \text{m} = 0,00086\text{ MN} \cdot \text{m}$$

Yig'ma yukni qisqa vaqt ta'sir qilishini hisobga olgan holda egilishdagi hisobiy qarshilik - $R_{*g} = R \cdot m_{q.v.} = 13 \cdot 1,2 = 15,6\text{ MPa}$.

Kuchlanish - σ

$$\sigma = \frac{M}{W} = \frac{0,00086}{65 \cdot 10^{-6}} = 14,9\text{ MPa} < R_{*g} = 15,6\text{ MPa}$$

Birinchi yig'ma me'yoriy yuklamalarda egilishni tekshiramiz,

$$q^m = g^m + S^m = 0,7 + 1,5 = 2,2\text{ kN} / \text{m} = 0,0022\text{ MN} / \text{m}$$

$$\text{Inersiya momenti} - J = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{62,5 \cdot 2,5^3}{12} = 81 \text{sm}^4 = 81 \cdot 10^{-8} \text{m}^4$$

Yog'ochning elastiklik moduli - $E = 10^4 \text{MPa}$

to'shama ning nisbiy egilishi -

$$\frac{f}{l} = \frac{2,13 \cdot q \cdot l^3}{384 \cdot EI} = \frac{2,13 \cdot 0,0022 \cdot 1,45^3}{384 \cdot 10000 \cdot 81 \cdot 10^{-8}} = \frac{1}{316} < \frac{1}{150}$$

12 - misol. Qutisimon yelimfanerli issiq tom to'shama plitasi kesimi tanlansin va tekshirilsin. Plita uzunligi $L = 6 \text{m}$, kengligi $B = 1,5 \text{m}$, ikkita fanera qoplamalari, to'rtta bo'yama va beshta ko'ndalang qobirg'alari bor. Plitaning chekkalari yelimlangan yog'och to'sinlarga tayanadi va tekis teng tarqalgan hamda yig'ma yuklamalarni ko'taradi:

xususiy og'irlik va qor yuklamalaridan: me'yoriy va hisobiy, $q^m = 2,5 \text{kN/m}$, $q = 3,2 \text{kN/m}$; odamdan tushadigan yuklama: me'yoriy va hisobiy, $P^m = 1,0 \text{kN}$, $P = 1,2 \text{kN}$.

Yechilishi:

Bo'yama qobirg'alar kesimini oldindan $b \times h = 4 \times 18 \text{sm}$ 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 bikr mahkamlangan va hisobiy uzunligi: $l = (B - 4b)/3 = (1,5 - 4 \cdot 0,04)/3 = 0,45 \text{m}$.

Plita kesimlaridagi hisobiy zo'riqishlar:

Eguvchi moment,

$$M = \frac{P \cdot l^2}{8} = \frac{3,2 \cdot 5,95^2}{8} = 14,16 \text{kN} \cdot \text{m} = 0,01416 \text{MN} \cdot \text{m}.$$

$$\text{Qirquvchi kuch, } Q = \frac{P \cdot l}{2} = \frac{3,2 \cdot 5,95}{2} = 9,52 \text{kN} = 0,00952 \text{MN}.$$

Yuqori qoplamadagi mahalliy eguvchi 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

$$\delta_1 = \frac{M}{0,6 \cdot B \cdot h_0 \cdot R_{r,t}} = \frac{0,01416}{0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 \cdot 12} = 0,007 \text{m} = 0,7 \text{sm}$$

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:

- qoplamaning hisobiy kengligi: $b = 0,9 \cdot 150 = 135\text{sm}$

- bo'ylama qobirg'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 inertsiya momenti,

$$J = J_f + J_{yo} = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta/2)^2 \cdot 2 + b_1 \cdot h_1^3 / 12 =$$

$$= 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2)^2 \cdot 2 + 16 \cdot 18^3 / 12 = 32144\text{sm}^4 = 0,0032144\text{m}^4$$

Kesimning qarshilik momenti,

$$W = J/0,5 \cdot h = 0,0032144 / 0,5 \cdot 0,1 = 0,006\text{m}$$

Neytral o'qqa nisbatan qoplamaning statik momenti,

$$S = b \cdot \delta \cdot (Z - \delta/2) = 135 \cdot 1 \cdot (10 - 1/2) = 1282,5\text{sm}^3 = 0,001282\text{m}^3$$

