

S.A. YUSUPXODJAYEV



QURILISH KONSTRUKSIYALARI



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

S.A. Yusupxodjayev

QURILISH KONSTRUKSIYALARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan oliy o'quv yurtlarining bakalavriat ta'lim yo'nalishi
talabalari uchun darslik sifatida tavsiya etilgan*

«O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti
Toshkent – 2019

UO‘K: 69.07(075)

KBK: 38.5ya73

Yu 91

Yusupxodjayev, S.A.

Yu 91 Qurilish konstruksiyalari [Matn] : darslik. / S.A. Yusupxodjayev. – Toshkent: «O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti, 2019. – 376 bet.

UO‘K: 69.07(075)

KBK: 38.5ya73

«Qurilish konstruksiyalari» darsligi 5340900 – «Ko‘chmas mulk ekspertizasi va uni boshqarish», 5341100 – «Qiymat injeneringi», 5340300 – «Shahar qurilishi va xo‘jaligi», 5340400 – «Muhandislik kommunikatsiyalari qurilish va montaji (Suv ta‘minoti va oqova suvlarni oqizish)», 5340400 – «Muhandislik kommunikatsiyalari qurilish va montaji (Issiqlik-gaz ta‘minoti va ventilyatsiya)», 5340500 – «Qurilish materiallari, buyumlari va konstruksiyalarini ishlab chiqarish», 5610100 – «Xizmatlar sohasi (uy-joy, kommunal va maishiy xizmatlar)», 5340100 – «Arxitektura (turlari bo‘yicha)», 5341000 – «Qishloq hududlarini arxitektura – loyihaviy tashkil etish» yo‘nalishlari hamda qurilish sohasi bo‘yicha ta‘lim olayotgan bakalavrlar uchun mo‘ljallangan.

O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta‘lim vazirligi turdosh oliy o‘quv yurtlari uchun darslik sifatida tavsiya etgan.

Taqrizchilar:

P.T. Mirzayev – t.f.n., prof.,

Sh. Shojalilov – t.f.n., dots.

ISBN 978-9943-6171-4-8

SO‘ZBOSHI

Qurilish konstruksiyalari fani muhandisni shakllantiradigan fanlardan biri bo‘lib, uning asoslarini chuqur o‘zlashtirmoq har qanday binokor uchun zarurdir.

Qurilish konstruksiyalarini loyihalash nazariyasi texnika fanlari sohalaridan biri bo‘lib, tejamkor va mustahkam elementlar yaratish ustida ish olib boradi.

Mustahkamlik, bikrlilik hamda ko‘pga chidamlilik qurilish konstruksiyalariga qo‘yiladigan asosiy talablardir. Binokor konstruksiyaning shunday yechimini topishi kerakki, bunda konstruksiya ham yuqoridagi talablarga javob bersin, ham tejamli bo‘lsin. Bu esa masalani samarali loyihalash muammosiga olib keladi. Qurilish konstruksiyalarini loyihalash nazariyasi tatbiqiy fan bo‘lganligi sababli mexanika, matematika, materiallar qarshiligi singari asosiy tabiiy fanlarning qonun-qoidalariga asoslanadi.

Qurilish tajribasi shuni ko‘rsatdiki, hozirgi zamon kapital qurilishining asosini qurilish konstruksiyalari tashkil etadi. Demak, binokorlar oldida qurilish konstruksiyalarining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini yaxshilash, buyumlarning tannarxini arzonlashtirishdek muhim vazifa turibdi. Bu vazifani ijobiy hal etish uchun qurilish konstruksiyalariga daxldor bo‘lgan nazariy va amaliy bilimlarni chuqur o‘rganish talab etiladi.

Darslik olti qismdan iborat bo‘lib: Qurilish konstruksiyalarini hisoblash va loyihalashning qonun-qoidalari; Metall konstruksiyalar; Yog‘och konstruksiyalar; Temir-beton konstruksiyalar; Tosh va armotosh konstruksiyalar; Zamin va poydevorlar konstruksiyalarini hisoblash va loyihalashning nazariy va amaliy masalalarini o‘z ichiga olgan, unda konstruksiyalarni loyihalash asoslari, yuklar va ta’sirlar, konstruksiyalarni chegaraviy holatlar bo‘yicha hisoblash usullari yoritilgan.

Mazkur darslik, «Qurilish konstruksiyalari» fanini o‘rganishdan maqsad – bo‘ljak mutaxassis qurilish amaliyotida metall,

temir-beton, tosh-g'isht, yog'och konstruksiyalarining qo'llanilishiga doir bilimlarni egallashi, ularni hisoblash va konstruksiyalashni o'rganishi, turli xildagi konstruksiyalar, bino va inshootlarning texnik holatini tekshirish va baholay olishi, yuk ko'taruvchi elementlarni zamonaviy va kelajakda uchraydigan konstruktiv xillari bilan tanishtiradi va ularda hosil bo'ladigan kuchlanganlik holatini aniqlashni o'rgatadi. Elementlarda yuklar eng noqulay birgalikda ta'sir etishidan hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlashni va shunga mos samarali kesim yuzani tanlashni o'rgatadi.

Nazariy mavzular yanada tushunarli bo'lishi uchun darslikda misol va masalalar yechishga keng o'rin berilgan va ularga tegishli bo'lgan rasm, jadval va sxemalar keltirilgan.

Mazkur darslikning 2, 3, 4, 5, 6, 7 – boblari Q.A.Saydulayev, 11, 12, 13, 14 – boblari Sh.R. Nizomov, so'z boshi, kirish 1, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 – boblar S.A. Yusupxodjayev tomonidan yozildi.

Muallif kitob sifatini yaxshilashga xizmat qilgan qimmatli fikrlari uchun taqrizchilar t.f.n., prof. P.T. Mirzayev hamda t.f.n., dots. Sh. Shojalilovga samimiy minnatdorlik izhor etadi.

KIRISH

Qurilish sohasida yuqori malakali kadrlar tayyorlashni tashkil etishni takomillashtirish va sifatini oshirish hozirgi kunda ta'lim mazmunini tashkil qiladi. Chunki ta'lim muassasasida olingan ilm kelajakda mutaxassisning salohiyatini va kelajakda jamiyatdagi o'rnini belgilaydi.

Ishlab chiqarishga zamonaviy texnologiyalarning kirib keliishi ularning talablariga javob beradigan bino va inshootlarni loyihalashni talab etadi. Buning uchun binokor-quruvchi kadrlar yetarli bilim saviyasiga ega bo'lishlari lozim.

Bugungi kunda bunyodkorlik ishlari ko'lami kengayib, qurilish materiallariga bo'lgan talab hamda ularni ishlab chiqarish hajmi tobora oshmoqda. Shahar-u qishloqlarimizda amalga oshirilayotgan ulkan bunyodkorlik ishlari samarali bo'lib, keng va ravon yo'llar, zamonaviy ko'priklar, yuksak me'moriy yechimga ega mahobatli inshoot va imoratlar, shinam uy-joylar, milliy qadriyatimizni o'zida mujassam etgan koshonalarda o'z ifodasini topayotir. Bu xalqimiz turmush tarzi, hayoti va yashash sharoiti tubdan o'zgarayotganidan ham dalolatdir.

Yuqoridagi so'zlarning isboti sifatida, bugungi kunda olib borilayotgan katta ko'lamdagi qurilish ishlarini ko'rsatish mumkin. Shunday ishlardan biri Toshkent metropolitenining yangi liniyalari qurilishidir.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016-yil 7-noyabrdagi «Toshkent metropoliteni Yunusobod liniyasining ikkinchi bosqichi qurilishini amalga oshirish haqida»gi PQ-2663-sonli va 2016-yil 29-noyabrdagi «Toshkent metropoliteni Sergeli yo'nalishi qurilishi loyihasini amalga oshirish to'g'risida»gi PQ-2664-sonli qarorlariga asosan Toshkent metropoliteni Yunusobod liniyasining ikkinchi bosqichini va Sergeli liniyasining qurish ishlari olib borilmoqda. Yunusobod liniyasining ikkinchi bosqichi yer ostida qurish rejalashtirilgan bo'lib, uzunligi 2,93 km ni tashkil etadi. Inshootni asosan yig'ma va monolit beton

konstruksiyalardan qurish rejalashtirilgan. Sergeli liniyasi esa, yer ustida bunyod etilib, uzunligi 7,1 km va balandligi 4–6 metr bo‘lgan temir-beton estekada ko‘rinishida qurilishi ko‘zda tutilgan.

Shuningdek, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi-ning 2017-yil 28-iyuldagi «Toshkent shahrining markaziy qismini obodonlashtirish va arxitekturaviy qiyofasini yanada yaxshilash hamda aholi va poytaxt mehmonlari uchun zarur shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi 559-sonli qaroriga asosan, Toshkent shahrining markaziy qismida «Tashkent City» xalqaro biznes markazi tashkil etish rejalashtirilgan. Mazkur biznes markazda 12 qavatdan kam bo‘lmagan turar joy binolari va 40 qavatdan kam bo‘lmagan ma‘muriy binolar, biznes markazlar, mehmonxona va konferensiya zallari qurish nazarda tutilgan.



«Tashkent City» xalqaro biznes markazi konsepsiyasi

Bugungi kunda olib borilayotgan yirik qurilish ishlaridan yana biri «Islom sivilizatsiyasi markazi» binosidir. «Islom sivilizatsiyasi markazi» binosida akademiya, kutubxona, arxiv va

qo'lyozmalar fondi tashkil etilib, ularni bugungi O'zbekiston zaminidan yetishib chiqqan buyuk mutafakkirlar va ulamolar tomonidan asos solingan ilmiy va diniy maktablarga doir mam-lakatda va chet ellarda saqlanayotgan qadimiy qo'lyozma va toshbosma kitoblar, tarixiy dalil va hujjatlar, arxeologik topilma-lar, osori-atiqalar, shu yo'nalishdagi zamonaviy ilmiy-tadqiqot ishlari, video va foto hujjatlar bilan boyitish, 300 o'rinli konfe-rensiya zali barpo etish ko'zda tutilgan.



«Islom sivilizatsiyasi markazi» binosi loyihasi

Yana bir yirik loyihalardan biri «Humo arena» muz saroyi kompleksidir. Ushbu inshoot 14 ming kishiga mo'ljallangan bo'lib har xil konsert, olimpiyada, forum va sportning boshqa turlarini o'tkazishga mo'ljallangan ko'p funksiyali obyekt. Hu-mo arena kompleksi Afrosiyob va Beshyog'och ko'chalari kesish-masida O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev boshchiligida 2017-yil qurilishi boshlanib, 2019-yilda foyda-lanishga topshirilgan. Kompleks loyihasi «Heerim Architecta & Planners» tomonidan ishlangan. Umumiy hududi 9 gektarni

tashkil qiladi. Bino maydoni 74 ming m², balandligi 5 qavat. Binoda 2 ta zal mavjud bo'lib, bittasi sportchilarning tayyorgarlik ko'rishi, ikkinchisi musobaqalarga mo'ljallangan. Kompleks hududda yana sport muzeyi, yopiq bolalar maydoni, fitnes markaz, umumiy ovqatlanish markazi va har xil savdo ko'ngil ochar maskanlar loyihalangan. Hamda shu kompleksga xizmat qiluvchi 4 qavatdan tashkil topgan 2000 ta mashinaga mo'ljallangan avto turargoh ham mavjud.



«Humo Arena» Muz saroyi

Yuqoridagilarni inobatga olib, arxitektura va qurilish sohasida yetuk kadrlarni tayyorlash masalasi bugungi kunning dolzarb masalalaridan biri degan xulosaga kelish mumkin. Kadrlar tayyorlashda esa, yaratilayotgan darslik va o'quv qo'llanmalari muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur darslikning maqsadi o'quvchiga qurilish konstruksiyalarini hisoblash usullari va loyihalash asoslarini o'rgatishdan iboratdir.

Darslik 6 qismdan iborat: Qurilish konstruksiyalarini hisoblash va loyihalash tartibi; Metall konstruksiyalari; Yog'och konstruksiyalari; Temir-beton konstruksiyalari; Tosh va armatosh konstruksiyalari; Zamin va poydevorlar.

Davlat ta'lim standartlarida o'quvchilarda mustaqil ishlariga alohida e'tibor qaratilgan. Shuni e'tiborga olib, darslikda konstruksiyalarni hisoblashda nazariy bilimlar talabalarga yanada tushunarliroq bo'lishi uchun misollar yechimi bilan ko'rsatib berilgan. Shu bilan birga darslikda rasm, jadval, hisobiy tarx va grafiklar keltirilgan. Bunda konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlash, yangi konstruktiv yechimlarni ishlab chiqishda, seysmik hududlarda binolarning umrboqiyiligini ta'minlash hamda konstruksiyalarning tashqi omillarga bo'lgan ta'siri o'rganiladi.

Mustahkamlik, bikrlilik hamda ko'pga chidamlilik qurilish konstruksiyalariga qo'yiladigan asosiy talablardir. Binokor — quruvchi konstruksiyaning shunday yechimini topishi kerakki, bunda konstruksiya ham yuqoridagi talablarga javob bersin, ham tejamli bo'lsin. Bu esa masalani optimal loyihalash muammosiga olib keladi.

Kitobda birliklarning Xalqaro tizimi (SI)dan hamda ST SEV 1565—79 ning va ISO 3898 raqamli «Belgilar va asosiy ramzlar» Xalqaro standartlarning yangi tizimidan foydalanildi.

1-qism

1-bob. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI HISOBLASH VA LOYIHALASH TARTIBI

1.1. Qurilish konstruksiyalarini hisoblash va loyihalashning maqsadi va vazifasi

Qurilish konstruksiyalarini loyihalash deb, ularning statik (yoki dinamik) kuchlar, elementning kesim yuzasini hisoblash va loyihalash tushuniladi.

Qurilish konstruksiyalarini hisoblash ikki bosqichdan iborat:

1. Elementlardagi kuchlanishni aniqlash va bu kuchlanish asosida kesim yuzasini topish.

2. Konstruksiyaning egilishini me'yoridan oshmasligini tekshirish.

Loyihalangan konstruksiyalarning samaradorligi ularning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari hamda ishlash jarayonida mavjud foydalanish talablariga mosligi darajasiga qarab baholanadi.

Beton qurilish materiallari ichida eng ko'p qo'llaniladi. Beton narxi boshqa materiallarga nisbatan ancha arzon. Zero uning mexanik xususiyati po'latnikiga qaraganda ancha farq qiladi. Bunday holatda betonga teng keladigan material yo'q. Uning tarkibiga hamma yerda mavjud bo'lgan materiallar kiradi. Yana bir ma'qul bo'lgan tomoni shundan iboratki, beton mustahkamligi yildan-yilga ortib boradi. Bu xususiyat temir-beton konstruksiyalari uzoq davrga chidamli ekanligini ko'rsatadi. Betonning arxitektura va konstruktiv imkoniyatlari haqida gapirmasa ham bo'ladi.

Hisoblashning asosiy maqsadi — temir-beton konstruksiyalari yuk ostida ishlaganda ularning eng tejimli o'lchamlarini tanlash va shu bilan birga xavfsizlik, ishonchlilik va uzoqqa chidamlilik talablariga javob berishiga erishishdir.

Hisoblashning asosiy vazifasiga tashqi yuk ta'siridan konstruksiya elementlarida hosil bo'ladigan zo'riqishlarni aniqlash, talab etilgan kesim yuzalar, armaturalar miqdorini hamda konstruksiya ishchi chizmalarini tayyorlashdagi zarur ma'lumotlarni aniqlash kiradi. Konstruksiyani hisoblash qurilish me'yorlari talablari asosida amalga oshiriladi. Qurilish me'yorlari va qoidalari – QMQ qurilish konstruksiyalari nazariyasining amaliy natijasi hisoblanib, u konstruksiyalarni loyihalashda, qurishda va foydalanishda erishilgan yutuqlarni o'zida aks ettiradi. Elementning normal kesim yuzasining samarali shakli va o'lchamlarini, betonning optimal sinfini, ishchi armaturaning sinfi, kesim yuzasini va elementning yorilishga bardoshiga va bikrligini hisobga oladigan kesim yuzasi hisobiy kesim yuzasi deyiladi. Konstruksiya deb, element qismlarini birlashtirish tushuniladi. Konstruksiyalash esa, binolarni konstruktiv hal etish, ularning elementlaridan ishchi, montaj armaturasini joylashning samarali sxemasini belgilash, opalobka va armatura konstruksiya uzellari va elementlari chizmalarini ishlab chiqishdan iborat bo'ladi. Konstruksiyalarni loyihalash kesim yuzasi haqidagi ma'lumotlar asosida, me'yor talablarini hisobga olgan holda bino va inshootni qurish va ishlatish jarayonida mustahkamligi, yoriqbardoshligi va bikrligini ta'minlaydigan hisobiy kuchni aniqlashdan iborat bo'lish kerak.

1.2. Qurilish konstruksiyalariga qo'yiladigan talablar

Qurilish konstruksiyalari funksional, texnik, iqtisodiy, estetik va boshqa talablarni hisobga olgan holda loyihalanadi.

Funksional talablarga ko'ra har bir konstruksiya qanday maqsadga mo'ljallangan bo'lsa, shunga mos bo'lishi hamda bino yoki inshootda bajarilayotgan texnologik jarayonlarning qulay va xavfsiz bo'lishini ta'minlashi lozim.

Texnik talablar konstruksiyaning zarur mustahkamligi, bikrligi va uzoqqa chidashini ta'minlashga qaratiladi.

Qurilish konstruksiyalariga qo'yiladigan muhim talablarga tayyorlash va ishlatishdagi tejamlilik, industrialligi va texnologiyabopligi kiradi.

Zavodlarda tayyorlangan elementlardan iborat yig'ma konstruksiyalar bu talablarni to'liq qanoatlantiradi.

Iqtisodiy talablar konstruksiya materiali, uning tipi (masalan, fermalar yoki to'sinlar) va asosiy o'lchamlari (masalan, to'sin balandligi)ni tanlashga katta ta'sir ko'rsatadi.

Konstruktiv yechimlar konstruksiyalarni muayyan shart-sharoitlarda ishlatishning texnik-iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligiga asoslangan holda, material va energiya sarfini, shuningdek, sermehnatligini hamda qurilish obyektining narxini maksimal darajada kamaytirishni hisobga olgan holda tanlangan bo'lishi kerak. Bunga quyidagilarni amalga oshirish orqali erishish mumkin:

- samarali qurilish materiallari va konstruksiyalaridan foydalanish;

- konstruksiyalarning massasini kamaytirish;

- materiallarning fizik-mexanik xususiyatlaridan to'liq foydalanish;

- mahalliy qurilish materiallarini ishlatish;

- asosiy qurilish materiallarini tejamkorlik bilan sarf qilishga oid tegishli talablarga rioya qilish.

Loyihalashda yechimlarning bir necha variantlari tuzilib, ularda konstruksiyalarni tayyorlash va qurishdagi materiallar, energiya, mehnat sarfi, qurilish narxi va muddatlariga oid ko'rsatkichlar aniqlanadi; konstruksiyaning me'moriy ko'rkamligi ham e'tiborga olinadi. Variantlarni taqqoslash orqali eng maqbul yechim tanlab olinadi.

Konstruksiyalarning tejamlilik ularga qo'yiladigan asosiy talablardan biri hisoblanadi. Tejamlilik – materiallar sarfi va tanarxi, konstruksiyalarni tayyorlash, qurilish maydoniga tashib keltirish, montaj qilish va ulardan foydalanishdagi xarajatlarga bog'liq bo'ladi.

Material sarfi jihatidan eng afzal konstruksiya teng mustahkamlikdagi konstruksiya hisoblanadi. Bunday konstruksiyadagi barcha kesimlar unga ishlatiladigan materiallarning fizik-mexanik xossalaridan to'liq foydalanish sharti bilan tanlangan bo'ladi (teng mustahkamlikka ega bo'lmagan konstruksiyalarda ba'zi yirik elementlarning mustahkamligidan to'liq foydalanilmaydi).

Konstruksiya unga ta'sir etadigan kuchlarga hisoblangan bo'lishi kerak. Tashqi yuklar, tayanchlarning siljishi, haroratning o'zgarishi, kirishishlar va boshqa shunga o'xshash hodisalar konstruksiyalarga ta'sir etadigan kuchlarga kiradi.

Bino va inshootlarni loyihalashda konstruktiv sxemalar tuzish kerak. Bunday sxemalar bino va inshootning hamma qismlarida, uni qurish va foydalanishning barcha bosqichlarida konstruksiyalarning zaruriy mustahkamligi, ustuvorligini ta'minlashi lozim. Loyihalarda konstruksiyalarning uzoqqa chidamliligini ta'minlashga qaratilgan tadbirlarni ko'zda tutish sovuqbardosh va o'tga chidamli, korroziyabardosh materiallarni tanlash, ularni chirishdan himoya qilishga doir choralar ko'rish kerak.

1.3. Yuklar va ta'sirlar

Ta'sir etish vaqtiga qarab yuklar doimiy va vaqtincha bo'lishi mumkin, vaqtincha yuk uzoq muddatli, qisqa muddatli va maxsus bo'lishi mumkin.

Doimiy ta'sir etadigan yuklarga quyidagilar kiradi:

- a) inshoot qismlarining vazni, yuk ko'taruvchi va to'suvchi qurilish konstruksiyalarining vaznlari ham shunga kiradi;
- b) gruntlarning og'irligi va bosimi (ko'tarma, to'ldirma);
- v) konstruksiyada oldindan uyg'otilgan kuchlanishlardan hosil bo'lgan zo'riqishlar va boshqalar.

Vaqtincha uzoq muddat ta'sir etadigan yuklarga quyidagilar kiradi:

- a) vaqtincha xonalarni ajratadigan pardevor og'irligi;

b) qo'zg'almas asbob-uskunalar – dastgohlar, apparatlar, motorlar, idishlar, quvurlar, tasmali transportyorlar, konveyerlar, qo'zg'almas ko'tarma mashinalar, shuningdek, asbob-uskunalarni to'ldirib turuvchi suyuqlik yoki qattiq jismlarning vazni;

v) idishlar yoki quvurlardagi gaz, suyuqlik va sochiluvchan jismlarning bosimi;

g) omborxonalar, muzxonalar, don saqlaydigan, kitob saqlaydigan xonalar, arxivlar va shunga o'xshash binolar yopmasiga taxlanadigan yoki javonlarga terib qo'yiladigan buyumlar vazni;

d) statsionar asbob-uskunalaridan tushadigan yuklar.

Vaqtincha qisqa muddatli yuklarga quyidagilar kiradi:

a) asbob-uskunalarni ishga tushirish va to'xtatish, sinash, ko'chirish yoki almashtirish chog'larida vujudga keladigan yuklar;

b) odamlar va uskunalarni ta'mirlashda ishlatiladigan materiallar vazni;

v) uy-joy, jamoat, qishloq xo'jaligi binolarining yopmalariga odamlar va asbob-uskunalaridan tushadigan yuklar;

g) qo'zg'aluvchi ko'tarma-telfer vositalaridan tushadigan yuklar;

d) qor yuklari;

y) harorat, iqlim ta'siri;

j) shamol yuklari.

Maxsus yuklarga quyidagilar kiradi:

a) seysmik ta'sirlar;

b) portlash ta'sirlari;

v) texnologik jarayonning keskin o'zgarishi, uskunalarining vaqtincha ishdan chiqishi yoki sinishi natijasida vujudga keladigan yuklar;

g) grunt strukturasi keskin o'zgarishi (cho'kuvchan gruntlar namlanganda) yoki tog' konlari hududida cho'kish natijasida zaminda paydo bo'lgan deformatsiyalardan kelib chiqqan ta'sirlar.

Yuklar jamlamasi

Odatda, inshootga bir necha xil yuklar birgalikda ta'sir etadi, lekin hamma mavjud yuklarning konstruksiyaga bir vaqtning o'zida ta'sir etish ehtimoli kam. Shuning uchun konstruksiya va zaminlarni chegaraviy holatlarning birinchi va ikkinchi guruhlarini bo'yicha hisoblashda yuklar va tegishli zo'riqishlarning eng nobop jamlamalari (sochetaniye) e'tiborga olinishi zarur.

Bu jamlamalar konstruksiya yoki zaminga bir vaqtning o'zida vaqtinchali yuklar qo'yilishining turli sxemalari paydo bo'lishi imkoniyatlarini e'tiborga olgan holda turli yuklarni har xil variantlarda ta'sir etishini yoki ba'zi yuklarning mavjud emasligini ko'rib chiqish yo'li bilan belgilanadi.

Hisobga olinadigan yuklar tarkibiga qarab jamlamalar quyidagi xillarga bo'linadi:

a) doimiy, uzoq muddatli va qisqa muddatli yuklardan tashkil topgan asosiy jamlamalar;

b) doimiy uzoq muddatli, qisqa muddatli hamda maxsus yuklarning biridan tashkil topgan maxsus jamlamalar.

Ikki xil me'yoriy qiymatga ega bo'lgan vaqtinchali yuklarni jamlama tarkibiga kiritishda uning kichik me'yoriy qiymati uzoq muddatli yuk, katta me'yoriy qiymati esa qisqa muddatli yuk sifatida qaraladi to'liq me'yoriy qiymatini hisobga olishda. Agar jamlamalar tarkibiga doimiy va kamida ikkita muvaqqat yuk kirsa, vaqtincha yuklarning hisobiy qiymatlari quyidagi jamlama koeffitsientlariga ko'paytiriladi: asosiy jamlamalarda uzoq muddatli yuklar uchun $-\Psi_1=0,95$; qisqa muddatli yuklar uchun $-\Psi_2=0,9$;

Maxsus jamlamalarda uzoq muddatli yuklar uchun $-\Psi_1=0,95$; qisqa muddatli yuklar uchun $-\Psi_2=0,8$.

Asosiy jamlama tarkibi doimiy yuk va bitta muvaqqat (uzoq yoki qisqa muddatli) yukdan tashkil topsa, ψ_1, ψ_2 koeffitsientlariga ko'paytirilmaydi.

Eslatma: asosiy jamlamalar tarkibi uchta va undan ortiq qisqa muddatli yuklardan tashkil topgan bo'lsa, ularning hisobiy qiymatlari jamlama koeffitsienti ψ_2 ga ko'paytiriladi; bunda koeffitsientning qiymati (ahamiyatiga ko'ra) birinchi qisqa muddatli yuk uchun – 1,0, ikkinchisi uchun – 0,8, qolganlari uchun – 0,6 olinadi.

Birgalikda ta'sir etish ehtimolligi mavjud variantlarni tahlil qilib topiladi. Asosan birgalikdagi yuklar ta'siriga doimiy, vaqtincha uzoq va qisqa muddatli yuklar kiradi. Maxsus birgalikdagi yuklar ta'siriga doimiy, vaqtincha uzoq va qisqa muddatli va bitta maxsus yuk kiradi.

Agar vaqtincha ta'sir etadigan yuklar soni bittadan ortiq bo'lsa, unda yuklar qiymati $\Psi_1=0,95$ ga birinchisini va 0,9 ga ikkinchisini ko'paytirish lozim, ya'ni asosan birgalik 0,95 ga, alohida birgalik esa 0,9 ga ko'paytiriladi. Qisqa muddatli yuklar mos ravishda $\Psi_2=0,9$ ga, $\Psi_2=0,8$ ga va $\Psi_2=0,6$ ga ta'sir darajasi bo'yicha ko'paytiriladi.

1.4. Qurilish konstruksiyalarini chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash

Qurilish konstruksiyalarni hisoblashdan maqsad – kam miqdorda material sarflab tashqi ta'sir etayotgan jami yuklarga yetarli darajada ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lgan konstruksiyalarni yaratish. Qurilish konstruksiyalari 1955-yildan beri chegaraviy holatlar uslubi bo'yicha hisoblanadi.

Chegara holatlari deganda konstruksiyalarning ishlatilish jarayonida oldindan belgilangan talablarga javob bermay qolishi tushuniladi Qurilish konstruksiyalarni bu uslub bilan hisoblaganda ikki guruhga bo'lib hisoblanadi. Birinchi guruh chegara holatlar konstruksiyaning yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotish bilan bog'liq bo'lib va ularga shakl umumiy ustuvorligining yo'qolishi, vaziyat ustuvorligining yo'qolishi, qurilma metallining toliqishi yoki boshqa biror xarakterdagi buzilish, yuklar-

ning va tashqi muhitning birgalikdagi noqulay ta'siri natijasida buzilish, qurilmalardan foydalanishni to'xtatishga olib keladigan rezonans tebranishlar, metall materialning oquvchanligi, birikmalardagi siljishlar, darzlarning haddan tashqari ochilishi natijasida konstruksiyalardan foydalanishning imkoniyati yo'qligi.

Ikkinchi guruh chegara holatlar konstruksiyani normal foydalanish qiyinlashib qolganligi bilan bog'liq va ularga yo'l qo'yib bo'lmaydigan siljishlar, tebranmalar, darzlar paydo bo'lishi natijasida ishlash muddatining kamayishiga olib keladigan holatlar kiradi. Konstruksiyalarni chegara holatlarga hisoblash, inshootni qurish yoki undan foydalanish davrining barcha bosqichlarida chegara holatlardan birortasining ham vujudga kelmasligini ta'minlaydi.

Birinchi guruh chegara holatlari uchun umumiy shart quyidagicha yozilishi mumkin: $N \leq S$

N – hisoblanayotgan elementdagi yuklarni noqulay birgalikda ta'sir etishidan hosil bo'ladigan kuch,

S – hisoblanayotgan elementning yuk ko'tarish qobiliyati.

Elementdagi hosil bo'ladigan kuchni quyidagi formula bilan aniqlashimiz mumkin:

$$N = \sum F_{ni} \cdot \overline{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \Psi \quad (1.1)$$

Bu yerda:

\overline{N}_i – kuch $F_{ni}=1$ ga teng bo'lgandagi elementda hosil bo'ladigan kuch;

γ_{fi} – yuk bo'yicha ishonchli koeffitsient;

γ_n – bino vazifasiga ko'ra ishonchlilik koeffitsienti;

Ψ – yuklarning birgalikda ta'sir etishini e'tiborga oladigan koeffitsient.

Elementning yuk ko'tarish qobiliyatini uning yuzasiga va materialning qarshiligiga qarab aniqlash mumkin:

$$S = A_n \cdot R_{up} / \gamma_m \cdot \gamma_c = A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (1.2)$$

Bu yerda: A_n – element ko‘ndalang kesimining (netto) yuzasi;

R_{yn} – element materialining oquvchanligi bo‘yicha hisobiy qarshiligi;

γ_m – material bo‘yicha ishonchlilik koeffitsienti;

γ_c – ishlash sharoitini e‘tiborga oluvchi koeffitsient.

Shunday qilib birinchi guruh chegaraviy holati bo‘yicha hisoblash tenglamasini yozamiz:

$$\sum F_{ni} \cdot \bar{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \leq A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \quad (1.3)$$

Chegaraviy holatni ikkinchi guruh bo‘yicha hisob ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\sum F_{ni} \cdot \bar{N}_i \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \cdot \bar{\varepsilon}_2 \leq \varepsilon_2 \quad (1.4)$$

Bu yerda:

$\bar{\varepsilon}_2$ – birlik yuk ta‘sirida elementda hosil bo‘ladigan elastik deformatsiya;

ε_2 – norma bo‘yicha o‘rnatilgan konstruksiyaning chegaraviy deformatsiyasi.

Konstruksiyalarni chegara holatlarga hisoblash, binolarni qurish va foydalanish davrining barcha bosqichlarida chegara holatlaridan birontasining ham vujudga kelmasligini ta‘minlaydi. Bunda material xususiyatlarining noqulay o‘zgarishlari, yuklarning noqulay birga ta‘sir etish ehtimoli, foydalanish sharoitlari va konstruksiyalar ishlashining o‘ziga xos tomonlari hisobga olingan bo‘ladi. Buning uchun hisoblashda quyidagi koeffitsientlar kiritiladi: yuk bo‘yicha ishonchlilik koeffitsienti – γ_{fi} , yuklarning birga ta‘sir etish ehtimoli koeffitsienti – ψ , ishlash sharoiti koeffitsienti – γ_c , binolarning vazifasiga ko‘ra ishonchlilik koeffitsienti – γ_n .

Chegaraviy holatlar usulining mohiyati

Temir-beton konstruksiyalarini hisoblashning bunday usuli buzuvchi zo'riqishlar usulining takomillashgan varianti hisoblanadi:

Mazkur usul bo'yicha hisoblangan konstruksiyalar birmuncha tejamli bo'ladi.

Uning asosini quyidagilar tashkil etadi:

– konstruksiyaning chegaraviy holati degan tushuncha kiritildi. Standart SEV384–74 ko'ra barcha chegaraviy holatning ikki guruhi belgilandi: birinchisi – yuk ko'tarish qobiliyati, ikkinchisi – normal sharoitda ishga yaroqliligi;

– kesim yuzalarining mustahkamligi elementning kuchlanish-deformatsiyalanish holatining III bosqichi bo'yicha amalga oshiriladi;

– konstruksiyaning normal sharoitda foydalanishga yaroqliligi uni kuchlanish-deformatsiyalanish holatining I yoki II bosqichidan kelib chiqqan holda bajariladi;

– zaxiraviy umumiy koeffitsienti o'rniga yuk, material va ishlash sharoiti bo'yicha hisobiy ishonchlilik koeffitsientlari kiritildi.

Chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha hisob ishlari quyidagilarni o'z ichiga oladi: mustahkamlikka hisoblash, konstruksiyani buzilishdan saqlashini ta'minlovchi turg'unlikka hisoblash, konstruksiya shaklining o'zgarmasligini ta'minlovchi holat ustuvorlikka hisoblash (uzunasiga egilish hisobi); chidamlilikka hisoblash va charchash buzilishdan asrashga hisoblash.

Ikkinchi guruh bo'yicha chegaraviy holat hisobi quyidagilarni o'z ichiga oladi: konstruksiyada yoriq hosil bo'lishi bo'yicha yoki ularning ochilishi bo'yicha hisoblash; konstruksiyani ruxsat etilmagan siljishlardan asrash uchun deformatsiyalar bo'yicha hisoblash.

Bunda chegaraviy holatlarning birinchi guruhi bo'yicha hisoblash muhimroq hisoblanadi, chunki u konstruksiya hayoti-

ni belgilaydi. Shuning uchun chegaraviy holat birinchi guruhi bo'yicha hisoblash barcha konstruksiyalar uchun shart.

Temir-beton konstruksiyalari hisobiy tizimida chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblash ham muhim hisoblanadi. Bu guruh chegaraviy holatning ikki asosiy yo'nalishini o'z ichiga oladi.

1. Temir-beton konstruksiyalari yoriqqa chidamliligiga (yoriqbardoshlilik) tekshirish.

2. Deformatsiyaga tekshirish.

Yoriq hosil bo'lishi va ochilishi konstruksiyalarning normal holatda ishlashiga xavf tug'diradi: bunday sharoitda armatura zanglaydi, elementning tashqi ko'rinishi o'zgaradi, natijada ular suyuqlik yoki gazni bosim ostida o'tkazib yuboradigan bo'lib qoladi.

Konstruksiyadan foydalanishning maqsadi va shartiga qarab, yoriqbardoshlilik bo'yicha turli talablar qo'yiladi, shuning uchun ularni yoriqlar hosil bo'lishi, yopilishi va ochilishi bo'yicha hisoblash lozim.

Konstruksiyalarni normal kesimlar bo'yicha yoriqbardoshlikka hisoblashda quyidagi shart bajarilishi kerak:

$$N_{max}^n \leq N_{crc}, \text{ va } M_{max}^n \leq M_{crc} \quad (1.5)$$

ya'ni, me'yoriy kuch ta'siridan hosil bo'ladigan eng katta me'yoriy zo'riqish N_{max}^n yoki eguvchi moment M_{max}^n yoriq paydo qiluvchi zo'riqish kuchi N_{crc} yoki eguvchi moment M_{crc} dan katta bo'lmasligi kerak.

Yoriqlar ochilishiga hisoblashda, elementlarning cho'ziluvchi armatura sathida paydo bo'ladigan yoriqlar kengligi – a_{crc} yoriqbardoshlilik toifalariga mos holda belgilangan yoriqlar kengligining cheklangan miqdori – $[a_{srs}]$ dan ortib ketmasligi kerak.

$$a_{crc} \leq [a_{srs}], \quad (1.6)$$

Bu yerda: $[a_{crc}]$ – yoriqlar kengligining cheklangan miqdori.

Konstruksiyalarni deformatsiyaga hisoblashda ularda tashqi yukdan hosil bo'ladigan solqilik $-f$, uning cheklangan miqdori f_u dan ortib ketmasligi ta'minlanishi zarur, ya'ni

$$f \leq [f_u] \quad (1.7)$$

Solqilanishning cheklangan miqdori f_u [1] 1.2 jadvalda keltirilgan.

Deformatsiyani cheklash nima uchun kerak degan savol tug'ilishi tabiiy.

Deformatsiyani cheklash zarurati quyidagi sabablar tufayli vujudga keladi:

- ko'zga tashlanadigan egilishlar odam psixikasiga salbiy ta'sir etadigan hollarda;
- konstruksiyalar tebranganda odamlarda hosil bo'ladigan yomon hissiyot uyg'otadigan holatlarda;
- texnologik uskunaning normal ishlashi uchun sharoitning buzilishi va elementning deformatsiyasi natijasida murakkab konstruksiyaning zararlanishi holatlarida va h.k.

Konstruksiyalarning ishlash sharoiti va yo'nalishini hisobga olib, me'yoriy hujjatlarda deformatsiyaning chegaraviy qiymati belgilanadi va ularni hisoblashda e'tiborga olish zarur deb belgilab qo'yiladi.

Birinchi yoki ikkinchi chegaraviy holatning vujudga kelishi quyidagi asosiy omillarga bog'liq:

- tashqi kuchlar va ta'sirlar qiymatiga;
- beton va armaturaning mexanik xarakteristikasiga (vaqtincha qarshiligi, oqish chegarasi);
- konstruksiyalarning ishlash sharoitiga (tayyorlashdagi sharoiti, zararli muhitda ishlashi va h.k).

Yuqorida keltirilgan omillarni hisobga olish uchun bir qator koeffitsientlar tizimi ishlab chiqildi.

Yuklarning me'yoriy miqdorining o'zgarishi hisoblashda:

- yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsientlari $-\gamma_f$;

- beton va armaturaning mexanik tavsifining o‘zgaruvchanligi bo‘yicha ishonchlilik koeffitsientlari – γ_b, γ_s ;
- ishlash sharoiti bo‘yicha koeffitsientlari – $\gamma_{b\sigma}, \gamma_{s\sigma}$;
- konstruksiyalarni qanday maqsadlarda (bino va inshootlarni xalq xo‘jaligidagi ahamiyatiga qarab) foydalanilishiga qarab, ishonchlilik koeffitsienti – γ_n orqali hisobga olinadi.

Yuqorida keltirilgan koeffitsientlar tizimining qo‘llanilishiga sabab konstruksiyalarga eng noqulay vaziyatlarda yuklar ta‘sir etganda ham, materiallar mustahkamligi qiymati juda kichik bo‘lganda ham, konstruksiyalar murakkab chegaraviy holatga duch kelganda ham ishonchliligini ta‘minlay oladi.

Nazorat savollari:

1. Qurilish konstruksiyalarini chegaraviy holatlar usulida hisoblashdan maqsad nima?
2. Chegaraviy holatlar deganda konstruksiyaning qanday holati tushuniladi?
3. Qurilish konstruksiyalarini chegaraviy holatlar usulida hisoblash to‘g‘risida ma‘lumot bering.
4. Qurilish konstruksiyalarini chegaraviy holatlar usulida hisoblashda ishlatiladigan koeffitsientlar va ularning vazifalari.

2-qism. METALL KONSTRUKSIYALARI

2-bob. METALL KONSTRUKSIYALARINING XOSSALARI

2.1. Metall konstruksiyalarining qisqacha rivojlanish tarixi

Metall konstruksiyalarining rivojlanishini tayyorlash texnologiyasiga va uni qaysi joyda ishlatilishiga ko'ra besh davrga bo'lishimiz mumkin.

1-davr XII–XVII asrlarni o'z ichiga oladi. Bu vaqtlarda metall qurilmalarni noyob inshootlar qurilishida (saroy, cherkov), masalan, g'isht devorlarni mustahkamlashda va tom konstruksiyasini tortib qo'yishda ishlatishgan. Tortqichlarni temirga ishlov berib konstruksiyasini moslashtirib kesim yuzasini kvadrat shaklida tayyorlashgan. 1158-yilda Vladimir shahrida qurilgan Uspenskiy sobori, 1560-yili Moskvada qurilgan Pokrov sobori bunga misol bo'la oladi.

2-davr XVII asr boshlaridan XIII asrning oxirigacha bo'lgan davrni qamrab oladi. Bu davr metall qiya to'sinlarni va cherkovlarning fazoviy bosh gumbazlar konstruksiyalarining yaratilishi bilan bog'langan. Ko'taruvchi elementlarni maxsus shaklga keltirib bir-biriga bog'lanadigan qilib, asosiy qismini kesim yuzasini kvadrat yoki to'g'ri to'rtburchak shaklli qilib tayyorlashgan.

Misol sifatida, 1640-yilda katta Kreml saroyi tomining yopilishi, 1603-yil qurilgan Ulug' Ivan qo'ng'iroqxonasi va Sankt-Peterburgdagi oralig'i 15 m bo'lgan Qozon sobori gumbazlari sinchlarini keltirishimiz mumkin.

3-davr XVII asrdan XVIII asrning yarmigacha davom etgan. Bu davr cho'yan elementlarini qo'yish va ulardan qurilmalar yaratish bilan tanilgan.

Cho'yan elementlarining bir-biriga biriktirilishi qulf va boltli birikma orqali bajarilgan. Bu qurilmalardan foydalanib 1725-yilda Uraldagi Nevyan minorasining tomini yopishgan. 1784-yil Sankt-Peterburgdagi cho'yan ko'prigi qurilgan, sakkiz ora-

liqli 33–47 m gacha, dunyoda eng katta cho‘yan ko‘prikdir. XVIII asrning 40 yillarida qurilgan noyob bino Isaak sobori gumbazi yaratilishida maxsus cho‘yan elementlaridan foydalanishgan. 1827–32-yili Sankt-Peterburgdagi Aleksandr teatrining tomini yopishda tayanch oralig‘i 30 metr bo‘lgan cho‘yan ra-voqlardan foydalanishgan. Bu davrning oxirlarida fermalardan foydalanish boshlangan. Fermalarning siqilishga ishlayotgan elementlarini cho‘yandan, cho‘zilishga ishlayotgan elementlarni temirdan tayyorlashgan.

4-davr XIX asr 30-yillaridan XX asrning 20-yillarigacha davom etgan. Bu yillar texnikaning, hamma sohalarning tez rivojlanishini, shu jumladan, metalshunoslik va metalni qayta ishlash sohasida ham katta rivojlanishni o‘z ichiga oladi.

1856-yili Bessemer, 1864-yili Marten va 1878-yilda Tomas po‘lat quyish usullari ishlab chiqilishi va o‘zlashtirilishi natijasida cho‘yan konstruksiyalar o‘rniga po‘lat konstruksiyalari ishlata boshlandi, chunki po‘lat material sifatliroq va mexanik xususiyatlari yaxshiroq bo‘lganligi tufayli 40 yillarda po‘latli prokatli sortamenti va varaqsimon prokatning texnologiyalari o‘zlashtirilishi natijasida metall konstruksiyalar rivojlanishiga va ularni noyob binolarda ishlatilishiga katta imkoniyatlar yaratdi.

XIX asr oxiriga kelib panjarasimon sinchlar o‘rniga ramavoqli sinchlar ishlata boshlandi. Eni kengroq bo‘lgan binolar qurildi. Bularga misol qilib, Peterburgda (1884-yilda qurilgan Senniy bozori va 1890-yili qurilgan Gatchino vokzali), Moskvada 1913–14-yillarda qurilgan binolarni keltirish mumkin.