$V=1\text{m}$ hisobiy kenglikdagi qoplama kesimining qarshilik momenti:

$$W_f = \frac{b \cdot \delta^3}{8} = \frac{100 \cdot 1^3}{8} = 12,5\text{sm}^3 = 12,5 \cdot 10^{-4}\text{m}^3$$

$R_{f,s} = 12\text{MPa}$ - faneraning siqilishdagi hisobiy qarshiligi;

$R_{f,t} = 14\text{MPa}$ - faneraning cho'zilishdagi hisobiy qarshiligi;

$R_{f,\alpha} = 6,5\text{MPa}$ - faneraning egilishdagi hisobiy qarshiligi;

$R_{f,yor}$ - 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).

$$\text{Ustuvorlik koeffitsiyenti} - \varphi = 1 - [(a/\delta)^2 / 5000] = 1 - [18^2 / 5000] = 0,94$$

$$\text{Kuchlanish} - \sigma = \frac{M}{W \cdot \varphi} = \frac{0,01416}{0,006 \cdot 0,94} = 2,51\text{MPa} < R_{f,s}$$

Quyi qoplamaning choklari bilan zaiflashganini hisobga olgan holdagi cho'zilishdagi yuk ko'tarish qobiliyatini tekshiramiz:

$$b = b_1 = 16\text{sm} = 0,16\text{m};$$

$$\tau = Q \cdot S / (J \cdot b) = 0,00952 \cdot 0,001282 / (0,0032144 \cdot 0,16) = 0,24\text{MPa} < R_{f,yor}$$

13-misol. Ikkinchi nav yog' ochdan tayyorlangan bir oraliqli to'rt qirra yog' och sarrovning kesimi tanlansin va tekshirilsin. Sarrov tom qiyaligiga ko'ndalang joylashgan va tom qiyaligi - $i = 1 : 4$ ga teng. Sarrovga tom yopma va qor yuklamalari ta'sir qiladi: me'yoriy yuklama - $g'' = 1 \text{ kN} / \text{m}$; hisobiy yuklama - $g = 1,5 \text{ kN} / \text{m}$ sarrov oraliqi $l = 3 \text{ m}$.

Echilishi:

Sarrovni hisobiy sxemasi - bir oraliqli sharnirli tayangan, qiya egiladigan to'sin. Qiyalik burchagi $\alpha = 14^\circ$

holda,

$$\sin \alpha = \sin 14^\circ = 0,24; \cos \alpha = \cos 14^\circ = 0,97; \operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} 14^\circ = 0,25.$$

Maksimal eguvchi momentning qiymati,

$$M_{\max} = \frac{g \cdot l^2}{8} = \frac{1,5 \cdot 3^2}{8} = 1,6875 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Eguvchi 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:

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{10 \cdot 15^2}{6} = 375 \text{ sm}^2 = 375 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2;$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6} = \frac{15 \cdot 10^2}{6} = 250 \text{ sm}^2 = 250 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.$$

Egilishdagi yog' ochning hisobiy qarshiligi, $R_{\sigma} = 13 \text{ MPa}$ ga teng.

..... σ ,

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} = \frac{1,64 \cdot 10^{-3}}{375 \cdot 10^{-6}} + \frac{0,405 \cdot 10^{-3}}{250 \cdot 10^{-6}} = 6 \text{ MPa} < R_{\sigma}.$$

Sarrov egilishini tekshiramiz:

me'yoriy yuklama - q'' ni x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilari.

$$q_x'' = q'' \cdot \cos \alpha = 1 \cdot 0,97 = 0,97 \text{ kN} / \text{m} = 0,97 \cdot 10^{-3} \text{ MN} / \text{m};$$

$$q_y'' = q'' \cdot \sin \alpha = 1 \cdot 0,24 = 0,24 \text{ kN} / \text{m} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ MN} / \text{m};$$

Yog' ochning elastiklik moduli, $E = 10^4 \text{ MPa}$ ga teng.

Kesimning inersiya momenti:

$$I_x = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 15^3}{12} = 2812,5 \text{ sm}^4 = 2812,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}^4;$$

$$I_x = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{15 \cdot 10^3}{12} = 1250 \text{ sm}^4 = 1250 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4.$$

Solqilikning x va y o'qlari bo'yicha tashkil etuvchilarini aniqlaymiz:

$$f_x = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_x^* \cdot l^3}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,97 \cdot 10^{-3} \cdot 3^3}{10^4 \cdot 2812,5 \cdot 10^{-8}} = 0,0036 \text{ m};$$

$$f_y = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_y^* \cdot l^3}{E \cdot I_x} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,24 \cdot 10^{-3} \cdot 3^3}{10^4 \cdot 1250 \cdot 10^{-8}} = 0,002 \text{ m}$$

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 tushadigan me'yoriy yuklama $-q^m = 10 \text{ kN/m}$; hisobiy yuklama $q = 13 \text{ kN/m}$.