XIX asrning ikkinchi yarmida temiryo‘llarning qurilishi keng taraqqiy etdi. Temiryo‘l ko‘priklari qurilishi bilan ko‘priklarning qulay konstruktiv shakllari ham rivoj topdi. Ko‘priklarning joylashtirilishi va hisoblash nazariyasi mukammallashdi. Metall qurilmalarni loyihalashga, hisoblashga va qurilish uslublarining rivojlanishiga rus olimlaridan S.V. Kerbedz, N.A. Beleyubskiy, L.D. Proskuryakov katta hissa qo‘shishgan.

S.V. Kerbedz (1810–1899-y.y.) Rossiyada birinchi bo‘lib panjarali fermalarni qo‘llash bilan temiryo‘l ko‘priklarini qurdirgan, Peterburgdagi cho‘yan ko‘prikni ham Kerbedz loyihalashtirgan va qurilishida ishtirok etgan.

N.A. Belelyubskiy (1848–1922-y.y.) ko‘prik qurish bo‘yicha mutaxassis, birinchi bo‘lib tirgakli fermanni ko‘prik qurilishida qo‘lladi. U prokat sortamentini ishlab chiqdi.

L.D. Proskuryakov (1858–1926-y.y.) ko‘prik fermalariga uch-burchak va xovon panjarasini qo‘llash usulini kiritdi va fermalarning qulay shaklining nazariyasini ishlab chiqdi.

XIX asrning oxiri va XX asrning boshlarida metaldan bo‘lgan qurilishlar rivojlanishiga olimlardan F.S. Yasinskiy, V.G. Shuxov va I.P. Prokofev katta hissa qo‘shdilar.

F.S. Yasinskiy (1858–1899-y.y.) birinchi bo‘lib ko‘p oraliqli sanoat binolarining ichki oraliqdagi ustunlarni metaldan qilishni tavsiya etdi va tayanch oralig‘i katta bo‘lgan binolarni bog‘lanuvchan va ravoqli konstruksiyalar bilan yopishni ishlab chiqdi. Ustunlarning nomarkaziy ta‘sir etayotgan kuchga hisoblash usullarini rivojlantirdi va hisoblashga aniqliklar kiritdi.

S.G. Shuxov (1853–1939-y.y.) birinchi bo‘lib dunyo miqyosida fazoviy panjara konstruksiyalar orqali tomlarni yopish usullarini va taram-taram yuzali konstruksiyalar orqali turli xil minoralarga o‘xshash qurilmalarni ishlab chiqdi va ularning qurilishida ishtirok etdi. Yangi konstruktiv rezervuar shakllarini, ularni hisoblash va oqilona o‘lchamlarini topish usullarini ishlab chiqdi.

I.P. Prokofyev (1877–1958-y.y.) oldingi tajribalarni e‘tiborga olib metall ko‘priklar konstruksiyasining tayyorlanishi va yig‘ilishi haqida kitob yozdi. O‘sha davr bo‘yicha noyob ko‘priklar konstruksiyalarini ishlab chiqdi va o‘zi ham qurilishda ishtirok etdi.

5-davr 20-yillardan boshlab davom etib kelmoqda. Metalshunoslik 30-yillarda rivojlanishi sababli metall konstruksiyasi

yalarida mustahkamliroq po'latlarni ishlatish boshlandi. Har xil mustahkamlikka ega bo'lgan po'latlarning turi ko'payib ketdi va metall konstruksiyalarning konstruktiv shakllari rivoj topdi. Metall konstruksiyalarining keng rivojlanishida loyiha, ilmiy va ishlab chiqarish korxonalarining hissasi katta bo'ldi. Shulardan «Proektstalkonstruksiya», «Promstroyproyekt» va «SNIISK»lar yangi konstruktiv shakllarni yaratish va ularni hisoblash usullarini tavsiya etish bilan shug'ullanishadi. «VNIPIPromstalkonstruksiya» loyihalashtirish va yig'ish ishlari bilan shug'ullanadi.

VNIKTISK metall konstruksiyalarini loyihalash va ishlab chiqarish texnologiyasini yangilash bo'yicha izlanishlar olib bordi.

30-yillarda metalshunoslik va mashinasozlik rivojlanishi bilan juda ko'p sanoat inshootlari metall sinchli (karkasli) qilib qurila boshlandi. Sanoat binolari qurilishida metall sinchi asosiy qism bo'ldi va ularning rivojlanishida muhim rol o'ynadi.

50–70-yillarda metall konstruksiyalarning rivojlanish asoslari o'zgarmasdan va ularning asosi – tejamkorlik, konstruksiyalarni yaratish texnologiyasi oddiy, yig'ish ishlari tez bajariladigan bo'lib, shu asosda metall konstruksiyalar rivoj topdi.

Shu kunda noyob bo'lgan sanoat binolari oraliq'i 120 m kraning yuk ko'tarish qobiliyati 30 t va u fermaga osilgan holatda ishlaydigan va binoning balandligi 57 m hamda ikki oraliqli sanoat binosi kranlarining yuk ko'tarish qobiliyati 1200 t va 600 t bo'lgan binolar qurilmoqda.

Metall konstruksiyalarning yangi original shakllari yaratildi, ayniqsa, xalqlararo ko'rgazma binolar qurilishida 1958-yil Bryusselda, 1967-yil Monrealda, VDNHdagi kosmos pavilioni, Lujnikidagi sport saroyi va 80-yildagi olimpiyada uchun qurilgan sport inshootlari qurilishini misol keltirish mumkin.

1980-yilda yozgi olimpiyadaga tayanch oraliq'i katta bo'lgan o'zining konstruktiv shakli bilan bir-biridan tubdan farq qiladigan bir necha o'ziga xos sport majmualari qurildi.

Konstruktiv shakli mukammallanishi bilan birga metall konstruksiyalarni hisoblash usuli ham takomillashdi. 1955-yilgacha qurilish konstruksiyalari ruxsat etilgan kuchlanish bo'yicha hisoblashar edi, 1955-yildan qurilish konstruksiyalarni chegaraviy holat bo'yicha hisoblashga o'tishdi. Hozirgi qurilish me'yor va qoidalarda shu usul bo'yicha hisoblash talab etiladi.

EHMdan foydalanilganda loyihalash sifati tubdan yaxshiladi va tezlatadi. Mashinaning o'zi avtomatik ravishda loyihani chizib beradi. 1920–2000-yillar davrida metall konstruksiyalarning rivojlanishiga ilmiy tadqiqot loyiha institutlari o'zining ijodiy ishi (SAPR) bilan ko'p hissa qo'shdi. Metall qurilmalari rivojlanishiga olimlardan N.S. Streletskiy (1885–1967-y.y.) Y.O. Paton (1870–1953-y.y.), N.P. Melnikov va boshqalar katta hissa qo'shdilar.

N.S. Streletskiy o'z ilmiy faoliyatini ko'prik quruvchilar davomchisi bo'lib boshlagan, keyinchalik qurilish fani va quruvchi muhandislarni tayyorlashda juda katta hissa qo'shgan va birinchi bo'lib konstruksiyalarni statik hisoblash usulini qo'llagan, elastik chegaradan o'tgan materiallarning ishlashi to'g'risida tajriba ishlarini olib borgan va nazariy asosida konstruktiv shaklning rivojlanish yo'lini ko'rsatib berdi. Y.O. Paton metall ko'prik qurilish sohasiga o'z hissasini qo'shgan. Elektryoy bilan payvandlash usulini mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish darajasiga yetkazishda katta hissa qo'shgan. «SNIIProyektstalkonstruksiya» institutiga ko'p yillar mobaynida rahbarlik qilgan N.P. Melnikov metall konstruksiyalarni rivojlantirishga ko'p hissa qo'shdi.

Nazorat savollari:

1. Metall konstruksiyalarning rivojlanish davri.
2. Metall konstruksiyalarining rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar va ularning xizmatlari.
3. Ilmiy tekshirish institutlarining metall konstruksiyalar rivojlanishiga qo'shgan hissasi.

2.2. Metall konstruksiyalar ishlatiladigan sohalar va ularning o'ziga xos xususiyatlari

Hozirgi vaqtda metall konstruksiyalar turli xil bino va inshootlar qurilishida ishlatiladi. Ayniqsa, tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarning tom yopma konstruksiyalarini barpo etishda, baland inshootlar qurilishida va katta yuk ta'sir etayotgan konstruksiyalarni bunyod etishda metall konstruksiyalarning ahamiyati kattadir.

Metall konstruksiyalari juda keng miqyosda ishlatilmoqda, bunga sabab uning yuk ko'tarish qobiliyatini yuqoriligi, katta bo'lmagan hajmiy og'irlikda katta yuklarni qabul qila olishi, har xil kuchlanganlik holatlarida va zararli muhitlarda ustuvor ishlashi. Qurilishda po'lat konstruksiyalar ikki turda ishlatiladi. Sterjenli va yaxlit sistemalar ko'rinishida bo'ladi. Bulardan ko'p ishlatiladigani sterjenli sistemalar chunki ular cho'zilish siqilish va egilishga juda yaxshi ishlaydi. Sterjenli sistemalarga to'sinlar, fermalar, ustunlar va panjarali konstruksiyalar kiradi. Yaxlit sistemalarga bunkerlar, gazgolderlar rezervuarlar va katta diametrli trubalar kiradi.

Konstruktiv shakli va ishlatilishiga qarab metall konstruksiyalar 8 xil sohalarda ishlatiladi:

1. Sanoat binolarini karkasini yaratilishida;
2. Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarning tom konstruksiyalarini yaratishda (angarlar, konsert va sport saroylari, gum-bazlar, bozorlar);
3. Ko'prik va estakadalar qurilishida;
4. Minora va machtalar qurilishida (tele- va radiominoralar, neft qazib chiqarish va suv xo'jaligi binolari va inshootlari);
5. Ko'p qavatli binolarning sinchini yaratishda;
6. Yaxlit listli konstruksiyalar qurishda (bunkerlar, gazgolderlar rezervuarlar va katta diametrli trubalar);
7. Kranlarni va boshqa turli xil harakatlanuvchi konstruksiyalar;

8. Boshqa konstruksiyalar (atom energetikasi, dengizda neft qizdirish va qazib olish stasionar platformalari).

Ko'rib chiqilgan metall konstruksiyalar ishlatiladigan sohalari turli konstruktiv shakl va tizimlardan iboratdir. Ammo turli xil konstruksiyalarning yaratilishi asosan ikkita omilga bog'liq.

Birinchidan, turli xil konstruksiyalarni yaratishda standart bo'yicha ishlab chiqariladigan elementlardan, prokat sortamentidan foydalanishadi (qo'shtavr, shveller, burchaklik, varaqsimon prokati).

Ikkinchidan, metall konstruksiyalarning yig'ish texnologiyasi bir xilligi bilan bog'langan, sovuq holatda boltlar yoki parchin mixlar orqali va qizdirib eritish orqali elektr yoyi bilan elementlarni bir-biriga payvandlash bajariladi.

Metall konstruksiyalarning o'ziga xos afzalliklari:

1. Metall materiali yuqori mustahkamlikka ega, siqilishga va cho'zilishga bir xilda qarshilik ko'rsatadi. Uning bir jinsligi qurilmalarda ishonchli ishlashini ta'minlaydi va hisobini osonlashtiriladi.

2. Metall konstruksiyalardan qurilgan inshootlar yengil bo'ladi. Har qanday materialning qurilmaga sarf bo'lish darajasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$S = \rho / R_y, \quad (2.1)$$

bunda:

ρ – materialning hajmiy og'irligi (zichligi);

R_y – materialning hisobiy qarshiligi.

«S» miqdor qancha kichik bo'lsa, shuncha konstruksiya yengil bo'ladi; po'latlar uchun $S=3,7+1,7 \cdot 10^{-4}$ 1/m; beton uchun $S=18,4 \cdot 10^{-4}$ 1/m; yog'och uchun $S=5,4 \cdot 10^{-4}$ 1/m.

3. Metall qurilmalar ishonchli hisoblanadi. Po'latning mexanik xususiyatlari uning bir jinsligiga bog'liq bo'lib, hisob orqali va amalda ishlayotgan konstruksiyaning kesim yuzasida hosil bo'layotgan kuchlanishlar bir xil bo'ladi.

4. Po'latning zichligi ancha katta bo'lgani tufayli undan yasalgan qurilmalar gaz va suyuqlikni o'tkazmaydi.

5. Metall qurilmalar sanoatbop bo'ladi, ya'ni ular asosan korxonada sharoitida tayyorlanib, qurilish joyida mexanizmlar yordamida yig'iladi.

6. Metall konstruksiyalar ekologiya talablariga javob beradi. Chunki metall konstruksiyalardan tayyorlangan binolarning xizmati tugagandan keyin konstruksiyalarni qayta elementlarga bo'lib yana ishlatish mumkin yoki metallomga topshirsa bo'ladi.

Metall konstruksiyalarning ba'zi bir kamchiliklari ham bor, bu ularning keng ishlatilishini cheklaydi. Po'lat konstruksiyalarning asosiy kamchiligi ularning turli ta'sirlar ostida yemirilishidir. Bu hol qurilmalarni korroziyadan muhofaza qilishning turli xil usullarini qo'llashni talab qiladi.

Metallning issiqqa bardoshlilik katta emas. Harorat 250°C ga yaqinlashganda po'latning elastiklik moduli kamaya boshlaydi va 600°C da batamom plastik holatga o'tadi. Yong'in xavfsizligi talablariga javob berish uchun metall konstruksiyalarning olovbardoshligini ko'paytirish zarur. Buning uchun har xil himoya usullaridan foydalanish mumkin.

Metall konstruksiyalarga qo'yilgan talablar: metall qurilmalar yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lishi, ya'ni mustahkamlik, ustuvorlik va bikrlilik talablariga javob berishi kerak. Iqtisodiy jihatdan tejimli bo'lishi kerak, yig'ish muddatlarini kamaytirish uchun unumli usullar qo'llash va standart elementlardan keng miqyosda foydalanish zarur.

Hozirgi vaqtda po'lat konstruksiyalar barcha turdagi bino va inshootlarda ishlatilmoqda, ayniqsa oraliqlar, balandliklar va yuklar katta bo'lgan hollarda.

Metall konstruksiyalardan foydalanib qurilgan bino va inshootlarning tashqi ko'rinishi go'zal bo'lishi, ya'ni estetik talablarga ham javob berishi kerak.

2.3. Loyihalashtirishning tashkiliy shakli

Loyihalashtirish bir yoki ikki bosqichda bajariladi.

Birinchi bosqichda – ishchi loyiha qayta ishlatiladigan loyiha asosida quriladigan va texnik jihatdan murakkab bo‘lmagan binolarni qurishda qo‘llaniladi.

Ikkinchi bosqichda – loyiha va ish hujjatlari bajariladi. Loyihalash bosqichida binoning me‘morchiligi (arxitekturasi) qisqa tasvirlab beriladi va qurilish zarurligi asoslanadi. Inshootlarning konstruktiv shakllari aniqlanadi va kerakli elementlar tanlab olinadi. Agarda shu bino qurilishida metall konstruksiyalarni ishlatish maqsadga muvofiq bo‘lsa unda tarx va qirqimlarda asosiy ko‘tarib turadigan elementlarning sxemasi keltiriladi va shu konstruksiyani ishlab chiqarish, qurilish maydoniga transport orqali olib borish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Ish hujjatlari-ga metall konstruksiyalar ish chizmalari (KM) va murakkab tunganlar va detallarning chizmalari kiradi (KMD).

KMning ishchi loyihasiga quyidagi materiallar kirishi kerak: tushuntirish xati, bino sinchiga ta‘sir etayotgan yuklar jami, bino tarxi, konstruksiya joylanishi, elementlar hisobi, birlashtirilgan joyi va metallning kesimi bo‘yicha to‘liq tafsilotli ro‘yxati.

2.4. Metallarning asosiy xususiyatlari

Po‘lat konstruktiv material bo‘lganligi tufayli uning mexanik xususiyatlariga, payvandlanuvchanligiga va uzoq muddat ishlashiga qarab baholanadi. Po‘latning mustahkamligi, elastikligi, plastikligi, mo‘rtlik darajasi, yuqori haroratda «oquvchanligi» uning sifatini belgilaydi. Payvandlanuvchanlik po‘latning kimyoviy tarkibiga va uni ishlab chiqarish texnologiyasiga bog‘liq.

Konstruksiyada po‘latning uzoq muddat ishlashiga va uning kuchlanganlik holatiga konstruksiyaning shakli, tashqi ta‘sirlarning turlari va miqdori, yo‘nalishi va ta‘sir tezligi, zararli muhit va harorat katta ta‘sir ko‘rsatadi.

Sanoatda ishlatiladigan po'latlar uglerodli va ishlov berilgan turlarga bo'linadi. Uglerodli po'latlar uning tarkibidagi uglerodning miqdoriga ko'ra kam uglerodli (0,1–0,22%), o'rtacha uglerodli (0,23–0,5%) va yuqori uglerodli (0,51–1,2%) xillarga bo'linadi.

Ishlov berilgan po'latlar ham o'z navbatida kam ishlov berilgan (2,5% gacha), o'rtacha ishlov berilgan (2,6–10%) va yuqori ishlov berilgan (10% ortiq) xillarga bo'linadi. Qurilish konstruksiyalarida asosan kam uglerodli va kam ishlov berilgan po'latlar ishlatiladi.

Kam uglerodli po'latning mexanik xususiyatlari uning tarkibidagi uglerodning miqdoriga bog'liq bo'lib uning samarali miqdori 0,1–0,22% tashkil qiladi. Po'lat tarkibidagi uglerodning miqdori oshishi bilan po'latning mustahkamligi ortadi, lekin u mo'rt va yomon payvandlanuvchan bo'ladi.

Kam ishlov berilgan po'latlar tarkibiga ishlov beruvchi qo'shimchalar qo'shiladi, maqsad po'latning mustahkamlik, zarbbardoshlik, yumshoqlik, olovbardoshlilik, zangbardoshlilik va payvandlanuvchanlik kabi bir qator konstruksiya uchun kerak bo'lgan yaxshi sifatlarini berish uchun.

Po'lat tarkibida ishlov beruvchi qo'shimchalardan tashqari zararli qo'shimchalar ham bo'ladi, ular fosfor, oltingugurt va bog'lanmagan azot, kislorod gazlari. Fosfor va oltingugurtning po'lat tarkibidan butunlay chiqarib bo'lmaydi. Po'lat tarkibida fosfor miqdori 0,045% dan oshsa, past harorat ta'sirida po'lat mo'rtligi ortadi.

Oltinugurt miqdori 0,055% dan ortishi, po'lat qizigan vaqtda, darzlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Azot <0,008%, kislorod <0,007%, vodorod <0,0007% bog'lanmagan gazlari po'latning ichki atomlararo bog'lanishini kamaytiradi va mo'rt ravishda sinishiga olib keladi.

Po'latlar ishlab chiqarilishiga ko'ra 3 holatda tayyorlanadi: qaynoq, tinch va yarim tinch. Qaynoq po'lat deb, qaynab tur-

gan po‘latni hech qanday ishlov bermasdan qolipga quyilsa va oddiy sharoitda qotgan po‘lat tushuniladi. Cho‘michda ishlov beruvchi qo‘shimchalar (kremniy, alyuminiy) bilan ma‘lum vaqt ishlov berilsa bunday po‘lat tinch po‘lat deyiladi. Tinch po‘lat tarkibidagi ishlov beruvchi qo‘shimchalar bog‘lanmagan azot, kislorod gazlari bilan bog‘lanib shlak hosil qiladi. Po‘lat qotgandan so‘ng shlak olib tashlansa quyi qismida bir strukturaga ega bo‘lgan o‘ta sifatli tinch po‘lat qoladi, uning narhi qaynoq po‘latga nisbatan 10–15% qimmat bo‘ladi. Yarim tinch po‘latning xususiyatlari va ishlab chiqarishdagi sarf xarajatlari qaynoq va tinch po‘latlar o‘rtasida bo‘ladi.

Foydalanishda qo‘yilgan talablarga ko‘ra po‘lat quyidagi uch toifada tayyorlanadi: A – mexanik xususiyatlar bo‘yicha, B – kimyoviy tarkibi bo‘yicha, V – mexanik xususiyatlari va kimyoviy tarkibi bo‘yicha. Qurilish konstruksiyalari uchun ishlatiladigan po‘latlar mustahkam va payvandlanuvchan, shuningdek, yemirilishga va dinamik ta‘sirga bardoshlik bo‘lishi lozim, ya‘ni bunday qurilmalar qurishda asosan «V» guruhdagi po‘latlar talab qilinadi, VSt3 kp2 – qaynoq po‘lat (kp – qaynoq, sp – tinch po‘lat, ps – yarim tinch po‘lat).

Ishlov berishda qatnashadigan kimyoviy elementlar. Ugle-rod «U» po‘lat mustahkamligini oshiradi, plastiklik xususiyatini kamaytiradi, payvandlash imkoni pasayadi. Shuning uchun qurilishda ishlatiladigan po‘latlarda uglerod miqdori 0,22% gacha bo‘lishi kerak. Kremniy «S» po‘lat mustahkamligini oshiradi, payvandlash imkonini pasaytiradi va zanglashga qarshiligini kamaytiradi. Shuning uchun uning miqdori kam uglerodli po‘latda 0,3%, ishlov berilgan po‘latda esa 1% gacha bo‘ladi. Marganets «G» po‘latning mustahkamligini, qayishqoqligini oshiradi va po‘latga aralashgan oltingugurt bilan birikib, uning zararli ta‘sirini kamaytiradi. Ammo, marganets miqdori 1,5% dan ortsa, unda po‘lat mo‘rt bo‘lib qolishi havfi bor. Mis «D» po‘lat mustahkamlikni va zanglashga qarshilikni oshiradi. Le-

kin, uning miqdori 0,7% dan oshganda po'lat tez qarib qolishiga sabab bo'ladi. Xrom «H», vanadiy «F», volfram «V», molibden «M», titan «T», nikel «N» – bularning hammasi po'lat mustahkamligini oshiradi va ayrimlari plastik xususiyatini ham oshiradi.