Yechilishi:

Yog'ochning hisobiy qarshiliklari, $R_{yg} = 15 \text{ MPa}$; $R_{yor} = 1,5 \text{ MPa}$

To'sinning tayanchdagi ko'ndalang kesimini yorilish shartiga asoslanib aniqlaymiz: Ko'ndalang qirquvchi kuchning qiymati $-Q$:

$$Q = \frac{ql}{2} = \frac{13 \cdot 12}{2} = 78 \text{ kN} = 0,078 \text{ MN}.$$

Tayanchdagi ko'ndalang kesimning talab qilinadigan balandligi

$$h_t = \frac{3 \cdot Q}{2 \cdot b \cdot R_{yor}} = \frac{3 \cdot 0,078}{2 \cdot 0,17 \cdot 1,5} = 0,5$$

b - to'sin eni, $b = 17 \text{ sm}$; $R_{yor} = 1,5 \text{ MPa}$; Q - qirquvchi kuch, $Q = 0,078 \text{ kN}$.

Oraliq o'rtasidagi balandligi: $h = h_t + \frac{l}{2 \cdot 12} = 0,5 + \frac{12}{24} = 1 \text{ m}$.

Eng xavfli kesim tayanchdan x masofada joylashgan,

$$x = \frac{l \cdot h_t}{2 \cdot h} = \frac{12 \cdot 0,5}{2 \cdot 1} = 3$$

Xavfli kesimdagi eguvchi momentning qiymati,

$M = q \cdot x \cdot (l - x) \cdot 2 = 13 \cdot 3(12 - 3) : 2 = 175,5 \text{ kN} \cdot \text{m} = 0,1755 \text{ MN} \cdot \text{m}$
xavfli kesimdagi balandlik,

$$h_x = h_1 + (h - h_1) \cdot 2 \cdot x / l = 0,5 + (1 - 0,5) \cdot 2 \cdot 3 / 12 = 0,75 \text{ m}.$$

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 qattam qalinligi koeffitsiyentlari -

$$m_b = 0,915 \text{ va } m_q = 1,05.$$

Hisobiy qarshilik:

$$R = R_x \cdot m_b \cdot m_q = 15 \cdot 0,915 \cdot 1,05 = 14,4 \text{ MPa}$$

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:

$$q^m = 10 \text{ kN} / \text{m}; \quad b \times h = 17 \times 100 \text{ sm}^2$$

$h_1 = 0,5 \text{ m}$ - 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:

$$K = 0,15 + 0,85 \cdot \frac{h_1}{h_{o'n}} = 0,15 + 0,85 \cdot \frac{0,5}{1} = 0,57.$$

Siljish deformatsiyasini hisobga oladigan koeffitsiyenti;

$$C = 15,4 + 3,8 \cdot \frac{h_1}{h_{o'n}} = 15,4 + 3,8 \cdot \frac{0,5}{1} = 17,3.$$

Kesimning o'zgaruvchanligi va siljish deformatsiyasini hisobga olinmagan-dagi egilish:

$$f_o = \frac{5}{384} \frac{q^m \cdot l^4}{E \cdot I} = \frac{5}{384} \cdot \frac{0,01 \cdot 12^4}{10^4 \cdot 0,014} = 0,019 = 1,9 \text{ sm}.$$

Nisbiy egilish,

$$\frac{f}{l} = \frac{f_0}{k} \left[1 + c \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] / l = \frac{0,019}{0,57} \left[1 + 17,3 \left(\frac{1}{12} \right)^2 \right] / 12 = 0,0031 < \left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{300} = 0,0033$$

To'sinning deformatsiyalanishidagi ustuvorligini tekshiramiz. To'sin ustiga mahkamlanadigan sarrovning qadami - $l_q = 1,2m$ ga teng.

$$l_q < \frac{70 \cdot b^2}{l} = \frac{70 \cdot 0,17^2}{1} = 2,023 m.$$

To'sinning ko'ndalang kesimi, yelimlangan yog'ochni yorilish shartidan kelib chiqqan holda aniqlanadi va u normal kuchlanishlar bo'yicha hamda biklik bo'yicha qo'shimcha mustahkamlikka egadir.

15-misol. Uzunligi $l=3,5m$ bo'lgan tarkibli, uchlari sharnirli mahkamlangan ustunning kesimi tanlansin va tekshirilsin. Berilgan: $N=200kN=0,2MN$ - bo'ylama siquvchi kuch; $l=3,5m$ - ustun balandligi; $R_s=13MPa$ - siqilishdagi hisobiy qarshilik.

Yechilishi:

Ustun uzunligi $\lambda=90$ bo'lsin, ya'ni $\lambda < 120$.

Ustuvorlik koeffitsiyenti,

$$\varphi_u = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{90^2} = 0,37.$$

Ustun eni - $b=20sm$ bo'lsin. U holda ustun kesimi balandligi,

$$h_s = \frac{l}{0,29 \cdot \lambda} = \frac{350}{0,29 \cdot 90} = 13,4sm$$

Ko'ndalang kesimini ikkita, o'lchamlari $b \times h = 20 \times 7sm$ bo'lgan to'rtqirrali yog'ochlardan iborat deb qabul qilamiz.

$A = 2 \cdot b \cdot h = 2 \cdot 20 \cdot 7 = 280sm^2$ - ko'ndalang kesimining yuzasi;

$r_x = 0,29 \cdot b = 0,29 \cdot 20 = 5,8sm$ - inersiya radiusi;

$$\lambda_x = \frac{l}{r_x} = \frac{350}{5,8} = 60,3 < 70 - \text{egiluvchanlik};$$

$$\varphi_x = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,71 - \text{ustuvorlik koeffitsiyenti}.$$

$$\text{Kuchlanish} - \sigma = \frac{N}{\varphi_x \cdot A} = \frac{0,2}{0,71 \cdot 0,028} = 10,06 MPa$$

γ - o'qiga nisbatan ustunning birikmadagi moyilligini hisobga olgan holda mustahkamlik va ustuvorligini tekshiramiz.

Bitta to'rtqirra yog' ochning ko'ndalang kesimi va inersiya momenti,

$$A_1 = b \cdot h_1 = 20 \cdot 7 = 140 \text{ sm}^2; \quad \alpha = 7/2 = 3,5;$$

$$J = 2(b \cdot h_1^3 / 12 + A_1 \cdot \alpha^2) = 2(20 \cdot 7^3 / 12 + 140 \cdot 3,5^2) = 4573 \text{ sm}^4$$

Inersiya radiusi - r_y ,

$$r_y = \sqrt{J/A} = \sqrt{4573/140} = \sqrt{32,66} = 5,72 \text{ sm}.$$

Birikmadagi moyillikni hisobga olmagan holatdagi ustunning egiluvchanligi,

$$\lambda_y = \frac{l}{r_y} = \frac{350}{5,72} = 61,2;$$

Ikki to'rtqirra yog' ochni bir-biriga diametri - $d = 2 \text{ sm}$ bo'lgan boltlar yordamida biriktiramiz,

$$\frac{d}{h_1} = \frac{2}{3,5} < \frac{1}{2}, \quad K_1 = \frac{1,5}{d \cdot h_1} = \frac{1,5}{2 \cdot 7} = 0,107.$$

Bog'lovchilar soni - 1 metrda 2 ta (2 ta/metr),

choklar soni - 1 ta ($n_{\text{chok}} = 1$).

Egiluvchanlikka keltirish koeffitsiyenti - μ_y ,

$$\mu_y = \sqrt{1 + K_{\text{bog}} \cdot b \cdot h \cdot n_{\text{ch}} / l^2 \cdot n_b} = \sqrt{1 + 0,107 \cdot 20 \cdot 14 / 350^2 \cdot 2} = 0,00006.$$

Bitta to'rtqirra yog' ochning inersiya radiusi, boltlar orasidagi masofa va egiluvchanligi,

$$i = 0,29 \cdot h_1 = 0,29 \cdot 7 = 2,03 \text{ sm}; \quad l_1 = 50 \text{ sm};$$

$$\lambda_1 = l_1 / i = 50 / 2,03 = 24,6; \quad \text{bu holda } \lambda = 60,3 \text{ deb olinadi.}$$

Keltirilgan egiluvchanlik - λ_{kel} ,

$$\lambda_{\text{kel}} = \sqrt{(\mu_y \cdot \lambda_1)^2 + \lambda^2} = \mu_y \cdot \lambda_1 = \sqrt{(0,00006 \cdot 24,6)^2 + 60,3^2} = 60,3 < 70.$$

ustuvorlik koeffitsiyenti - φ ,

$$\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda_{\text{kel}}}{100} \right)^2 = 1 - 0,8 \left(\frac{60,3}{100} \right)^2 = 0,7$$