Mustahkamligi bo'yicha po'latlar uch guruhga bo'linadi:

1) Mustahkamligi oddiy $R_{yn} = -185 + 285$ MPa,

$R_{un} = -365 + 390$ Mpa;

2) Mustahkamligi yuqori $R_{yn} = -295 + 390$ MPa,

$R_{un} = -430 + 540$ Mpa;

3) Mustahkamligi baland $R_{yn} = -440 + \infty$ MPa,

$R_{un} = -590 + \infty$ MPa.

Po'latlarning mexanik xususiyatlari ichki atom tuzilishiga bog'liq. Uning asosini ferrit zarrachalar tashkil qiladi. Ferritning o'zi kam mustahkamlikka ega va o'ta plastik materialdir. Uning mustahkamligini oshirish uchun uglerod qo'shiladi (kam uglerodli po'lat) yoki boshqa ishlov beruvchi elementlar qo'shiladi (manganets, kremniy, vanadiy, xrom va b.). Ishlov berish va toblash usullari bilan yuqori mustahkamlikka ega po'lat olinadi. Kam uglerodli po'latning atom strukturasi kub shakliga o'xshagan. Kub markazida uglerod atomi joylashadi, qirralarining uchida temir Fe atomi turadi.

Fe_3S – qorishma ferrit, karbid-sementit paydo bo'ladi.

Kam ishlov berilgan po'latlarning atom strukturasi ham kam uglerodli po'latning atom tuzilishiga o'xshaydi.

Turli toifali po'latlarning kimyoviy tarkibini ifodalash uchun me'yoriy hujjatlarda quyidagi belgilash tartibi qabul qilingan: Dastlabki ikkita raqam foizning yuzdan bir ulushida uglerodning o'rtacha miqdorini ko'rsatadi, harflar bilan esa po'latning tarkibiy qismini tashkil etuvchi kimyoviy elementlarning shartli nomlari belgilanadi. Harfdan keyingi raqamlar esa shu elementning foiz hisobidagi miqdorini ko'rsatadi. Agar bu miqdor bir foizdan kam bo'lsa u ko'rsatilmaydi. Po'latning tarkibiga kirgan qo'shimcha elementlar miqdori 0,3% kam bo'lganda ular belgida ko'rsatilmaydi. 09G2, 09G2S, 10G2S1, 15HND

Po‘lat eritish ikki usulda bo‘ladi. Marten pechlarida va konvektor usulida kislorod yuborish bilan. Po‘lat mustahkamligini oshirishning asosan ikki usuli bor: yuqori haroratda ishlov berish va ishlov beruvchi qo‘shimchalar bilan.

Yuqori haroratda ishlov berishdan asosiy maqsad po‘latning atom tuzilishini o‘zgartirish va zarrachalarini maydalashdan iborat.

Bu jarayon natijasida po‘latning elastikligi biroz kamaygani holda mustahkamligi va oquvchanlik chegarasi ortadi. Yuqori haroratda ishlov berishning asosiy turlari: toblash, normallashtirish va bo‘shatish.

Toblash po‘latni 910°C dan yuqorigacha qizdirib keyin tezlik bilan sovutishdan iborat. Normallashtirishda toblangan yoyma po‘lat qaytadan austenit tuzilishi hosil bo‘ladigan haroratgacha qizdirilib, keyin havoda sovutiladi. Normallashtirish natijasida po‘latning tuzilishi ancha yaxshilanib, ichki kuchlanishlar yo‘qoladi, bu esa o‘z navbatida po‘latning mustahkamligi va plastik xususiyatlari, zarbga chidamliligi ortishiga olib keladi. Bo‘shatish — bu po‘latni austenitning o‘zgarishlari haroratidan yuqori haroratgacha (273°C) qizdirib, keyin sovutish (havoda yoki suvda)dan iborat. Bunda po‘latning mo‘rtligi kamayib, zarbga chidamliligi ortadi.

2.5. Po‘latning statik yuk ostida ishlashi

Po‘lat asosan ferrit va perlit zarrachalaridan iboratdir (perlit zarrachalari mustahkamroq). Asosan ikki xil zarrachalardan iborat bo‘lgan po‘latning mustahkamligi, elastikligi va ishlash qobiliyati ularning nisbatlariga bog‘liq. Nazariy va tajriba izlanishlar shuni ko‘rsatadiki, monokristall temirning bir qismini uzishdan ko‘ra siljitish osonroq. Shuning uchun elastik deformatsiyalari temirning zarrachalarida siljish orqali barpo bo‘ladi. Tajriba tekshirishlar asosida shunday xulosa chiqadiki, siljish tekisliklar uzra katta diagonal yo‘nalishda bo‘ladi. Atomlarga

ro bog‘lanish kuchini bilib, taxminan nazariy hisoblab chiqish mumkin. Bir tekislikda yotgan atom kristallarining boshqa tekislikda yotadigan atom kristallarini siljitish uchun ketadigan kuch nazariy hisobga nisbatan tajribada siljitishga ketadigan kuch yuz marta kamroqdir. Nazariya bilan amaliyotning farqini shunday tushuntirish mumkin: atom strukturasi bog‘lanishlar mukammal darajasida bo‘lmaganligi va nuqsonlar borligi sababli.

Materiallar mustahkamligini oshirish uchun ikki xil yo‘nalish bor:

1. Kristall strukturadagi nuqsonlarni kamaytirish, ularni mukammal strukturasi ga yaqinlashtirish;

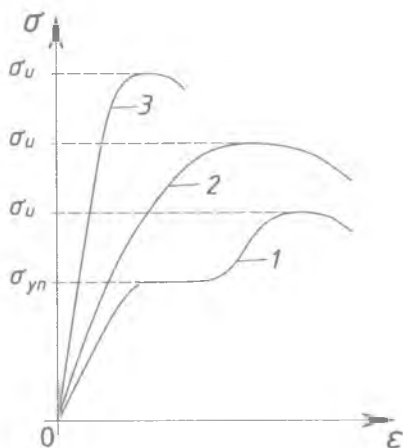
2. Atomlararo bog‘lanishini yaxshilash, uning kristall panjarasini o‘zgartirish orqali maqsadga erishish mumkin.

Po‘latlarning tuzilishidagi kuchlanishlar diagrammasi 2.1-rasmda tasvirlangan. Masalan, uglerodli po‘lat St3 ning cho‘zilish diagrammasini tahlil qilib chiqaylik.

Diagrammadan ko‘rinadiki, kuchlanish ma‘lum miqdorga yetguncha kuchlanish « σ » bilan nisbiy cho‘zilish « ϵ » o‘rtasidagi munosabat to‘g‘ri chiziqli bo‘ladi, ya‘ni ular bir-biriga to‘g‘ri mutanosib bo‘ladi: $\sigma = E \cdot \epsilon$. Kuchlanish ma‘lum miqdorga « σ_v » yetgandan so‘ng mutanosiblik buziladi. Birinchi bosqichda kuchlanishga mutanosib elastik deformatsiyalar sodir bo‘ladi, shu sababli bu bosqich po‘latning elastik ishlash bosqichi deyiladi. « σ_{oq} » – oquvchanlik chegarasi deyiladi. Bu nuqtaga yetish oldida egri chiziqning holati keskin o‘zgaradi va keyin absissa o‘qi-ga deyarli parallel bo‘ladi. Bu bosqichda yuk ta‘sirida deformatsiyaning elastik qismi qaytib, boshqa qismi saqlanib qoladi. U qoldiq deformatsiya deyiladi.

Oqish chegarasidan keyin materialning qarshilik ko‘rsatish qobiliyati kuchaya boshlaydi, ya‘ni material mustahkamlanadi. Bu mustahkamligi va bikrligi yuqoriroq bo‘lgan perlit zarrachalarining ishga tushganligidan dalolat beradi. Po‘lat-

ning bu ish bosqichi o'z-o'zidan mustahkamlanish bosqichi deyiladi.



2.1-rasm. Po'latning cho'zilishdagi diagrammasi

Yukning miqdori ortishi bilan kuchlanish muvaqqat qarshilikka « σ_v » yaqinlashgan sari materialning eng zaif joyida cho'zilish deformatsiyalari kuchayib, «bo'yin» hosil qiladi. Kuchlanish qiymati muvaqqat qarshilikka tenglashgandan so'ng (mustahkamlik chegarasi) «bo'yin» ingichkalashib boraveradi va namuna tezda uziladi:

1. Kam uglerodli po'lat.
2. Legirlangan po'lat.
3. Mustahkamligi oshirilgan po'lat.

2.1-jadval

Nazorat usulini belgilovchi standart (po'lat markasi, oquvchanlik chegarasi qiymati)	γ_m
GOST 27772, GOST 535, GOST 10705, GOST 10706, GOST 19281 [oquvchanlik chegarasi 380 MPa gacha (39 kgs/mm ²)], TU 14-227-237, TU 14-1-4431, TU 14-3-1128, TU 14-104-133	1,05
GOST 19281 [oquvchanlik chegarasi 380 MPa dan yuqori (39 kgs/mm ²)], GOST 8731, TU 14-3-567	1,10

$E=21000 \text{ kN/sm}^2$ – elastiklik (qayishqoqlik) moduli;

$R_{up}=\sigma_{oq}$ – po‘latning oquvchanlik bo‘yicha me‘yoriy qarshiligi;

$R_{ip}=\sigma_v$ – po‘latning vaqtinchalik qarshiligi;

$R_u=R_{up}/\gamma_m$ – po‘latning oquvchanligi bo‘yicha hisobiy qarshiligi;

γ_m – materialning ishonchlilik koeffitsienti (kuchlanish ta‘sirida po‘latning mexanik xususiyatlari o‘zgaruvchanligini hisobga oladi):

$\gamma_m=1,025 \dots 1,15$ bo‘ladi.

$R_u=R_{un}/\gamma_m$ – po‘latning vaqtinchalik qarshiligi bo‘yicha hisobiy qarshiligi.

Po‘lat prokat va quvurlar materiali bo‘yicha ishonchlilik koeffitsientlari.

2.6. Po‘lat sortamenti

Metall konstrukciyalar birinchi elementi prokat po‘lat hisoblanadi va u metallurgiya zavodlarida ishlab chiqariladi. Metall konstruktsiyalarda ishlatiladigan prokat po‘lat ikki guruhga bo‘linadi: listsimon po‘lat – qalin, yupqa va universal; yaxlit yuzali po‘latlar: – burchaklar, shvellerlar, qo‘sh-tavrlar, tavrlar va trubalar. Prokat yuzalarni, shakllarini, geometrik o‘lchamlarini va bir metrli og‘irliklari haqidagi ma‘lumotlar majmuyi (jadvali) sortament deb ataladi. Sortamentda profillarning ko‘ndalang kesim yuzasi, o‘lchamlari, geometrik ta‘riflari va bir metrdagi og‘irligi ko‘rsatiladi.

Metall konstruksiyalarda qo‘llaniladigan prokat po‘lat ikki guruhga bo‘lib ishlab chiqariladi:

1. Listsimon po‘latlar; qalin, yupqa va universal.

2. Yaxlit yuzali po‘latlar – burchaklik, shveller, tavrlar, qo‘sh-tavrlar va trubalar.

Listsimon po‘lat:

1. Qalin listli po‘lat (GOST 19903-74). Bu turdagi po‘lat 4–160 mm qalinlikda, eni 600–3600 mm, uzunligi 2,0 m dan

12,0 m gacha qilib ishlab chiqariladi; u asosan listli konstruksiyalar gazgolderlar, rezervuarlar, to'sinlarning devori va fermalarning fasonkalarida ishlatiladi.

2. Universal po'lat (GOST 8200-70). Bunday universal po'latning qalinligi 6–60 mm, eni 200–1050 mm, va uzunligi 5,0–12,0 m qilib ishlab chiqariladi; u asosan payvandli to'sin va ustunlarda ishlatiladi. Bu po'latning qalin listli po'latdan farqi uning to'rtala qirradi ishlov berilgan bo'ladi.

3. Yupqa listli po'lat (GOST 19904-74). Bu xildagi po'latlar 0,2–3,9 mm qalinlikda, eni 600–2000 mm, rulon holida ishlab chiqariladi; u asosan egib tayyorlanadigan yuzalar holida va tom yopishda ishlatiladi.

3. Burchak yuzalar teng tomonli va tengsiz tomonli turlarga bo'linadi. burchaklar quyidagicha belgilanadi: $\angle 50 \times 5$ yoki $\angle 75 \times 50 \times 5$. Birinchi holda yonlarining eni 50 mm, qalinligi 5 mm bo'lgan teng yonli burchaklik, ikkinchi holda esa yonlarining eni 75 va 50 mm, qalinligi 5 mm bo'lgan tengsiz yonli burchak ifodalangan. Burchakliklar sortamenti juda keng bo'lib, eng kichik profil $\angle 20 \times 3$ va eng kattasi esa $\angle 250 \times 30$ dan iboratdir, ular asosan ferma va panjarali konstruksiyalarda ishlatiladi.

Shvellerlarning o'lchamlari ham ularning nomerlari orqali ifodalanadi. Shvellerlarning nomeri uning santimetrda ifodalangan balandligiga mos keladi. Sortament №5 dan №40 gacha bo'lgan shvellerlarni o'z ichiga oladi, ular asosan ferma, to'sin va ustunlarda ishlatiladi.

Qo'shtavr yuzalar asosan egilishga ishlovchi to'sinlar sifatida qo'llaniladi. Sortamentga ko'ra qo'shtavrlarning №10 dan №60 gacha nomerlari mavjud. Qo'shtavrning nomeri uning santimetrda ifodalangan balandligiga mos keladi. Qo'shtavrlarning uzunligi 13 m gacha bo'lib, asosan 6; 9 va 12 m li qilib tayyorlanadi, ular asosan to'sin va ustunlar sifatida ishlatiladi.

Qurilish konstruksiyalarda ishlatiladigan po'lat trubalar is-siq prokatlangan, elektr payvandli aylana ko'rinishidagi va elek-

tr payvandli kvadrat, to'g'ri burchakli ko'rinishida ishlab chiqariladi. Truba yuzalar: choksiz va chokli.

a) Choksiz trubalarning diametri 25–550 mm, devorining qalinligi 2,5–75 mm va uzunligi 4–12,5 m holida ishlab chiqariladi. Ular asosan radio, teleminoralarining tayanchlarida va yuqori ahamiyatli sohalarda ishlatiladi.

b) Chokli trubalarning diametri 8–1620 mm, devorining qalinligi 1–16 mm va uzunligi 5–13 m holida ishlab chiqariladi.

Egib tayyorlanadigan yuzalar asosan 1–8 mm gacha bo'lgan listlardan tayyorlanadi: teng tomonli va har xil tomonli burchaklar, shvellerlar, kvadrat, to'g'riburchak, C, Z – ko'rinishidagi va to'lqinsimon, trapesiyasimon hollarda tayyorlanadi. Ular asosan yengil ferma va panjarali konstruksiyalarda ishlatiladi, ular 10% arzunga tushadi.

Nazorat savollari:

1. Mustahkamligi bo'yicha po'lat material necha guruhga bo'linadi?
2. Po'lat tarkibida uglerod miqdori 0,22% oshib ketsa, qaysi xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi?
3. Qanday yuqori mustahkamli po'lat yaratiladi?
4. Nega po'lat tarkibida fosfor, oltingugurt, azot, kislorod, vodorod miqdori chegaralangan?
5. Po'latning oquvchanligi bo'yicha normal qarshiligi qaysi harf bilan belgilanadi?
6. Materialning ishonchlilik koeffitsienti nimani ko'rsatadi?
7. Nega mis miqdori 0,7% gacha po'latlarda chegaralangan?

3-bob. METALL KONSTRUKSIYALARNI HISOBLASH ASOSLARI

3.1. Cho'zilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash

Ma'lumki, po'latlarning plastik holatga o'tishi $\sigma=\varepsilon$ diagrammada oquvchanlik chegarasidan boshlanadi. Ba'zan konstruksiyaning faqat elastik holatida emas, balki oquvchanlik holatiga ham o'tib ishlashiga ruxsat etiladi va hisoblashda bu omil e'tiborga olinadi.

Plastik deformatsiyalarni cheklash maqsadida cho'zilishga ishlaydigan element materialining elastik ishlash chegarasi bo'yicha mustahkamligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c \quad (3.1)$$

Bu yerda: N – hisobiy kuch;

A_n – elementning ko'ndalang kesim yuzasi;

R_y – element materialining oquvchanlik bo'yicha hisobiy qarshiligi;

γ_c – ishlash sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsient.

Bu formula asosida cho'zilishga ishlayotgan elementlar hisoblanganda material elastik holatda ishlashi ta'minlanadi va atomlararo bog'lanishda o'zgarish bo'lmaydi.

3.2. Markaziy siqilgan elementlarni hisoblash

Markaziy siqilgan elementlar birinchi guruh chegara vaziyatlari bo'yicha mustahkamlikka va ustuvorlikka ega hisoblanadi.

Markaziy siqilishga ishlayotgan kalta sterjenlar o'zini markaziy cho'zilishda ishlayotgandek tutadi. Shuning uchun kalta sterjenlar quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{N}{A_n} \leq R_y \gamma_c \quad (3.2)$$

Markaziy siqilishga ishlaydigan egiluvchan va ko'ndalang kesim o'lchamlarining uzunlikka nisbatan $b/l \leq 1/6$ bo'lgan sterjenlarning ustuvorligi quyidagi ifoda bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (3.3)$$

Bu yerda, φ – bo'ylama egilishni e'tiborga oluvchi koeffitsienti, uning qiymatlarini:

agar shartli egiluvchanlik $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ $0 \leq \bar{\lambda} \leq 2,5$ bo'lgan holda

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} \quad (3.4)$$

$2,5 \leq \bar{\lambda} \leq 4,5$ bo'lgan holda

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \bar{\lambda}^2 \quad (3.5)$$

$\lambda \leq 4,5$ bo'lgan holda

$$\varphi = \frac{332}{\lambda^2(51 - \bar{\lambda})} \quad (3.6)$$

formular bo'yicha aniqlash kerak.

Markaziy siqilishga ishlayotgan egiluvchan elementlarda hosil bo'ladigan kritik kuchlanish

$$\sigma_{kp} = \frac{N_{kp}}{A_{\sigma p}} \leq R_y \gamma_c \quad (3.7)$$

N_{kr} kritik kuch, agar siqilishga ishlayotgan element sharnirlar bilan birlashtirilgan bo'lsa, unda kritik kuchning qiymatini aniqlash uchun L. Eyler formulasidan foydalaniladi:

$$N_{kp} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \quad (3.8)$$

Yuqorida keltirilgan ifodalardan foydalanib markaziy siqilishga ishlaydigan elementlar uchun eng katta bo'lgan egiluvchanlikni aniqlash mumkin.

$$\sigma_{sp} = \frac{N_{sp}}{A_{op}} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l_{ef}^2 A_{op}} = \frac{\pi^2 E i_{\min}^2}{l_{ef}^2} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ef}}{i_{\min}}\right)^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}; \quad (3.9)$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{\min}}; \quad i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}; \quad (3.10)$$

Bu formuladan eng katta egiluvchanlik aniqlanadi:

$$\lambda_{\max} = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_{sp}}}; \quad (3.11)$$

Lekin QMQLarida markaziy siqilishga ishlayotgan egiluvchan sterjenlar uchun eng katta egiluvchanlik 120 ga teng qilib qabul qilingan.

3.3. Egilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash

Egilishga ishlaydigan elementlarning birinchi guruhiga taalluqli chegaraviy holat deganda ularning yuk ko'taruvchanlik qobiliyatini yo'qotish deb tushuniladi. Bunda elementda plastik buzilishi, ustuvorlik yo'qolishi hamda haddan ziyod plastik deformatsiya sodir bo'lishligi tushuniladi.

Shuning uchun egilishga ishlaydigan elementlar quyidagi shartlarni qanoatlantirishi zarur:

$$\sigma = \frac{M}{W_{x \min}} \leq R_y \gamma_c \quad \tau = \frac{QS_x}{I_x t_{\omega}} \leq R_y \gamma_c \quad (3.12)$$

Bu yerda: «M» va «Q» – hisobiy yuklardan hosil bo'layotgan eng katta eguvchi moment va kesib o'tuvchi kuch,

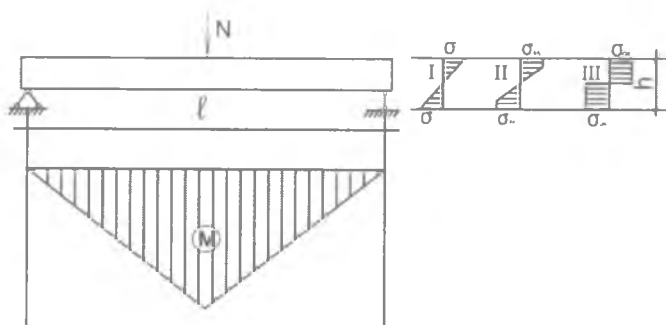
$W_{x \min}$ – kesimning eng kichik bo'lgan qarshilik momenti;

S_x – kesimning statik momenti;

t_{ω} – to'sin devorchasining qalinligi;

R_s – po‘latning qirqilishga bo‘lgan hisobiy qarshiligi.

Shu shart(3.12) bajarilsa po‘lat materialı elastik holatda ishlashi ta‘minlanadi va atomlararo bog‘lanish tizimi buzilmaydi.



3-rasm. To‘sinning ishlash holatlari:

- 1 – elastik holatda ishlashi; 2 – elastik-plastik holatda ishlashi;
3 – plastik holatda ishlashi.

Agar element ikkala bosh tekisliklar (X va Y o‘qlar) bo‘yicha egilsa:

$$\sigma = \frac{M_x}{I_{xx}} \cdot y + \frac{M_y}{I_{yy}} \cdot x \leq R_s \gamma_c \quad (3.13)$$

Bu yerda: X va Y – hisoblanayotgan nuqtaning koordinatalari;

I_x va I_y – X va Y o‘qlarga nisbatan kesim yuzaning inersiya momentlari.

Yuklar ortishi bilan to‘sin kesimining chetki tolalaridagi kuchlanish oquvchanlik chegarasiga yetadi. Yuklanishning yanada oshirilishi tolalardagi kuchlanishga katta ta‘sir ko‘rsatmaydi. Qo‘shimcha yukni qabul qilish uchun to‘sinning eng zo‘riqqan tolalari yaqinidagi tolalarda ham kuchlanishlar asta-sekin σ oqga tenglasha boradi va pirovardida ko‘ndalang kesimning kuchlanishlar epyurasi to‘g‘ri to‘rtburchak shaklga keladi. Bu holat eng katta eguvchi moment qiymatiga mos kelib, plastiklik shartini deb ataladi. Gohida egilishga ishlayotgan elementlarning

materiali elastik-plastik holatida ishlashi bo'yicha hisoblash ruxsat etiladi. Boshqa so'z bilan aytganda birinchi va ikkinchi chegaraviy holatlar shartlariga javob berish sharti bilan eguvchi elementlarda plastik deformatsiyaning rivojlanishiga ruxsat etiladi:

$$\sigma = \frac{M}{C_1 W_n} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (3.14)$$

Ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha tekshirishdan maqsad qurilmadan mo'tadil foydalanishga imkoniyat bermaydigan elastik deformatsiyalar sodir bo'lishining oldini olishdir. Shuning uchun me'yoriy yuklar ta'sirida vujudga keladigan solqilik ruxsat etilgan solqilikdan oshmasligi lozim:

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (3.15)$$

Nazorat savollari:

1. Birinchi guruh chegaraviy holatlar konstruksiyalarni qanday holati bilan bog'liq va unga nimalar kiradi?
2. Konstruksiyalarning qanday holatlari ikkinchi guruh chegara holatlarga kiradi?
3. Qaysi yuklar konstruksiyaga doimiy ta'sir etadi?
4. Vaqtincha qisqa muddatda ta'sir etadigan yuklar qaysi yuklar bo'lishi mumkin?
5. Cho'zilishga ishlaydigan elementlar qaysi formula bilan hisoblanadi?
6. Siqilishga ishlayotgan elementlar qaysi formula bilan hisoblanadi?
7. Egilishga ishlaydigan elementlar qaysi formula bilan hisoblanadi?

4-bob. METALL KONSTRUKSIYALARNING BIRIKMALARI

Metall konstruksiyalar alohida elementlarni o‘zaro birlashtirish natijasida yasaladi. Hozirgi vaqtda metall konstruksiyalarning elementlari ikki xil usulda birlashtiriladi: qizdirib chekkalarini eritib payvandlash usullari bilan yoki sovuq holatda parmalab teshib boltlar yoki parchin mixlar yordamida.

4.1. Payvandlash usullari haqida qisqacha ma’lumot

Payvandlash yo‘li bilan turli xil profillardan foydalangan holda xilma-xil konstruksiyalarni yaratish mumkin. Payvandlash usullarini, asosan, ikki guruhga bo‘lish mumkin: birlashtirilayotgan detallarni eritib payvandlash va qizdirib bosim bilan payvandlash.

Metallarni payvandlash uchun issiqlik quvvatining manbayi sifatida elektr yoyi yoki gaz alangasidan foydalaniladi. Ishlab chiqarish texnologiyasiga ko‘ra payvandlashning quyidagi xillari mavjud: qo‘lda payvandlash, yarimavtomat va avtomat usullarda payvandlash.

Metallni elektr yoyi yordamida payvandlash XIX asrning oxirida rus muhandislar N.N. Benardos va N.G. Slavyanov tomonidan kashf etilib, butun dunyoga keng tarqaldi. Elektr yoyi yordamida payvandlash quyidagicha amalga oshiriladi: birlashtiriladigan qismlarning uchlariga elektrod yaqinlashtirilganda elektr yoyi hosil bo‘lib, undan katta miqdordagi issiqlik ajralib chiqadi va bu issiqlik elektrodni eritib uning qismga ko‘chib o‘tishiga ko‘maklashadi. Qismning elektrodga yaqinlashgan joyi ham suyuqlanib eriy boshlaydi. Natijada, qismlar orasidagi bo‘shlik elektrod metalli bilan to‘ladi va qismlar yaxlit elementga aylanadi.

Payvandlash paytida chok metalga havodan zararli gaz moddalari aralashmasligi uchun elektrodning sirti maxsus himoyalovchi modda bilan qoplangan bo‘ladi. Elektrod suyuqlanganda mazkur moddadan ko‘p miqdorda gaz ajralib chiqib, chok atrofi-

dagi havoning metalga aralashishiga to'sqinlik qiladi. Bunday tadbir ko'rilmasa, havo tarkibidagi kislorod va azot suyuq metalga qo'shilib, chokning sifatini pasaytirib yuboradi. Qurilishda, ayniqsa, montaj ishlarini bajarishda universalligi va noqulay bo'lgan joylarda ham payvandlash ishlarini bajarish imkoniyati borligi uchun qo'lda payvandlash usuli bilan payvandlash juda keng tarqalgan.

Kamchiligi — asosiy po'latni erish qalinligi kamligi va unumdorlikning pastligi sababli tokning kuchi kamligida.

Elektr yoyi yordamida avtomatik tarzda payvandlash

Bu usulda elektr yoyini boshqarish elektrod va flyusni yetkazib berish va payvandlovchi aravachani chok bo'ylab harakatga keltirish avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Elektr yoyi payvandlanayotgan buyum bilan elektrod simi orasida hosil bo'ladi. Ajralib chiqqan issiqlik ta'siri natijasida flyus qatlami ostida suyuq metall vannasi hosil bo'ladi. Bunda yoy, flyus qatlami ostida yonadi, demak payvandlash jarayoni havosiz muhitda olib boriladi. Bunday payvandlashda yuqori sifatli tekis sirtga ega bo'lgan kumush rangli payvand chok hosil bo'ladi; po'lat eritmasi juda toza va sifatli chiqadi. Ishlatiladigan katta kuchli tok (600–1200 A) va eritilgan po'latning issiqligini saqlash imkoniyati borligi sababli elementlar birikmasi juda chuqur va mustahkam hamda unumli bo'ladi.

Kamchiligi — tik va shift holatda hamda noqulay bo'lgan joyda bu usul bilan payvandlashni bajarish imkoniyati yo'qligi.

Elektroshlak usuli bilan payvandlash

Bu usul, ayniqsa, tik bo'lgan tutashish choklarini payvandlash bajarishda avtomat mexanizmlar yordamida bajariladi. Elektroshlak usuli payvandlanadigan elementlarning qalinligi 20 mm dan ortiq bo'lganda qo'llaniladi. Elementlarning bir-biriga biriktirilishi toza sim orqali va eritilgan shlak ostida o'tadi. Shu usul bilan bajariladigan choklar juda sifatli, toza va mustahkam bo'lib chiqadi.

Himoyalovchi gazlar muhitida payvandlash

Payvandlashning bu usuli suyuqlanuvchi elektrod yordamida yarim avtomatik tarzda bajariladi, payvandlovchi kallakka qayishqoq shlang orqali elektrod va karbonat angidrid gazi uzatiladi. Karbonat angidrid gazi yoyning yonish doirasidan havoni siqib chiqarib, suyuqlangan metalni kislorod va azot ta'siridan himoya qiladi.

Choklar sifatli chiqadi faqat tashqi ko'rinishi notekis bo'ladi. Avtomatik usul bilan bajarishga qaraganda, unumdorligi 15–20% gacha yuqoriroq. Bu usul bilan payvandlashning kamchiliklari: po'latdagi uglerod ko'payishining xavfi bor, kallakni sovitish uchun suv bo'lishi shart, ishchilarni ham, yoyni ham gaz ta'siridan asrash kerakligi.

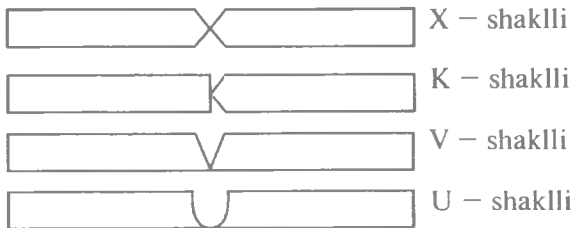
Gaz alangasida payvandlash

Payvandlashning ushbu usulida birlashtiriladigan elementlar yonuvchi gazlar (atsetilen, tabiiy gaz, kerosin va benzin bug'lari) yordamida qizdirilib ularning payvandlanadigan joyi suyuqlangandan keyin, yonayotgan alangaga metall sim kiritiladi. Bu sim asosiy elementlarning qirralaridagi metall bilan birga suyuqlanib, bir butun yaxlit birikma hosil qiladi.

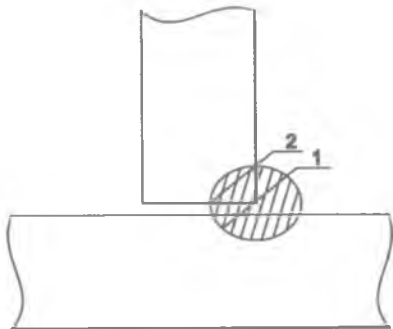
4.2. Payvand birikmalarning turlari

Payvand birikmalarda elementlar tutash va ustma-ust ulangan bo'ladi. Ba'zan bu ikki xil usuldan aralash foydalanish ham mumkin. Chokning tuzilishiga ko'ra tutash va burchakli bo'ladi. Elementlarning payvandlanadigan qirralariga ilgari ishlov berish turiga qarab V – shaklli, K – shaklli, X – shaklli va U – shaklli choklar bo'ladi.

Payvand birikmaning mustahkamligi birlashtirilgan elementlarning materialiga, chok metalining mustahkamligiga, birikmaning shakli va turiga, kuchlar ta'sirining xarakteriga, payvandlash usuliga va payvandchining malakasiga bog'liq bo'ladi.



4.1-rasm. Tutash birikmlarining shakllari



4.2-rasm. Burchak chokli payvand birikmaning hisobiy kesimlari:
 1 – chok metalli bo'yicha; 2 – erish chegarasi metalli bo'yicha

4.3. Payvand birikmalarni hisoblash

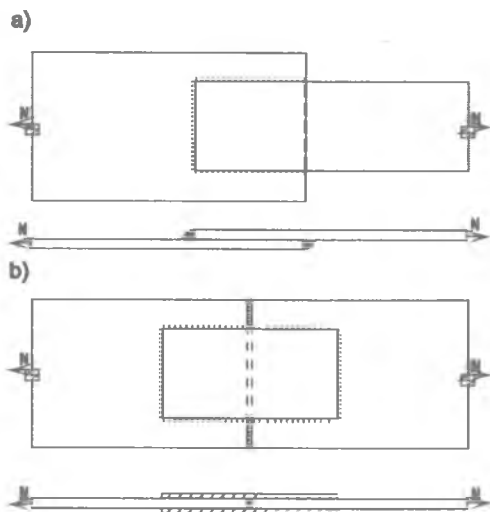
Tutash chokni hisoblash. Tutash payvand choklarga bo'ylama kuch ta'sir etganda chokning mustahkamligi quyidagicha tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{N}{l_{\text{ch}} t} \leq R_{\text{ay}} \gamma_c \quad (4.1)$$

Bu yerda: N – bo'ylama ta'sir etayotgan hisobiy kuch;
 t – chokning qalinligi (biriktiriladigan elementlarning kichik qalinligiga teng);

l_w – chokning hisobiy uzunligi (chokning geometrik uzunligiga teng, agar chok tashqariga chiqarilgan bo'lsa, bo'lmasa 2 t sm ga kam deb hisoblanadi);

$R_{\omega y}$ – uchma-uch payvandlangan birikmadagi chokning siqilish va cho‘zilishga hisobiy qarshiligi, cho‘zilishda $R_{\omega y} = R_y$ tenglik siqilish va egilishda qarshiligi $R_{\omega y} = 0,85 R_y$ olinadi.



4.3-rasm. Burchak va tutash payvand choklar

Burchak chokli payvand birikmalarni bo‘ylama va ko‘ndalang kuchlar ta‘sir chizgi kesishuv (shartli) kesmi bo‘yicha hisoblash kerak. Burchakli chok biriktiriladigan elementlar qirralarining burchagida kuch hosil bo‘ladi. Ishlash xarakteri va asosiy kuch oqimlariga nisbatan fazoda joylashishiga qarab burchakli chok ikki xil bo‘ladi: yonbosh va ko‘ndalang. Yonbosh chok bo‘ylama kuch ta‘sirida qirqilishga ishlaydi. Bunda qirqilish sirtining balandligi $\beta_f k_f$ bo‘lgan burchak bissektrisasi bo‘yicha yo‘nalgan bo‘ladi. Burchakli choklar quyidagi formulalar bo‘yicha hisoblanadi:

Chok metalning kesimi bo‘yicha:

$$\sigma = \frac{N}{\beta_f k_f l_w} \leq R_{\omega f} \cdot \gamma_c \quad (4.2)$$

erish chegarasidagi metalning kesimi bo'yicha

$$\sigma = \frac{N}{\beta_z k_f l_w} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (4.3)$$

Bu yerda: $\beta_f \beta_z$ – payvand usuliga bog'liq bo'lgan koeffitsientlar: oquvchanlik chegarasi 530 MPa (5400 kg/sm²) gacha bo'lsa, QMQ 2.03.05-97 ning 4.1-jadval bo'yicha: oquvchanlik chegarasi payvandlash turi, chok holati va payvandlash simi diametriga bog'liq bo'lmagan holda 530 MPa (5400 kg/sm²) dan yuqori bo'lsa $\beta_f=0,7$ va $\beta_z=1$ bo'ladi.

k_f – chokning qalinligi, (biriktiriladigan elementlarning kichik qalinligiga teng).

R_{wf} – eritilgan po'lat chokning hisobiy qarshiligi,

$$R_{wf} = 0.5 R_{wun} / \gamma_m \quad (4.4)$$

γ_m – chok materiali bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti, u 1,25 ga teng agar $R_{wun} < 530$ MPa bo'lsa va 1,35 teng agar $R_{wun} > 530$ MPa bo'lsa.

R_{wz} – erish chegarasidagi po'latning hisobiy qarshiligi,

$$R_{wz} = 0,45 R_{wun} \quad (4.5)$$

l_w – chokning hisobiy uzunligi, geometrik uzunligiga 1 sm qo'shiladi.

$$l_w = \frac{N}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 \quad (4.6)$$

$$l_w = \frac{N}{\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 \quad (4.7)$$

Burchak chokli payvandlangan ulanmalarning choklar joylashuvi tekisligiga perpendikulyar tekislikdagi vaqt harakatiga hisoblashni quyidagi formulalar bo'yicha ikki kesishuv bo'ylab amalga oshirish kerak:

Chok metali bo'yicha:

$$\frac{M}{W_f} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \quad (4.8)$$

4.1-jadval

Payvandlash simining d (mm) diametri vaqtidagi payvandlash turi	Chok holati	Koeffitsient	Choklar katetlaridagi β_f va β_z koeffitsientlari qiymatlari, mm			
			3-8	9-12	14-16	18 va undan yuqori
d=3-5 dagi avtomatik	Lodochkaga	β_f	1,1			0,7
		β_z	1,15			1,0
	Pastroqqa	β_f	1,1	0,9	0,7	
		β_z	1,15	1,05	1,0	
d=1,4-2 dagi avtomatik va yarimavtomatik	Lodochkaga	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05	1,0		
	Pastroq, gorizontal, vertikal	β_f	0,9	0,8	0,7	
		β_z	1,05	1,0		
d<1,4 dagi qo'li; yaxlit kesishuvli sim bilan yoki kukunli sim bilan yarimavtomatik payvandlash	Lodochkaga, pastroq, gorizontal, vertikal, shiftli	β_f	0,7			
		β_z	1,0			

Eslatma. Koeffitsientlar qiymatlari payvandlashning normal rejimlariga to'g'ri keladi.

Eritish chegarasi metali bo'yicha:

$$\frac{M}{W_z} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (4.9)$$

Bunda: W_f – hisobiy kesimning chok metali bo‘ylab qarshilik momenti; W_z – xuddi shuning o‘zi eritish chegarasi metali bo‘ylab kesimining qarshilik momenti.

Burchak chokli payvandlangan ulanmalarni shu choklar joylashuvi tekisligidagi harakat paytiga hisoblashni ikki kesishuv bo‘ylab:

Chok metali bo‘yicha:

$$\frac{M}{I_{fx} + I_{fy}} \cdot \sqrt{x^2 + y^2} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \quad (4.10)$$

Eritish chegarasi metali bo‘yicha:

$$\frac{M}{I_{zx} + I_{zy}} \cdot \sqrt{x^2 + y^2} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (4.11)$$

formulari bo‘yicha amalga oshirish kerak.

Bunda: I_{fx} va I_{fy} – chok metali bo‘ylab uning asosiy o‘qlariga nisbatan inersiya momentlari;

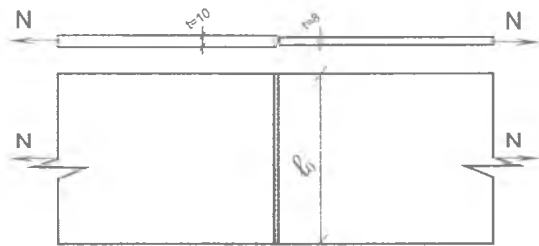
I_{zx} va I_{zy} – xuddi shuning o‘zi, eritish chegarasi metali bo‘ylab.

Agar payvand (chok) birikma bir necha xil choklar (uchma-uch, yonbosh va ko‘ndalang burchakli) dan tashkil topgan bo‘lsa, bunday birikma aralash payvand birikma deb ataladi. Shartli ravishda bunday chokli birikmalarda kuchlanish, qirqilish sirlari bo‘ylab tekis taqsimlangan deb qabul qilinadi.

4.3-b rasmda uchma-uch payvandlangan qismlarning taxtakachlar yordamida mustahkamlangan aralash birikmasi ko‘rsatilgan. Bunday xildagi birikmalarni hisoblashda taxtakachlar va uchma-uch choklarning ko‘ndalang kesim yuzasida kuchlanish bir xil deb qabul qilinadi.

4.1-masala. Cho‘zilishga ishlayotgan uchma-uch biriktirilgan payvand chokning hisobiy uzunligini aniqlang.

Tasmasimon universal po‘latning qalinligi $t_1=10$ mm va $t_2=8$ mm, cho‘zayotgan hisobiy kuch 560 kN ga teng. Po‘lat markasi St3 ps5.



4.4-rasm. Tutash biriktirilgan payvand chok

Yechim: Payvand chokning hisobiy uzunligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$l_w = \frac{N}{t \cdot R_{wf}} + 2 \cdot t = \frac{560000}{0,008 \cdot 230 \cdot 10^6} + 2 \cdot 0,008 = 0,32 \text{ m} = 32 \text{ sm}$$

Demak, eni 340 mm li universal tasmasimon po‘latni birikmaga ishlatishimiz kerak.

4.2-masala. Cho‘zilishga ishlayotgan burchak chok bilan payvandlangan birikmani hisoblash.

Hisob uchun berilganlar: qism ikkita $\angle 80 \times 7$ burchakdan iborat, fasonkaning qalinligi $t=10$ mm, cho‘zuvchi hisobiy kuch 500 kN ga teng. Po‘lat markasi St3 ps5.

Yechim: Burchak chok ikkita kesim bo‘yicha hisoblanadi: po‘lat chok kesimi bo‘yicha va erish chegarasidagi metalning kesimi bo‘yicha. Burchak yuzaning asosdagi chokning uzunligini quyidagi formulalar bilan aniqlaymiz:

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 500000(100)}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 162,8 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 22,9 \text{ sm}$$

R_{wf} – po‘lat chokning hisobiy qarshiligini aniqlaymiz:

$$R_{wf} = 0,55 R_{uzun} / \gamma_m = 0,55 \frac{370}{1,25} = 162,8 \text{ MPa}$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0,7 \cdot 500000(100)}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 166,5 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 16 \text{ sm}$$

R_{wz} — erish chegarasidagi metalning hisobiy qarshiligi.

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{wun} = 0,45 \cdot 37 \text{ kN/sm}^2 = 16,65 \text{ kN/sm}^2$$

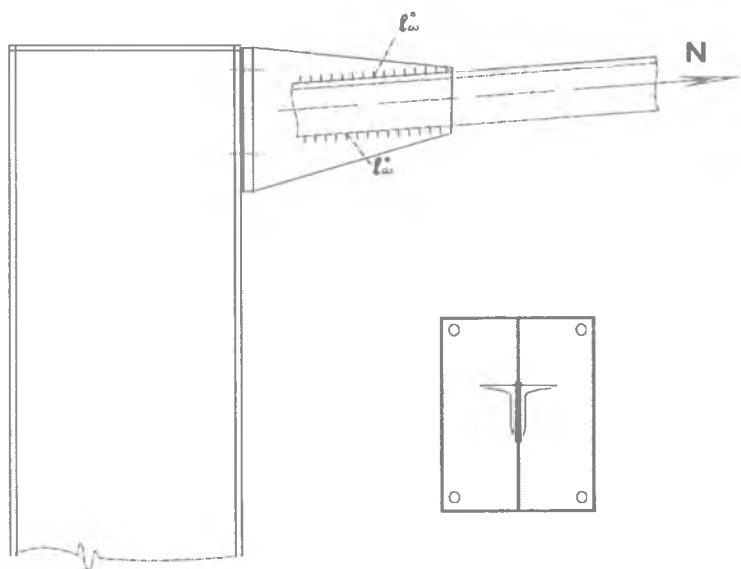
Demak, asosdagi chokning uzunligi 22,9 sm ga teng.

Burchak yuzaning uchidagi chokning uzunligini quyidagi formulalar bilan aniqlaymiz:

$$l_w^n = \frac{(1-\alpha)N}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 500000 \cdot (100)}{2 \cdot 0,7 \cdot 0,7 \cdot 162,8 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 10,4 \text{ sm}$$

$$l_w^n = \frac{(1-\alpha)N}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7) \cdot 500000 \cdot (100)}{2 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 166,5 \cdot 10^4 \cdot 1} + 1 = 7,4 \text{ sm}$$

Demak, burchak yuzaning uchidagi chokning uzunligi 10,4 sm ga teng.