Kuchlanish - σ ,

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{0,2}{0,7 \cdot 0,0280} = 10,2 \text{ MPa} < 13 \text{ MPa}.$$

I L O V A L A R

SI va MKGSS birliklari mexanik miqdorlari orasidagi nisbatlar

1-ilova

Miqdorlar nomi	SI		MKGSS		Birliklar nisbati
	nomi	belgilanishi	nomi	belgilanishi	
Kuch (yuklama, og'irlik, bo'ylama va ko'ndalang kuchlar)	Nyuton	N	Kilogramm-kuch	kgk	1 N = 1kg·1sm/s ² ;
	Kilonyuton Meganyuton	kN MN	Tonna-kuch	tk	1 MN = 10 ³ KN = 10 ⁶ N; 1 kgk = 9,81N ~ 10N; 1 tk ~ 104N = 10kN;
Kuch momenti (eguvchi moment)	Nyuton-metr	N·m	Kilogramm-kuchantimetr	kgk·m	1 kgk·m ~ 0,1N·m;
	Kilonyuton-metr	kN·m	Kilogramm - kuch - metr	kgk·m	1 kgk·m ~ 10N·m;
	Meganyuton-metr	MN·m	Tonna - kuch - metr	tk·m	1 tk·m ~ 10 ⁶ N·m = 10kN·m;
Bosim (kuchlanish, me'yoriy va hisobiy qarshilik-lar, elastiklik va siljish modullari)	Paskal	Pa	Kilogramm - kuch - santimetr kvadrat	kgk/sm ²	1 MPa = 10 ³ kPa = 10 ⁶ Pa;
	Kilopaskal	kPa			1 Pa = 1N/m ² ;
	Megapaskal	MPa			1 MPa ~ 10 kgk/sm ² ; 1 kgk/sm ² ~ 0,1MPa;

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 larga o'tkazib olinadi.
3. Statik hisoblashda zo'riqishlar SI birligida hisoblanadi: bo'ylama va ko'ndalang kuchlar – N da; eguvchi va burovchi momentlar – $N \cdot m$ da yoki $MN \cdot m$ 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'riqish – MN da; eguvchi moment- $MN \cdot m$ da; geometrik xarakteristikalar m^2 , m^3 va m^4 larda hisoblanadi.
4. Egitilish 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-ilova

Qalin- ligi	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	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
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-ilova

№	Yog'och turi	Yog'ochning zichligi, kg/m ³	
		Yog'och narxligi 20% gacha	Yog'och narxligi 20% dan katta
1	Igna bargli Tilg'och	650	800
	Qarag'ay, qora qarag'ay, kedir, oq qarag'ay	500	600
2	Qattiq bargli Eran (dub), oq qayin (beryoza), qora qayin (buk), shumtol (yasen), grab (qayinlar oilasiga mansub), zarang (kdyon), akatsiya (oq va sariq gulli dukkakli bo'ta), qayrag'och (vyaz) va yelma (ilm-qayrag'ochning bir turi)	700	800
3	Yumshoq bargli Tog'terak (osina), terak, oba (daraxt yoki bo'ta), jo'ka (lipa)	500	600

Eslatma:

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 shpon zichligi olinadi; shimdirilgan faneraniki esa - 1000 kg/m^3 ga tengdir.

Asosiy konstruksiyaviy plastmassalarning fizik-mexanik xossalari

4- ilova

Ko'rsatkich	Stekloplastikalar	
	Poliefirli varaqli	AGS - 4S
Vaqtinchalik zichligi, kg/m^3 qarshilik, MPa:	1400...1500	1700...1900
Cho'zilish	60...110	500
Siqilish	100...200	-
Egilish	130...160	250
Elastiklik moduli, MPa		0
Yorug'lik o'tkazuvchanlik, %	85 gacha	0,2
Suv shimuvchanlik, %	0,3...1	70
Oyna tolasi miqdori, %	20...29	
Bog'lovchi	maydalangan	Oyna ipi
Bog'lovchi	poliefirli	Feno!-formaldegid R-2

Ko'rsatkich	Organik oyna	Vniplast
Zichligi, kg/m^3	1180	1400
Vaqtinchalik qarshilik, MPa:		
Cho'zilish	55	550
Siqilish	80	750
Egilish	110	850
Elastiklik moduli, MPa	2800	28000
Yorug'lik o'tkazuvchanlik, %	92 gacha	80 gacha
Suv shimuvchanlik, %	0,3	-
Issiqbardoshligi, gradus	60	60