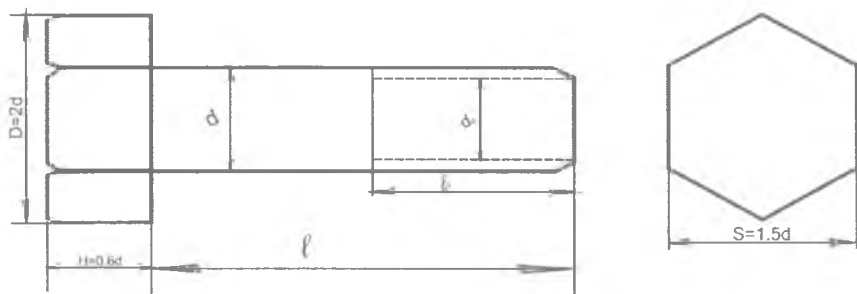
4.5-rasm. Burchak chok, fermi yuqori kamarining ustunga biriktirilishi

4.4. Boltli va parchin mixli birikmalar

Boltlar po'lat konstruksiyalarning montaj birikmalarida ishlatiladi. Boltlar aniqligi normal, oshirilgan, o'ta mustahkam xillar-

ga bo‘linadi. Aniqligi normal boltlar uchun teshiklarning diametri boltlarning diametriga qaraganda 2–3 mm ortiq, aniqligi oshirilgan boltlar uchun esa boltlarning diametriga teng qilib parmalab teshiladi.

Boltlar uzunliklari 40...200 mm va diametrlari 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 36, 42, 48 mm li qilib tayyorlanadi. Rez-bali qismining uzunligi quyidagicha tanlanadi: diametri $D+14$ mm bo‘lgan boltlar uchun $D=20+25$ mm, diametri $16+20$ mm li boltlar uchun $D=28+30$ mm, diametri $22+30$ mm bo‘lgan boltlar uchun $D=35+50$ mm.



4.6-asm. Bolt

Normal boltlar uglerodli po‘latdan tayyorlanadi. Ishlab chiqarish texnologiyasiga qarab mustahkamligi bo‘yicha bir necha sinfga bo‘linadi: 4,6 dan 8,8 gacha. Bolt mustahkamligi ikkita son bilan belgilanadi. Birinchi sonni ikkinchisiga ko‘paytirsak, materialning oqish chegarasidagi normal qarshiligini aniqlaymiz:

$$\sigma_T = R_{yp} \text{ kg/mm}^2$$

Birinchi sonni 10 ga ko‘paytirganda, po‘latning vaqtincha bo‘ladigan qarshiligini topamiz:

$$\sigma_B = R_{un} \text{ kg/mm}^2$$

Normal boltlarning diametri kichikroq bo‘lgani uchun, elementlar birikmasi tez va oson bajariladi, lekin birikma yum-

shoq (podatliviy – ko‘chuvchan) va deformatsiya hosil bo‘lish imkoniyati bor. Shu tufayli hamma boltlar bir xilda ishlamaydi.

Aniqligi oshirilgan boltlar bilan bo‘lgan birikmalar juda sifatli, mustahkam va deformatsiyasiz bo‘ladi. Lekin ularni tayyorlash va birlashtirish uchun ko‘p vaqt sarflanadi va qiyin amalga oshadi.

O‘ta mustahkam boltlar yuqori harorat bilan ishlov berilgan (40 X, 40 XFA va 38 XS) po‘latlardan tayyorlanadi. O‘ta mustahkam boltli birikmalar tutashtiriladigan qismlarni ushbu boltlar bilan tortib bir-biriga nisbatan katta kuch bilan siqish natijasida siqiladigan sirtlarda yuzaga keluvchi ishqalanish kuchi tufayli ishlaydi. Ishqalanish kuchini oshirish uchun birlashtirilayotgan qismlarning tutashadigan sirtlari moy, zang va boshqa iflosliklardan tozalanadi.

Boltlarning tortilish kuchini belgilash maqsadida ular maxsus kalitlar bilan mahkamlanadi. O‘ta mustahkam boltlar turli kuchlar ta‘siriga bardosh beradigan, ishonchli, siljimaydigan birikma bo‘lishini ta‘minlaydi.

4.5. Boltli birikmalarni hisoblash

Boltlar qirg‘ilish, ezilish va cho‘zilishga ishlashi mumkin. Shu sababdan, boltli birikma uchta kuchlanganlik holati uchun ayrim-ayrim tekshirib ko‘riladi. Bu tekshirishdan asosiy maqsad – birikmadagi ta‘sir etayotgan hisobiy kuchni qabul qilish qobiliyatiga ega bo‘lgan boltlar sonini aniqlashdir. Ta‘sir etayotgan tashqi kuch boltlarga teng ta‘sir etmoqda deb faraz qilinadi. Bitta bolt qabul qilishi mumkin bo‘lgan hisobiy kuch (kN) quyidagi formulalar bo‘yicha aniqlanadi:

Bolt qirg‘ilishga ishlayotgan bo‘lsa:

$$N_{BS} = R_{BS} \cdot \gamma_B \cdot A \cdot n_s \quad (4.12)$$

paket materiallari ezilishga ishlayotganda:

$$N_{BP} = R_{BP} \gamma_B d \sum t \quad (4.13)$$

choʻzilishda esa $N_{Bf} = R_{Be} A_{Bn}$

Bu yerda: $R_{BS} R_{Be} R_{Bn}$ – boltli birikmalarning hisobiy qarshiliklari;

d – boltning diametri;

$A = \pi \cdot d^2 / 4$ – boltning kesim yuzasi;

$A_{Bn} = \pi \cdot d^2 / 4$ – bolt kesimining netto yuzasi;

n_s – boltidagi qirqilish kesimlarining soni;

Σt – bitta yoʻnalishda eziladigan elementlarning eng kichik jamlangan qalinligi;

γ_b – birikmaning ishlash sharoitini eʼtiborga oluvchi koeffitsient.

Birikmadagi boltlar soni quyidagi formula boʻyicha aniqlanadi:

$$n \geq \frac{N}{[N_B]_{\min} \cdot \gamma_c} \quad (4.14)$$

bu yerda: $[N_A]_{\min}$ – bitta boltning eng kichik yuk koʻtaruvchanligi.

Oʻta mustahkam boltlarni hisoblash quyidagi tartibda bajariladi. Avvalo, boltning toʻla tortilishidagi boʻylama zoʻriqish kuchi topiladi. Soʻng bitta bolt bilan mahkamlangan elementlardagi tutash sirtlardan har birining qabul qila oladigan hisobiy kuch aniqlanadi:

4.2-jadval

Ulanayotgan yuzalarni ishlash (tozalash) usuli	Boltlarning tortilishini roslash usuli	Ishqalanish koeffitsienti μ	Kertik va δ boltlar nominal diametrlarining yuklanishi va turliligidagi γ_h koeffitsientlari, mm	
			Dinamik va $\delta=3-6$ boʻlgan holdagi; statik va $\delta=5-6$ boʻlgan holdagi	Dinamik va $\delta=1$ boʻlgan holdagi; statik va $\delta=1-4$ boʻlgan holdagi

1. Ikki yuzani konservatsiyasiz drobo-myotlash va drobostruylash	M bo'yicha	0,58	1,35	1,12
	α bo'yicha	0,58	1,20	1,02
2. Xuddi shuning o'zi, konservatsiya bilan (rux yoki alyuminiyni kukunlashtirish orqali metallashtirish.	M bo'yicha	0,50	1,35	1,12
	α bo'yicha	0,50	1,20	1,02
3. Bir yuzani polimer kleyi bilan konservatsiyalashtirish orqali pitra qilish va karborund kukunini sepish, ikkinchi yuzani konservatsiyalashsiz po'lat tozalagichlari bilan ishlash.	M bo'yicha	0,50	1,35	1,12
	α bo'yicha	0,50	1,20	1,02
4. Ikki yuzani konservatsiyalashsiz gaz olovi bilan ishlash.	M bo'yicha	0,42	1,35	1,12
	α bo'yicha	0,42	1,20	1,02
5. Ikki yuzani po'lat tozalagichlar bilan ishlash.	M bo'yicha	0,35	1,35	1,17
	α bo'yicha	0,35	1,25	1,06
6. Ishlovsiz.	M bo'yicha	0,25	1,70	1,30
	α bo'yicha	0,25	1,50	1,20

Eslatmalar: 1. Boltlarni M bo'yicha roslash usuli aylantirish payti bo'yicha roslash, α – bo'yicha esa gayka burilishi burchagi bo'yicha roslashni bildiradi.

$$Q_{Bh} = R_{Bh} \cdot \gamma_B \cdot A_{Bn} \cdot \frac{\mu}{\gamma_h} \quad (4.15)$$

Bu yerda: $R_{Bh} = 0,7 \cdot R_{bup}$ – o‘ta mustahkamli boltning cho‘zishdagi hisobiy qarshiligi,

μ – ishqalanish koeffitsienti, QMQdagi 2.03.05-97 4.2-jadvaldan qabul qilinadi;

γ_h – ishonchlilik koeffitsienti, QMQ 2.03.05-97. 4.2-jadvaldan qabul qilinadi;

γ_B – birikma ishlash sharoitining e‘tiborga oladigan koeffitsienti, boltlar soniga bog‘liq: soni 5 gacha bo‘lganda koeffitsient 0,8 ga teng, $5 \leq n \leq 10$ bo‘lsa, $\gamma_B = 0,9$ ga teng, agarda $n > 10$ unda $\gamma_B = 1$ ga teng, $A_{Bn} = \pi \cdot d^2 / 4$ – bolt kesimining (netto) yuzasi.

Ishqalanish μ – koeffitsientlarining jadvalda ko‘rsatilganlardan qiymatlarini ta‘minlovchi boshqa ishlash usullarini ulanayotgan yuzalar uchun qo‘llashga ruxsat etiladi. Boltlar soni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$n \geq \frac{N}{Q_{Bh} \gamma_c k} \quad (4.16)$$

k – ulanayotgan elementlarning ishqalanish yuzalar soni.

Boltlarning birikmada joylashtirilishi

1. Boltlar orasidagi masofa: a) minimal – 2,5-d; b) maksimal – chekka qatoridagi – 8-d yoki 12-t; v) maksimal – o‘rta qatoridagi 16-d yoki 24-t cho‘ziladigan, 12-d yoki 18-t siqiladigan.

2. Element chekkasidan boltgacha bo‘ladigan masofa:

a) minimum ta‘sir etayotgan kuchning yoni bo‘ylab ta‘sir etsa – 2d,

b) ta‘sir etayotgan kuch ko‘ndalang kesim bo‘ylab ta‘sir etsa 1,5 d va prokat elementlarda 1,2 d;

v) maksimal 4d yoki 8t.

4.3-masala. Fermani tepa tokchasining ustunga biriktiradigan boltlarning diametrini aniqlang. Fermani tepa tokchasi

ustunga 4 ta bolt bilan biriktirilgan. Cho‘zayotgan hisobiy kuch 500 kN ga teng (4.5-rasm).

Yechim: Bitta boltga ta’sir etayotgan hisobiy kuchni aniqlaymiz:

$$N_{br} = \frac{N}{4} = \frac{500}{4} = 125 \text{ kN}$$

Cho‘zilishga ishlayotgan boltni yuk ko‘tarish qobiliyati quyidagi formula bilan topiladi: $[N_{br}] = R_y \cdot A_n = R_y \cdot \frac{\pi \cdot d_0^2}{4}$

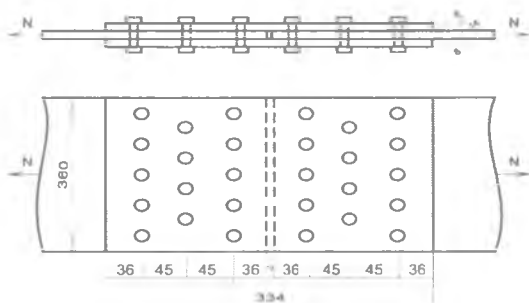
Bundan $d_0 = \sqrt{\frac{4[N_{br}]}{R_y \cdot \pi}}$ boltni yuk ko‘tarish qobiliyatini ta’sir etayotgan hisobiy kuchga teng deb:

$$d_0 = \sqrt{\frac{4 \cdot 125,0 \cdot (10)^3}{230 \cdot 3,14 \cdot (100)}} = 2,63 \text{ sm}$$

va rezbaning balandligini e’tiborga olib boltning diametrini aniqlaymiz $d=30 \text{ mm}$.

4.4-masala. Cho‘zilishga ishlayotgan boltli birikmani hisoblang. Normal boltlarning diametri 18 mm ga teng, ularning sonini toping va birikmada joylashtiring, asosiy elementni zaiflashgan kesimdagi kuchlanishni aniqlang.

Cho‘zayotgan hisobiy kuch 800 kN ga teng. Po‘lat markasi St 3kp 2.



4.7-rasm. Boltli birikma

Yechim: Bitta bolt qabul qilishi mumkin bo'lgan hisobiy kuchni aniqlaymiz:

Bolt qirqilishga ishlayotganda:

$$N_b = R_{bs} \cdot \gamma_b \cdot A \cdot n_c = 1334 \cdot 0,9 \cdot 2,54 \cdot 2 = 6107 \text{ kg}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} = 2,54$$

Paket materiallari ezilishga ishlayotganda:

$$N_{ep} = R_{ep} \cdot \gamma_b \cdot d \sum t = 4300 \cdot 0,9 \cdot 1,8 \cdot 1,4 = 9752$$

Birikmadagi boltlar sonini aniqlaymiz:

$$n = \frac{N}{[N_b]_{\min} \cdot \gamma_c} = \frac{80000 \text{ kg}}{6107 \text{ kg} \cdot 1} = 13,1$$

Boltlar sonini 14 ta deb qabul qilamiz va birikmada joylashtiramiz. Birinchi qatorga 5 ta, ikkinchi qatorga 4 ta va uchinchi qatorga 5 ta. Jami birikmaga 28 ta boltlar joylashtiriladi.

Elementning zaiflashgan kesim yuzasini aniqlaymiz va unda hosil bo'layotgan kuchlanishni topamiz.

$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800000 \text{ N}}{36,4 \cdot 1} = 220 \text{ MPa} \leq 230.$$

$$Q_{bh} = R_{bh} \cdot \gamma_b \cdot A_{bn} \frac{\mu}{\gamma_h} = 945 \cdot 0,9 \cdot 2,01 \frac{0,35}{1,06} \cdot (10) = 5645$$

Birlashtiradigan fasonkaning o'lchamlarini aniqlaymiz:

$$(1,8 \cdot 2,5 \cdot 2 + 1,8 \cdot 2 \cdot 2) \cdot 2 + 1 = 32 \text{ sm}$$

Demak, prokladkaning o'lchamlari 360x340x8 2 ta varaqasi-mon po'lat sortamentidan olinadi.

4.5-masala. Yuqori mustahkamlikka ega boltlar bilan biriktirilgan birikmani hisoblang. Cho'zayotgan hisobiy kuch 800 kN ga teng. Boltlar diametri 18 mm ga teng.

Po'lat markasi 40 XFA $R_{bun} = 13500 \text{ kg/sm}^2$, 1350 MPa. Boltlar sonini aniqlab birikmada joylashtiring. Asosiy elementni zaiflashgan kesimdagi kuchlanishini aniqlang.

Yechim: Bitta bolt bilan mahkamlangan elementlardagi tush sirtlardan har birining qabul qila oladigan hisobiy kuchni aniqlaymiz:

$$n = \frac{N}{[N_b]_{\min} \cdot \gamma_c} = \frac{80000 \text{ kg}}{6107 \text{ kg} \cdot 1} = 13,1$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800000 \text{ N}}{36,4 \cdot 1} = 220 \text{ MPa} \leq 230.$$

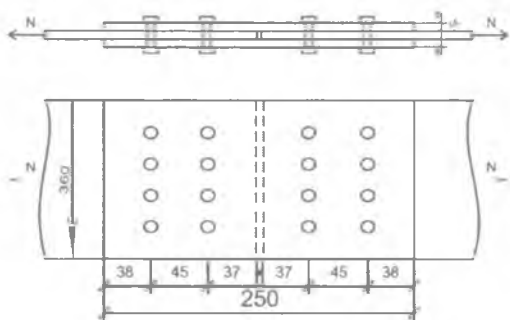
$$Q_{bh} = R_{bh} \cdot \gamma_b \cdot A_{bn} \frac{\mu}{\gamma_h} = 945 \cdot 0,9 \cdot 2,01 \frac{0,35}{1,06} \cdot (10) = 5645$$

Birikmaga talab qilgan boltlar sonini aniqlaymiz:

$$A_{en} = \frac{\pi \cdot d_0^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} = 2,01$$

Boltlar sonini 8 deb qabul qilamiz va birikmada joylashtiramiz.

Har qatorga 4 ta bolt joylashtiramiz. Jami birikmaga 16 ta bolt joylashtiriladi.



4.8-rasm. Yuqori mustahkamlikka ega boltlar bilan biriktirilgan birikma

Elementning zaiflashgan kesim yuzasini aniqlab, unda hosil bo'layotgan kuchlanishni topamiz:

$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800 \cdot (10)}{39,2 \cdot 1} = 204$$

$$n = \frac{N}{Q_{bh} \cdot \gamma_c \cdot n_c} = \frac{800}{56,45 \cdot 1 \cdot 2} = 7,1$$

Birlashtiradigan fasonkaning o'lchamlarini aniqlaymiz:

$$(2 \cdot d + 2,5 \cdot d) \cdot 2 + l = (2 \cdot 1,8 \cdot 2 + 2,5 \cdot 1,8) \cdot 2 + l = 24,4 \text{ sm}$$

Demak, prokladkaning o'lchamlari 360x250x8x2 ta varaqasi-mon po'lat sortamentidan olinadi.

Nazorat savollari:

1. Elektr yoyi yordamida payvandlash kimlar tomonidan kashf etilgan?
2. Elektr yoyi bilan payvandlash usullari.
3. Tutash chokni hisoblash.
4. Burchak chokni hisoblash.
5. Tutash payvand choklarining shakllari.
6. Boltlarning xillari.
7. Boltli birikmalar qanday hisoblanadi?
8. O'ta mustahkamli boltlar bilan bajarilgan birikmalar qanday tartibda hisoblanadi?
9. Boltlar birikmada qanday joylashtiriladi?

5-bob. METALL TO‘SINLAR

To‘sinlar – jamoat va turar-joy binolarining sinchini tayyorlashda, ishlab chiqarish maydonchalarini qurishda qavatlararo yopmalarni yopishda, ko‘priklarda va boshqa bir qator sohalarda qo‘llaniladi. To‘sinlardan keng ko‘lamda foydalanishning asosiy sabablaridan biri to‘sin konstruksiyasining oddiyligi va undan foydalanishning ishonchliligidadir. Konstruktiv shakli qulay, balandligi uncha katta emas. Statik sxemasi bo‘yicha to‘sinlar bir oraliq va ko‘p oraliqli hamda konsolli bo‘ladi.

To‘sinlarga tushadigan yukka va tayanchlararo masofasiga ko‘ra to‘sinlar yaxlit yoki yig‘ma kesimli bo‘lishi mumkin. Yig‘ma to‘sinlar payvandli yoki boltli bo‘ladi.

5.1. Metall to‘sinli konstruksiyalar

Yopmalarda, ishlab chiqarish maydonchalarida, ko‘prik konstruksiyasining yuk ko‘taruvchi qismini to‘sinlar tizimi tashkil etadi. Har xil to‘sinlardan foydalanib yopilgan yuzni to‘sinli katak deyilar, to‘sinlar joylashtirilishi, ta‘sir etayotgan yuk miqdori va tarhdagi o‘lchamlariga qarab, uch xil bo‘lishi mumkin: oddiy, normal va murakkab (5.1-rasm).

Oddiy joylashtirishda yopmaga qo‘yilgan yuk to‘shama orqali to‘shama to‘sinlarga, to‘shama to‘sinlari orqali devorlarga uzatiladi.

Normal joylashtirish usulida yuk to‘shama to‘sinlari orqali bosh to‘sinlarga uzatiladi, bosh to‘sinlar esa, o‘z navbatida qabul qilgan yukni ustunlarga uzatadi.

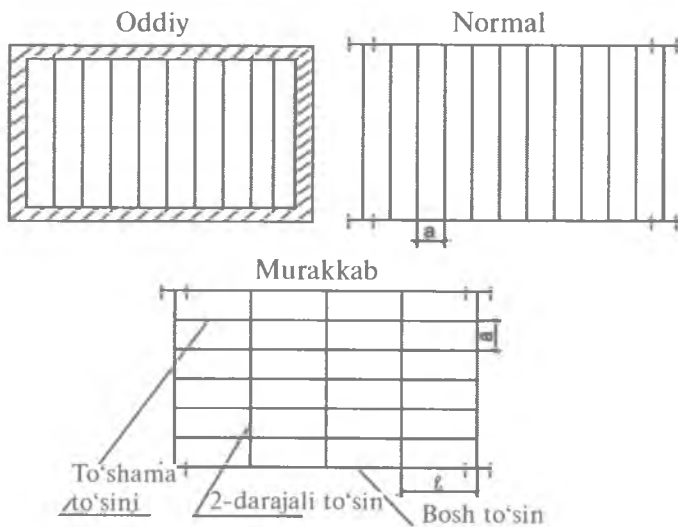
Murakkab joylashtirishda to‘shama to‘sinlari qabul qilgan yuk birin-ketin yordamchi bosh to‘sinlarga va undan keyin ustunlarga uzatiladi.

To‘sinlarning o‘zaro tutashishi qavatli bir xil balandlikda va pasaytirilgan bo‘lishi mumkin (5.2-rasm).

Qavatli to‘sinlar tizimi tez va oson yig‘iladi, lekin qurilish balandligi ustuvorligini tekshirish lozim. Bitta balandlikdagi

to'sinlar tizimini yig'ish uchun ancha vaqt va mehnat sarflash kerak, lekin konstruksiya ustuvorlikni ta'minlaydi. Pasaytirilgan to'sinli katakda eng past balandlikka ega bo'lgan to'sinli katak hosil bo'ladi ustuvorligi ta'minlanadi, yig'ish uchun mehnat sarfi qavatliga qaraganda ko'proq bitta balandlikdan kamroq sarflanadi. Bosh to'sinlar odatda ustunlarga tayanadi va ustunlari orasidagi katta masofalari bo'ylab joylashtiriladi. To'shamani bevosita ushlab turuvchi to'sinlar (to'shama to'sinlari) bo'lib, ular orasidagi masofa «a» harfi bilan belgilanadi va u 0,6÷1,6 m teng qilib olinadi.