Ko'rsatkich	Penoplastlar					
	PSBt		PS-4	PXV-1	FRP-1	PU-101
Zichligi, kg/m ³	40...50	60...70	40	100	100	50
Vaqtinchalik qarshilik, MPa:						
Cho'zilish	0,38	0,44	0,65	1,9...3,3	0,42	1,0
Siqilish	0,29	0,45	0,28	0,8...1,1	0,52	0,2
Siljish	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	-
Issiqbardoshligi, gradus	60	60	65	60	130	120...170

Qarag'ay va qora qarag'ayning hisobiy qarshiliklari – R

5a- ilova

Elementar xarakteristikasi va kuchlanganlik holati	Belgilanishi	Yog'och navlari uchun hisobiy qarshiliklar		
		1	2	3
1. Bo'ylama egilish, siqilish va ezilish:				
a) kesim balandligi 50 sm gacha bo'lgan to'g'ri burchak kesimli elementlar ("b" va "v" punktlardan tashqari)	R_{eg}, R_s, R_{ez}	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_{eg}, R_s, R_{ez}	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_{eg}, R_s, R_{ez}	16	15	11
g) hisobiy kesimda o'yoq joyi yo'q doira kesimli elementlar	R_{eg}, R_s, R_{ez}	-	16	10
2. Tolalari bo'ylab cho'zilish:				
a) yelimlanmagan elementlar	R_{ch}	10	7	-
b) yelimlangan elementlar	R_{ch}	12	9	-
3. Butun yuza bo'ylab tolalariga ko'ndalang siqilish va ezilish	R_s, R_{ez90}		1,8	

Elementlar xarakteristikasi va kuchlanganlik holati	Belgilanishi	Yog'och navlari uchun hisobiy qarshiliklar		
		1	2	3
4. Mahalliy tolalarga ko'ndalang ezilish:				
a) Konstruksiyalarni tayanch qismlarida, o'yiqlik birikmalarda va elementlarni tugun tutashuvlarida;	R_{ez90}		3	
b) Ezilish burchagi 60 ... 90° da shayba tagidagi	R_{ez90}		4	
5. Tolalari bo'ylab yorilish:				
a) yelimlanmagan elementlarni egilishidagi	R_{yor}	1,8	1,6	1,6
b) yelimlangan elementlarni egilishidagi	R_{yor}	1,6	1,5	1,5
v) pesh o'yiqlik birikmalarida maksimal kuchlanish uchun	R_{yor}	2,4	2,1	2,1
g) yelimli birikmalarda maksimal kuchlanish uchun	R_{yor}		2,1	
6. Tolalariga ko'ndalang yorilish:				
a) yelimlanmagan elementlar birikmalarida	R_{yor90}	1	0,8	0,6
b) yelimlangan elementlar birikmalarida	R_{yor90}	0,7	0,7	
7. Elimlangan yog'och elementlarini tolalariga ko'ndalang bo'yicha cho'zilish	R_{cho}	0,35	0,3	0,25

Eslatma: Sharnol va vaqtinchalik yuklamalarni hisobga olish koeffitsiyenti - m_N :

a) barcha turdagi kuchlanish holatlari uchun (tomonlariga ko'ndalang ezilishdan tashqari) - $m_N = 1,2$ ga teng,

b) tolalariga ko'ndalang ezilishda - $m_N = 1,4$ ga teng.

Adabiyotlar

1. Г. Н. Зубарев. Конструкции из дерева и пластмасс. Москва, Высшая школа, 1990. – 287с.
2. Д. К. Арлеников, Ю. Н. Буслаев, В. П. Игнатьев, 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. Zilzilaviy 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. Fazoviy konstruksiyalar	105
9.1. Qubbalarning konstruktiv shakllari. Aylanma to'rsimon qubbalar. 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‘OCH 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**

Terishga berildi 24.12.05. Bosishga ruxsat etildi 30.12.05. Bichimi 60×84¹/₁₆.
Ofset bosma. Shartli bosma tabog‘i 10,0. Nashriyot hisob tabog‘i 10,0.¹⁶
Adadi 1000. Bahosi shartnoma asosida.

“Kuro-print” mas‘uliyati cheklangan jamiyati bosmaxonasida bosildi.
X.Do‘stligi shoh ko‘chasi, 28.