Ikkinchi darajali to'sinlar orasidagi masofa 2 m dan – 5 m gacha bo'lishi mumkin.



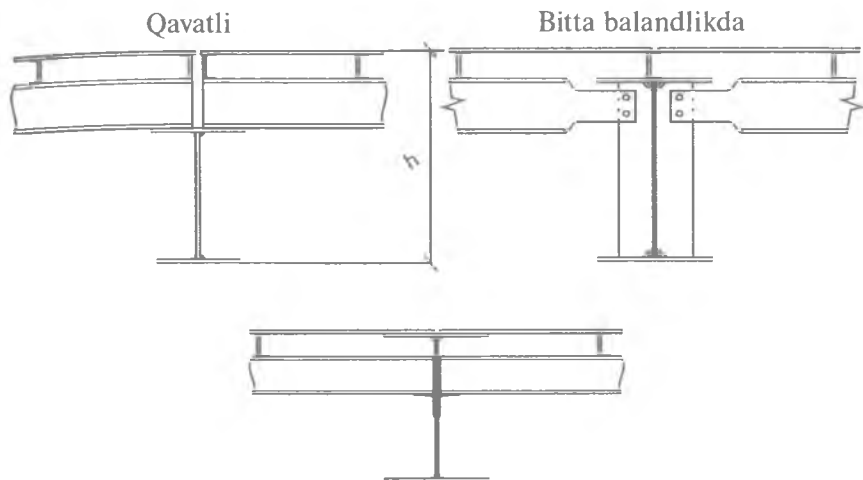
5.1-rasm. To'sinli kataklar tizimi

5.2. To'shamaning hisobi

To'shama uchun varaqsimon prokatli po'latdan qalinligi 6–14 mm gacha bo'lganlari ishlatiladi.

To'shamaning ishlashi kuchlanganli holati tayanch orasidagi masofasini to'shama qalinligi nisbati l/t ga bog'liq, agar $l/t < 50$

bo'lsa, cho'zuvchi kuchlanishlarning miqdori juda kichik bo'ladi, shu sababli ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. Bu holda to'shama faqat egilish kuchlanishlarga ishlaydi deb hisoblanadi.



5.2-rasm. Murakkab to'sinli katakda to'sinlarning bir-biriga biriktirilishi

Hisoblash tartibi quyidagicha:

1. To'shama ning 1 p.sm ta'sir etayotgan yuki aniqlanadi.
2. Eni 1 p.sm bo'lgan to'shama to'sindagi eng katta eguvchi moment aniqlanadi:

$$M_{\max} = \frac{q \cdot l_t^2}{8} \quad (5.1)$$

3. To'sin kesim yuzasining talab qilgan qarshilik momenti aniqlanadi

$$W_{t.k.} = \frac{M_{\max}}{R_y \cdot \gamma_c} \quad (5.2)$$

va quyidagi ifodadan foydalanib to'shama qalinligi topiladi.

$$t_t = \sqrt{6 \cdot W_{t.k.}} \quad (5.3)$$

Agar $l/t > 300$ bo'lsa, egilishdan paydo bo'ladigan kuchlanishlarni hisobga olmay faqat gorizontal reaksiyadan hosil bo'ladigan cho'zuvchi kuchlanishlar hisobga olinadi.

To'shama qalinligi quyidagicha aniqlanadi:

$$t_t = \frac{T}{R_y \cdot \gamma_c \cdot l \cdot sm} \quad (5.4)$$

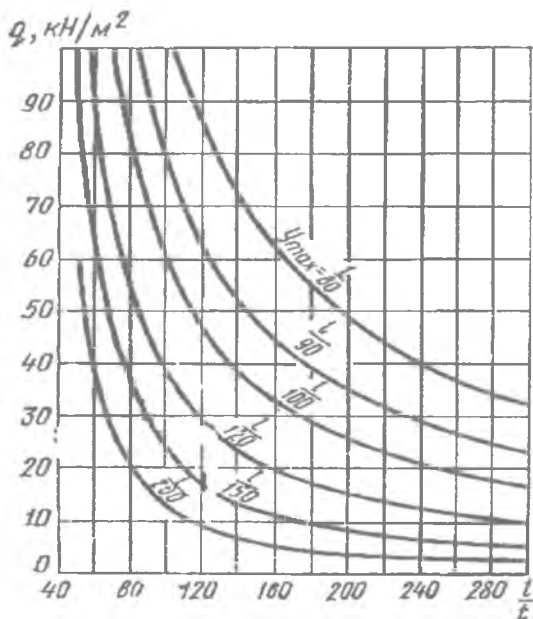
$T = \sqrt{V^2 + N^2}$ to'shamani 1 p.sm ga ta'sir etayotgan hisobiy kuch;

$$V = \frac{q \cdot l_t}{2} \quad (5.5)$$

V – tayanch reaksiyasi;

$$N = \frac{M_{\max}}{f} \quad (5.6)$$

N – tortqich kuch.



Agar $50 < l/t < 300$ bo'lsa, egilish hamda cho'zilishdan hosil bo'ladigan kuchlanishlar hisobga olinishi kerak. Bu holda to'shamalar uchun l/t nisbati A.L. Teloyan formulasidan foydalanib aniqlanadi:

$$\frac{l}{t} = \frac{4n_0}{15} \left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 q^n} \right) \quad (5.7)$$

Bu yerda: $n_0 = \left[\frac{l}{f} \right]$ – to'shama tayanchlar orasidagi masofaning solqiligiga nisbati; E_1 – siljish moduli. $Y_{e1} = E/1 - \mu^2$; μ – Puasson koeffitsienti, po'lat uchun $\mu = 0,3$ teng; q^n – 1 m^2 ga ta'sir etayotgan me'oriy yuk.

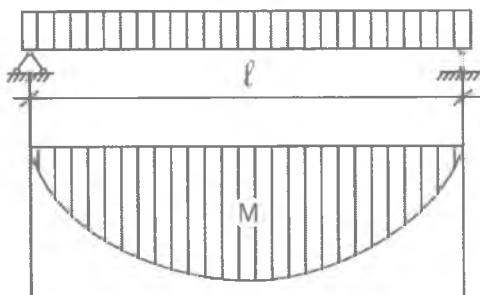
Izlayotgan nisbatni S.D. Leytes grafigidan foydalanib ham aniqlash mumkin.

5.3. Prokat to'sinlarni hisoblash tartibi

Tanlab olingan to'sin yuk ko'tarish qobiliyatiga, bikrlikka va ustuvorlikka ega bo'lishi shart.

1. Dastlab to'sinning hisobiy sxemasi aniqlanadi, ta'sir qilayotgan tashqi yuklardan hosil bo'luvchi maksimal eguvchi moment topiladi:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} \quad (5.8)$$



5.3-rasm. Eguvchi moment epyurasi

2. Hisoblayotgan to'sin uchun talab etilgan qarshilik momenti aniqlanadi:

$$W_{TK} = \frac{M_{\max}}{R_y \gamma_c} \quad (5.9)$$

material elastik holatida ishlaganda yoki

$$W_{TK} = \frac{M_{\max}}{C_1 R_y \gamma_c} \text{ material elastik-plastik holatda ishlaganda.}$$

3. Qo'shtavr yoki shveller sortamentidan yuza tanlab olinadi. Qarshilik momenti teng yoki ko'proq talab qilingan qarshilik momentidan va tanlab olingan kesim yuzani hamma geometrik tavsifnomalari ko'chirib olinadi: $I_x; S_x; W_x; t_w; q;$

$$W_{t.k} \leq W_x$$

4. Tanlab olingan yuzaning mustahkamligi tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \leq R_y \cdot \gamma_c \quad (5.10)$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \cdot \gamma_c \quad (5.11)$$

farqi $\frac{R_y - \sigma}{R_y} 100\% \leq 5\%$ va bikrligi ham tekshiriladi.

$$\frac{f}{l} = \frac{5 q^2 l^3}{384 I_x E} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (5.12)$$

5.4. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlar hisobi

Tayyorlangan to'sin mustahkam, yetarli darajada bikrligiga ega, umumiy va alohida elementlar turg'unligi ta'minlangan bo'lishi kerak va shu to'sinni tayyorlash arzonga tushishi kerak.

Samarali yuza topish uchun birinchi navbatda to'sinning kesim yuzasi balandligi aniqlanadi.

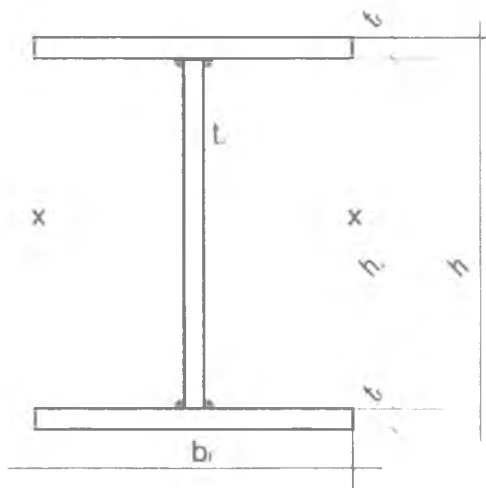
To'sinning balandligini belgilashdan oldin uning ikkita qiymati aniqlanadi:

h_{\min} – minimal balandligi, h_{opt} – tejamli balandligi.

To'sinning eng kichik balandligi uni bikrligi ta'minlanishini e'tiborga olgan holda aniqlanadi. Ma'lumki, qo'zg'aluvchi sharnirli tayanchga ega bo'lgan to'sin uchun nisbiy egilish quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \frac{q^n l^3}{I, E} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (5.13)$$

Tenglamaga $I_x = \frac{W_x}{2}$ qiymatni va $M^n = \frac{q^n l^2}{8}$ qo'yib $\frac{M}{W_x} = R_y$



5.4-rasm. Bosh to'sin kesim yuzasi

Shart bajarilishini hisobga olsak, u holda quyidagi ifoda ke-lib chiqadi:

$$\frac{f}{l} = \frac{5M^n l}{48EI_x} = \frac{5M^n l 2M}{48EW_x M} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (5.14)$$

bundan

$$h_{\min} = \frac{5R_y IM^n}{24E \left[\frac{f}{l} \right] M} \quad (6.15)$$

To'sinning samarali balandligini aniqlash iqtisodiy mulohazalarga asoslangan. To'sinning og'irligi, asosan, uning tokchalari va devorchasining og'irligidan iborat bo'lib, bu og'irliklar bir-biriga teskari munosabatdadir, ya'ni birining oshishi bilan ikkinchisi kamayib boradi.

To'sinning yuk ko'tarish qobiliyati eguvchi kuchlar ta'sir etayotganda uning qarshilik momenti bilan xarakterlanadi. Simmetrik qo'shtavrli yuza uchun qarshilik momenti quyidagicha yoziladi. Hisobni soddalashtirish uchun: $h=h_w$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2}{h} \left[\frac{t_\omega h^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h}{2} \right)^2 \right] = \frac{t_\omega h^2}{6} + A_f h \quad (5.16)$$

To'sinning umumiy kesim yuzasi:

$$A = 2A_f + A_m \quad (5.17)$$

A_f – tokchasining kesim yuzasi; A_w – devorning kesim yuzasi.

$$A_f = (A - A_w) \frac{1}{2} \quad (5.18)$$

$$W_x = \frac{t_\omega h^2}{6} + \frac{Ah}{2} - \frac{h^2 t_\omega}{2} = \frac{Ah}{2} - \frac{2t_\omega h^2}{6} \quad (5.19)$$

$K = \frac{h_\omega}{t_\omega}$ devorning egiluvchanligi

$$t_\omega = \frac{h_\omega}{K} \quad W_x = \frac{Ah}{2} - \frac{h^3}{3k} \quad (5.20)$$

Bu tenglamadan to'sinning umumiy kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$A = \frac{2W_x}{h} + \frac{2h^2}{3k} \quad (5.21)$$

Bundan optimal kesim yuzani topamiz:

$$\frac{dA}{dh} = -\frac{2W_x}{h^2} + \frac{4h}{3k} = 0 \quad (5.22)$$

$$h_{opt} = \sqrt[3]{\frac{6W_{TK}K}{4}} \text{ yoki } h_{opt} = \sqrt{\frac{3W_{TK}}{2t_{ot}}} \quad (5.23)$$

Samarali balandlikni aniqlash uchun to'sin devorchasining egi-luvchanligi «K»ni yoki devorchaning qalinligini «th» bilish kerak:

$$K=100\div 200$$

Devor qalinligini empirik formuladan foydalanib aniqlash mumkin:

$$t_{ot} = 7 + 3h_{min}/1000 \text{ mm}, \quad tw \geq 8 \text{ mm}. \quad (5.24)$$

Samarali va eng kichik balandliklar qiymati aniqlangandan keyin to'sinning loyihaviy balandligi o'rnatiladi.

To'sin kesim yuzasining balandligi va devori qalinligi ma'lum bo'lgandan so'ng, tokchalarning kesim yuzasini aniqlash lozim. Buning uchun qarshilik momenti tenglamasini yozamiz:

$$W_{TK} = \frac{t_{ot}h^2}{6} + A_f h \quad (5.25)$$

va bundan tokchalar yuzasi aniqlanib, varaqsimon prokatdan mos keladigan yuza tanlab olinadi:

$$A_f = \frac{W_{TK}}{h} - \frac{th}{6} \quad (5.26)$$

Yuzani tanlab olishda tokchanning kengligi va qalinligi orasidagi nisbat loyihaviy talablarga javob berishi kerak.

To'sinning umumiy turg'unligi ta'minlanishi, tokchanning kengligi to'sinning kesim yuzasining balandligi nisbatiga ham bog'liq.

$$e_f \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5} \right) h \quad (5.27)$$

Siqilishga ishlayotgan tokcha normal kuchlanishlar ta'siri ostida o'z turg'unligini yo'qotmasligi uchun $\frac{e_f}{t_f} \leq 30$ nisbatni qoniqtirishi kerak.

Tokchanning kengligi har qanday holda ham 200 mm dan kichik bo'lmasligi kerak. Tokchanning qalinligi 8...40 mm atrofida bo'lishi kerak, lekin bu qalinlik $t_w \leq t_f \leq 3t_w$ oraliqda bo'lishi lozim.

Tokcha kengligi va qalinligini universal po'latlarga taalluqli GOSTga muvofiq ravishda tanlash kerak.

Qabul qilingan kesim yuzaning geometrik tavsiflari aniqlanadi:

$$I_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 + \frac{t_f^3 \cdot b_f}{12} \cdot 2 \quad (5.28)$$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} \quad (5.29)$$

$$S_x = A_f \frac{h_w + t_f}{2} + \frac{h_w t_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} \quad (5.30)$$

To'sin mustahkamlikka va bikrlikka tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{M}{W_x \gamma_c} \leq R_y$$

$$\text{farqi} \quad \frac{R_y - \sigma}{R_y} 100\% \leq 5\% \quad (5.31)$$

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \gamma_c \quad (5.32)$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5 M^* l}{48 I_x E} \leq \left[\frac{f}{l} \right] \quad (5.33)$$

5.5. To'sinlarning umumiy turg'unligi

To'sinlar egilish tekisligida eng katta bikrlikka ega hisoblanadi, lekin eguvchi kuchlar ma'lum miqdorga yetganda to'sin ustuvor muvozanatini yo'qota boshlaydi. To'sinni muvozanat holatidan chiqishga majbur qiladigan kritik kuchning qiymati to'sinning yonbosh egilishidagi va buralishidagi bikrliklarga bog'liq. Loyihaviy jihatdan kritik kuchlanishlar qiymati to'sinning loyihaviy shakliga, sxemasiga va hisobiy uzunligining tokchalar kengligiga bo'lgan nisbatiga bog'liq « $\frac{l_{ef}}{e_f}$ ».

To'sinning umumiy turg'unligi quyidagi formula bo'yicha tekshirilishi kerak:

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_b W_c} \leq R_y \gamma_c \quad (5.34)$$

Bu yerda: φ_b – to'sinlarning turg'unligini hisoblashda ishlatiladigan koeffitsient; uni aniqlash tartibi 2.03.05-97 QMQning 8-ilovasida batafsil keltirilgan;

Ikki tavrli kesim to'sinlari φ_b – koeffitsientini aniqlash uchun φ_1 – koeffitsientini quyidagi formula bo'yicha hisoblash zarur:

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y}{I_x} \left(\frac{h}{l_f} \right)^2 \frac{E}{R_y} \quad (5.35)$$

Bu ifodadagi Ψ koeffitsientni 2.03.05-97 QMQning 5.1 va 5.2-jadvallardan foydalanib yuk xususiyati va « α » parametriga qarab aniqlanadi.

Parametrning miqdori quyidagi formulalar orqali topiladi:

a) prokatli qo'shtavr uchun:

$$\alpha = 1,54 \frac{I_x}{I_y} \left[\frac{l_{ef}}{h} \right]^2 \quad (5.36)$$

b) alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlar uchun:

$$\alpha = 8 \left(\frac{l_{ef} t_f}{h b_f} \right)^2 \left(1 + \frac{a l_{ef}^3}{6_f t_f^3} \right) \quad (5.37)$$

bunda: l_{ef} – to‘sinning hisobiy uzunligi;

h – kesim yuzasining balandligi;

I_t – kesimning buralishdagi inersiya momenti;

t_w – devor qalinligi;

b_f va t_f – to‘sinning kamar eni va qalinligi;

$a=0,5$ h ga teng o‘lchov;

5.1-jadval

Yuklanish tushish joyi	$\frac{l_{ef}}{b_f}$ ning prokatli va payvandlangan to‘sinlari mustahkamligini hisoblashni talab etmaydigan eng katta qiymatlari ($1 \leq \frac{h}{b} \pi 6$ da va $15 \leq \frac{b}{t} \leq 35$)
Yuqori kamarga	$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,35 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,76 - 0,02 \cdot \frac{b_f}{t_f} \right) \cdot \frac{b_f}{h} \right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (5.38)$
Pastki kamarga	$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,57 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,92 - 0,02 \cdot \frac{b_f}{t_f} \right) \cdot \frac{b_f}{h} \right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (5.39)$
Hisoblash vaqtida yuklanish tushishi darajasidan qat’i nazar to‘sinning ulanmalari orasidagi maydoni yoki toza egilish vaqtida	$\frac{l_{ef}}{b_f} \leq \left[0,41 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \cdot \frac{b_f}{t_f} \right) \cdot \frac{b_f}{h} \right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (5.40)$

Eslatmalar: 1. Yuqori pishiqlikdagi boltlardagi kamarli ulanmalarga ega bo'lgan to'sinlar uchun 5.1-jadval bo'yicha olinuvchining qiymatlarini 1.2 koeffitsientga ko'paytirish kerak.
2. $bht < 15$ nisbatli to'sinlar uchun 6.1-jadval formulalarida $bht = 15$ deb qabul qilish kerak.

To'sinning umumiy turg'unligini yo'qotmaslik shartlari:

a) yuklanishni muntazam ravishda to'sinning siqilgan kamari-ga tayanuvchi va u bilan ishonchli bog'langan (og'ir, yengil va yacheykali beton, tekis va profillangan metall to'shama, to'lqin-li po'lat va boshqalarga tayanuvchi) yaxlit qattiq to'shamadan o'tkazilganda;

b) to'sinning hisobiy uzunligi tokchasining eniga bo'lgan nis-bati QMQ 2.03. 05-97 5.2-jadvalidagi shartlarga javob bersa.

5.6. To'sin elementlari (tokchasi)ning mahalliy turg'unligi

Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlarda ayrim ele-mentlarning tokcha yoki devorcha siquvchi, normal yoki urinma kuchlanishlar ta'sirida qavarib chiqishi va mahalliy ustuvorligi-ni yo'qotishi mumkin. Elementlardan birortasi ustuvorligini yo'qotish natijasida butunlay yoki qisman ishdan chiqadi. Nati-jada to'sinning ishlaydigan ishchi qismi kamayadi, kesimi nosim-metrik shaklni qabul qiladi, egilish markazi siljiydi. Bular-ning hammasi to'sinning yuk ko'taruvchanligi muddatidan oldin yo'qolishiga olib keladi. Kritik kuchlanish materialning elastik-lik moduli «E» va plastinkaning o'lchamlariga bog'liq. Uzun to-monlari bilan mahkamlangan plastinka o'z ustuvorligini to'lqin-simon sirt bo'ylab yo'qotadi. To'lqinlarni vujudga keltiradigan kritik kuch qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N_{sp} = c \cdot \frac{\pi^2 EI_u}{\sigma_f^2} \quad (5.41)$$

Bu yerda: «c» – plastinkaning mahkamlanish sharti va kuch-lanish xarakteriga bog'liq funksiya;

EI_u – plastinkaning silindrik bikrligi;

$$EI_n = \frac{EI}{1-\mu^2} = \frac{E\delta_f t_f^3}{12(1-\mu^2)} \quad (5.42)$$

μ – Puasson koeffitsienti.

Kritik kuchdan paydo bo'ladigan kritik kuchlanish quyidagicha topiladi:

$$\sigma_{KP} = \frac{N_{KP}}{\delta_f t_f} = c \frac{\pi^2 E \delta_f t_f^3}{b_f t_f b_f^2 12(1-\mu^2)} = c \frac{\pi^2 E t_f^2}{12(1-\mu^2) b_f^2} \quad (5.43)$$

Bu formulaga po'latning elastik holatda ishlashini e'tiborga oluvchi koeffitsientlar qiymatlarini qo'ysak, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\sigma_{KP} = 0,25E \left(\frac{t_f}{\delta_{ce}} \right)^2 \quad (5.44)$$

Qaltis kuchlanish $\sigma_{KP} \leq R_y$ po'latning oquvchanlik bo'yicha hisobiy qarshiligiga teng deb olinib, to'sin tokchasi enining qalinligiga bo'lgan nisbatini aniqlash mumkin:

$$\frac{\delta_f}{t_f} \leq c \frac{\pi}{3.3} \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (5.45)$$

$$\sigma_{KP} = 0,25E \left(\frac{t_f}{\delta_{cd}} \right)^2 \text{ bundan } \frac{\delta_{ce}}{t_f} \leq 0.5 \sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (5.46)$$

Agar qaltis kuchlanishlar oquvchanlik chegarasidan katta bo'lsa, plastina o'z muvozanatini yo'qotadi. Nisbatning « b_{sv}/t_f » to'sin tokchasining mahalliy turg'unligi ta'minlanishi uchun zarur bo'lgan qiymatlari QMQ 2.03.05-97 9-jadvalda keltirilgan.

5.7. To'sin devorchasining mahalliy turg'unligi

To'sin devorchasini normal yoki urinma kuchlanishlar ta'sirida ishlayotgan plastina deb qarash mumkin. Devorchaning turg'unligini yoki uning qalinligini oshirish yo'li bilan yoki muayyan masofada ko'ndalang bikrlilik qovurg'alarini o'rnatish yo'li bilan ta'minlash mumkin.

Devor (plastinka)ning kamarlar va ko'ndalang qovurg'alari orasida joylashib qolgan to'g'ri to'rtburchakli bo'lmalarining pishiqligini tekshirish kerak.

Bunda tekshirilayotgan plastinkaning hisobiy o'lchovlari:

a – ko'ndalang qovurg'alar o'qlari orasidagi masofa; h_{ef} – devorning (5.5-rasm) payvandlangan to'sinlarda butun devori balandligiga, yuqori pishiqlikdagi boltlardagi kamarli ulanmalarga ega bo'lgan to'sinlarda – to'sin o'qiga eng yaqin bo'lgan kamar burchaklari chetlari orasidagi masofaga, prokatli profillardan tuzilgan to'sinlarda ichki aylanma boshlanishlari orasidagi masofaga, egilgan profillarda buralish chetlari orasidagi masofaga teng bo'lgan hisobli balandligi; t_w – devor qalinligi.

To'sin devori mustahkamligini hisoblashni tarang holatning hamma komponentlari (σ , τ va σ_{los})ni hisobga olgan holda bajarish kerak.

To'sin devorlari mustahkamligini tekshirish talab etilmaydi, agar QMQ 2.03.05-97 5.29-shartlari bajarilsa, bunda devor shartli egiluvchanligi

$$\bar{\lambda}_w = \frac{h_{ef}}{t_w} \sqrt{\frac{R_s}{E}} \quad (5.47)$$

ikki tarafli kamar choklariga ega bo'lgan to'sinlarda mahalliy kuchlanish yo'qligi vaqtida – 3,5 dan: xuddi shuning o'zi bir tarafli kamar choklariga ega bo'lgan to'sinlarda – 3,2 dan: ikki tarafli kamar choklariga ega bo'lgan to'sinlarda mahalliy kuchlanish borligida – 2,5 qiymatlaridan oshmasa.

To'sinlardagi yuk qo'zg'almas va mahalliy kuchlanish yo'q bo'lib, shartli egiluvchanlik $\overline{\lambda}_\omega > 3,5$ bo'lganda hamda yuk qo'zg'almas va mahalliy kuchlanish bor bo'lib $\overline{\lambda}_\omega > 2,5$ bo'lganda, devorcha ko'ndalang bikrlik qovurg'alari bilan mahkamlanishi shart. Bikrlik qovurg'alari orasidagi masofa $2 \cdot h_{ef}$ dan oshmasligi lozim.

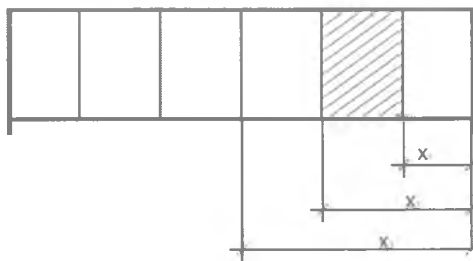
Ko'ndalang qovurg'alarining eni $e_K = \frac{h_{ef}}{30} + 40$ mm dan kichik

bo'lmasligi kerak. Qalinligi esa $t_R = 2 \cdot e_K \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ mm dan kichik

bo'lmasligi shart.

Ko'ndalang bikrlik qovurg'alari bilan mustahkamlangan simmetrik kesimli to'sin devorchasining mahalliy turg'unligi quyidagi formula bo'yicha tekshiriladi:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cx}} + \frac{\sigma_{loz}}{\sigma_{loz}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq \gamma_c \quad (5.48)$$



5.5-rasm. Bosh to'sin devorining ustuvorligini tekshirish uchun sxema

Bu yerda, σ , τ — qurilayotgan yacheykada tashqi kuchlar ta'siridan yuzada hosil bo'layotgan kuchlanishlar.

$$\sigma = \frac{M_{o'rt}}{W_x \gamma_c} \quad \tau = \frac{Q_{o'rt} S_x}{I_x t_w} \quad \sigma_{cr} = \frac{C_{cr} R_y}{\lambda_\omega^2} \quad (5.49)$$

C_{cr} – QMQ 2.03.05-97 ning 9.1-jadvalidan aniqlanadigan koefitsient « δ » parametriga qarab,

5.2-jadval

δ	$\leq 0,8$	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	≥ 30
c_{cch}	30,0	31,5	33,3	34,6	34,8	35,1	35,5

$$\delta = \beta \frac{b_f}{h_{ef}} \left(\frac{t_f}{t_\omega} \right)^3 \quad (5.50)$$

β – ushbu QMQ 2.03.05-97 ning 9.2-jadvalidan olinadigan koefitsient.

5.3-jadval

To'sinlar	Siqilgan kamarning ishlash shartlari	β
Kran tagi to'sinlari	Kran relslari payvandlanmagan Kran relslari payvandlangan	2 ∞
Boshqalar	Plitalarning uzluksiz tayanishida Boshqa holatlarda	∞ 0,8
<i>Eslatma.</i> Yig'ilgan yuklarni tortilgan kamariga tushgan kran tagi to'sinlarining bo'lmalari uchun δ koefitsientini hisoblashda $\beta=0,8$ deb qabul qilish kerak.		

$$\sigma_{los} = \frac{N}{l_{ef} t_\omega} \quad (5.51)$$

mahalliy kuchlardan hosil bo'ladigan kuchlanish;

N – mahalliy kuch (to'shama to'sinning tayanch reaksiyasi);

l_{ef} – hisobiy uzunligi $l_{ef} = b + 2 \cdot t_f$

Devorda mahalliy kuchdan hosil bo'ladigan kritik kuchlanish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{loscr} = \frac{C_1 R_y}{\lambda_\omega^2} \quad (5.52)$$

C_1 – QMQ 2.03-05-97 ning 5.4-jadvaldan olinadigan koeffitsient.

Devori ko‘ndalang qovurg‘alar bilan ustuvorligi oshirilgan to‘sinda hosil bo‘ladigan kritik urinma kuchlanish qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi.

5.4-jadval

δ	C_1 ning payvandlangan to‘sinlar uchun quyidagilarga teng bo‘lgan $\frac{a}{h_{ef}}$ dagi qiymatlari								
	$\leq 0,5$	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	$\geq 2,0$
≤ 1	11,5	12,4	14,8	18,0	22,1	27,1	32,6	38,9	45,6
2	12,0	13,0	16,1	20,4	25,7	32,1	39,2	46,5	55,7
4	12,3	13,3	16,6	21,6	28,1	36,3	45,2	54,9	65,1
6	12,4	13,5	16,8	22,1	29,1	38,3	48,7	59,4	70,4
10	12,4	13,6	16,9	22,5	30,0	39,7	51,0	63,3	76,5
≥ 30	12,5	13,7	17,0	22,9	31,0	41,6	53,8	68,2	83,6

$$\tau_{ck} = 10,3 \left(1 + \frac{0,76}{\mu^2} \right) \frac{R_s}{\lambda_{ov}^2} \quad (5.53)$$

μ – katakning katta tomonining kichik tomoniga bo‘lgan nisbati; γ_s – QMQning 2.03.05-97 7-ilovasi bo‘yicha qabul qilinuvchi koeffitsient.

Agar devorchaning shartli egiluvchanligi 6,0 dan katta bo‘lsa, devorcha ko‘ndalang bikrlilik qovurg‘alaridan tashqari bo‘ylama bikrlilik qovurg‘alari bilan ham mahkamlanishi kerak. Ular to‘sin uzunligi bo‘ylab yuqori tokchadan (0,2+0,3) h_{ov} masofada joylashtiriladi.

5.8. To‘sin devorchasi bilan tokchalarining birga ishlashini ta‘minlash

Alohida elementlardan tayyorlangan to‘sin tokchasi bilan devorchasi o‘zaro birikkan joyga siljituvchi kuch ta‘sir etadi. To‘sinning 1 sm uzunligiga ta‘sir etayotgan siljituvchi kuchni aniqlaymiz:

$$T = \tau \cdot t_{\omega} = \frac{Q \cdot S_x}{I_x} \quad (5.54)$$

Payvand to'sinlarda siljitivchi kuch «T» tokcha choklarini qir-qishga intiladi, shuning uchun choklarning yuk ko'taruvchanligi quyidagi shartni qanoatlantirishi lozim:

$$T \leq 2R_{wf} \beta_f K_f \gamma_c \text{ yoki } T \leq 2R_{wz} \beta_z K_z \gamma_c \quad (5.55)$$

Yuqoridagi ifodalardan payvand chokning talab qilingan qalinligini topish mumkin:

$$K_f \geq \frac{QS_x}{2I_x R_{wf} \beta_f \gamma_c} \text{ yoki } K_f \geq \frac{QS_x}{2I_x R_{wz} \beta_z \gamma_c} \quad (5.56)$$

Agar to'sin devorchasi tokchalari bilan parchin mixlar orqali biriktirilsa, bitta bolti siljitadigan kuch o'zaro qo'shni boltlar orasidagi masofa bo'yicha aniqlanadi:

$$N = T \cdot a \quad (5.57)$$

Boltlar orasidagi masofa

$$a = \frac{[N_s]_{\min}}{T} = \frac{[N_s]_{\min} I_x}{QS_x} \quad (5.58)$$

Bu yerda $[N_b]_{\min}$ – bitta boltning yuk ko'tarish qobiliyati.

$$\left. \begin{aligned} N_{ec} &= R_{os} A n_c \gamma_o \\ N_{sp} &= R_{sp} d \gamma_o \sum t_{\min} \end{aligned} \right\} [N_b]_{\min} \quad (5.59)$$

5.1-masala. To'shamaning hisobi. To'shamaga ta'sir etayotgan normativ yuk $q_0^H = 31$ ga teng, ruxsat etilgan nisbiy egiluvchanligi $\left[\frac{f}{l} \right] = \frac{1}{120}$ teng. To'shama to'sinlarining qadami $a = 1,12$ m ga teng.

Yechim. To'shamaning qalinligini topish uchun S.D. Leytes grafigidan foydalanamiz. Shu grafikdan to'shamaning tayanch

orasidagi masofasining uning qalinligiga bo'lgan nisbatini aniqlaymiz.

$$\frac{l_T}{t_T} = 117 \text{ bundan to'shama qalinligi topiladi.}$$

$$t_T = \frac{l_T}{117} = \frac{112}{117} = 0,96 \text{ sm}$$

To'shamaning qalinligini 10 mm qabul qilinadi.

5.2-masala. To'sinni hisoblang. Tayanch oralig'idagi masofa 4 m ga teng. To'singa ta'sir etayotgan hisobiy yoyma yuk $q=42,58 \text{ kN/m}$ teng. Po'lat markasi St3kp2.

Yechim. Tashqi ta'sir etayotgan yukdan to'sinda hosil bo'ladigan eng katta eguvchi moment topiladi:

$$M_{\max} = \frac{ql^2}{8} = \frac{42,58 \cdot 4^2}{8} = 85,18 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Talab qilingan qarshilik momenti:

$$W_{TK} = \frac{M_{\max}}{R_v \gamma_c} = \frac{8518 \cdot (10)}{235 \cdot 1} = 362 \text{ sm}$$

Qo'shtavr sortamentidan, qarshilik momenti $W_x=371 \text{ sm}^3$ ga teng bo'lgan №27 yuza tanlab olamiz:

$$I_x = 5010 \text{ sm}^4;$$

$$S_x = 210 \text{ sm}^3;$$

$$t_w = 0,6 \text{ sm};$$

$$q_{T.U.O.} = 31,5 \text{ kg/n}$$

Tanlab olingan to'sinni mustahkamlikka tekshiramiz (o'z og'irligini e'tiborga olgan holda):

$$\sigma = \frac{M_{\max} + M_{T.y.o.}}{W_x \gamma_c} = \frac{(8518 + 66,15) \cdot (10)}{371 \cdot 1} = 231,4 \text{ MPa}$$

To'sinning o'z og'irligidan hosil bo'layotgan moment:

$$M_{T.Y.O.} = \frac{q_{T.Y.O.} \gamma_f l^2}{8} = \frac{31,5 \cdot 1,05 \cdot 4^2}{8} = 66,15 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$\text{farqi } \frac{R_y - \sigma}{R_y} \cdot 100\% = \frac{235 - 231,4}{235} \cdot 100\% = 1,5\% < 5\%$$

To'sinni qirquvchi kuchga tekshiramiz:

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{85,79 \cdot 210(10)}{5010 \cdot 0,6} = 59,9 \text{ MPa}$$

Tayanchlar orasidagi maksimal qirquvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$Q_{\max} = \frac{(q + q_{TVV} \cdot \gamma_f) l}{2} = \frac{(42,58 + 0,315 \cdot 1,05) \cdot 4}{2} = 85,79 \text{ kN}$$

Tanlab olingan to'sinning bikrligini tekshiramiz:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^H l^3}{I_x \cdot E} = \frac{5}{384} \cdot \frac{35,95 \cdot 400^3}{2060000 \cdot 5010} = 0,0029 = \frac{1}{344} < \left[\frac{1}{250} \right]$$

5.3-masala. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinni hisoblang. Tayanch oralig'idagi masofa $l=16$ m ga teng. Ta'sir etayotgan yoyma normativ yuk $q^H=184$ kN/m; hisobiy yuk $q=219,74$ kN/m teng. Po'lat markasi St3 ps5.

Yechim. Tashqi yukdan to'sinda hosil bo'ladigan eng katta eguvchi moment:

– me'yoriy yukdan:

$$M_{\max}^H = \frac{q^H \cdot l^2}{8} = \frac{184 \cdot 16^2}{8} = 5886,94 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

– hisobiy yukdan:

$$M_{\max}^H = \frac{q^H \cdot l^2}{8} = \frac{219,7 \cdot 16^2}{8} = 7031,68 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

To'sinda hosil bo'ladigan qirquvchi kuchni aniqlaymiz:

$$Q = \frac{q \cdot l}{2} = \frac{219,7 \cdot 16}{2} = 1757,92 \text{ kN}$$

Talab qilingan qarshilik momenti:

$$W_{m.c.} = \frac{M_{\max}}{R_v \cdot \gamma_c} = \frac{703168 \cdot (10)}{235 \cdot 1} = 29922 \text{ sm}^3$$

Samarali yuza topish uchun to'sinning balandligini to'g'ri qabul qilib olishimiz lozim. Buning uchun:

1. To'sinning eng kichik balandligini aniqlaymiz:

$$h_{\min} = \frac{5R_v LM^H}{24E \left[\frac{f}{l} \right] M} = \frac{5}{24} \cdot \frac{2350 \cdot 1600 \cdot 5886,94}{2,06 \cdot 10^6 \left[\frac{1}{400} \right] \cdot 7031,68} = 127,3 \text{ sm}$$

2. To'sinning optimal balandligini aniqlaymiz:

$$h_{opt} = \sqrt{\frac{3W_{TK}}{2 \cdot t_w}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 29962}{2 \cdot 1,2}} = 193,4 \text{ sm}$$

t_w – to'sin devorining qalinligi. Devorning qalinligini empirik formuladan foydalanib topamiz:

$$t_w = 7 + \frac{3 \cdot h_{\min}}{1000} = 7 + \frac{3 \cdot 127,3}{1000} = 10,82 \text{ mm}$$

Devorning qalinligini 1,2 sm qilib qabul qilamiz.

To'sinning balandligini 185 sm ga teng deb qabul qilib, tokchasing yuzasini aniqlaymiz:

$$A_f = \frac{W_{TK}}{h} - \frac{h \cdot t_w}{6} = \frac{29922}{185} - \frac{1,2 \cdot 185}{6} = 124,7 \text{ sm}^2$$

Varaqasimon prokatli po'latdan 530x25 qabul qilamiz yuzasini $A_f = 132,5 \text{ sm}^2$ olsak, to'sinning umumiy turg'unligi $b_f = \left(\frac{1}{3} + \frac{1}{5} \right) h$

va tokchanning mahalliy turg'unligi bajariladi:

Qabul qilib olgan to'sinning geometrik tavsifini aniqlaymiz:

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2A_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{180^3 \cdot 1,2}{12} + 2 \cdot 2,5 \cdot 53 \cdot \left(\frac{180 + 2,5}{2} \right)^2 = 2789739 \text{ sm}$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{h} = \frac{2 \cdot 2789739}{185} = 30159 \text{ sm}^2$$

$$S_x = A_f \cdot \frac{h_w + t_f}{2} + \frac{t_w \cdot h_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} = 53 \cdot 2,5 \cdot \frac{180 + 2,5}{2} + \frac{1,2 \cdot 180^2}{2 \cdot 4} = 16951 \text{ sm}$$

To'sinning 1 m uzunligidagi og'irligini aniqlaymiz:

$$q_{k.m.u.o.} = (2 \cdot A_f + A_w) \rho = (2 \cdot 0,01335 + 0,0216) \cdot 78,5 = 3,76 \text{ kN/m}$$

Qabul qilingan to'sinning mustahkamligini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{M}{W_x \gamma_c} = \frac{703168 \cdot (10)}{30159 \cdot 1} = 233,2 \text{ MPa}$$

$$\frac{235,0 - 233,2}{235} \cdot 100\% = 1\% < 5\%$$

$$\tau = \frac{Q \cdot S_x}{I_x \cdot t_w} = \frac{175792 \cdot 16961}{2789739 \cdot 1,2} = 890 \text{ kg/sm}^2 < R_s$$

Bikrligini ham tekshiramiz:

$$\frac{f}{l} = \frac{5 \cdot M^H l}{48 \cdot E \cdot I_x} = \frac{5 \cdot 58869240 \cdot 1600}{48 \cdot 2060000 \cdot 2789739} = 0,0017 < \left[\frac{1}{400} \right]$$

Bosh to'sinning umumiy turg'unligini tekshiramiz.

Quyidagi shartlarni tekshirib ko'ramiz:

– ta'sir etayotgan yuk uzluksiz mustahkam to'shama orqali bosh to'sinning tepa tokchasiga ta'sir etishligini;

– bosh to'sinning hisobiy uzunligi tokchasining eniga bo'lgan nisbati quyidagi shartni qoniqtirsa:

$$\frac{l_g}{b_f} \leq \left[0,41 + 0,0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0,73 - 0,016 \frac{b_f}{t_f} \right) \frac{b_f}{h} \right] \sqrt{\frac{E}{R_y}}$$

$$\frac{100}{53} \leq \left[0,41 + 0,0032 \cdot \frac{53}{2,5} + \left(0,73 - 0,016 \frac{53}{2,5} \right) \frac{53}{182,5} \right] \sqrt{\frac{206000}{235}}$$

$$1,9 \pi 17,5$$

Shunda katta to'sinning umumiy turg'unligi va ustuvorligi ta'minlanadi.

Nazorat savollari:

1. To'sinlar qayerlarda ishlatiladi?
2. To'sinlar tizimi necha xil bo'lishi mumkin?
3. Murakkab to'sinli katakda to'sinlarning bir-biriga biriktirilishi qanday bo'lishi mumkin?
4. To'shamaning hisobi.
5. Prokat to'sinlarni hisoblash tartibi.
6. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlar kesim yuzasining minimal balandligi qaysi formula bilan topiladi?
7. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinning optimal balandligi qanday topiladi?
8. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sin tokchasining kesim yuzasi qaysi formula bilan topiladi?
9. To'sinlarning umumiy ustuvorligi.
10. To'sin elementlarning mahalliy ustuvorligi.
11. To'sin devori bilan tokchalarining birga ishlash shartlari.

6-bob. METALL USTUNLAR

Ustunlar o'zidan yuqorida joylashgan konstruksiyalardan tushadigan yuklarni poydevorlarga uzatuvchi konstruktiv elementlardir. Ustunlar quyidagi qismlardan iborat: yuqorida joylashgan konstruksiyalardan tushadigan yuklarni bevosita qabul qiladigan qismi – bosh qism, yukni uzatuvchi asosiy o'rta qism – sterjen, sterjendan poydevorga yukni uzatadigan qismi – asos. Ustun sterjenining kesimi yaxlit yoki panjarali bo'ladi. Yaxlit kesimlar ochiq va berk bo'lishi mumkin.

6.1. Ustunlarning asosiy o'rta qismi – sterjen

Ustunlarni loyihalash ularning kesimi yuzasini tanlashdan boshlanadi. Bunda «X-X» hamda «Y-Y» o'qlari tekisligida bir xil ustuvorlikka ega bo'lishi maqsadga muvofiq. Buning uchun quyidagi shart qanoatlantirishi lozim:

$$\lambda_x = \lambda_y \text{ yoki } l_x = l_y \text{ va } i_x = i_y$$

Yukni ta'sir etishiga va ustunning hisobiy uzunligiga qarab egiluvchanligi belgilanadi. Agar ta'sir etayotgan yuk 150–200 t atrofida, balandligi 4–6 m bo'lsa, unda egiluvchanligi 100–70 oralig'ida olinadi. Ta'sir etayotgan yuk 250–400 t gacha bo'lsa, egiluvchanligi 70–50 oralig'ida belgilanadi. Shartli egiluvchanligi hisoblanadi va mos keladigan formuladan foydalanib koeffitsient « φ » aniqlanadi va ustunning zaruriy yuzasi topiladi:

$$A_{TK} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} \quad (6.1)$$

kesim yuzaning talab qilingan inersiya radiusi va tomonlari o'lchamlari aniqlanadi:

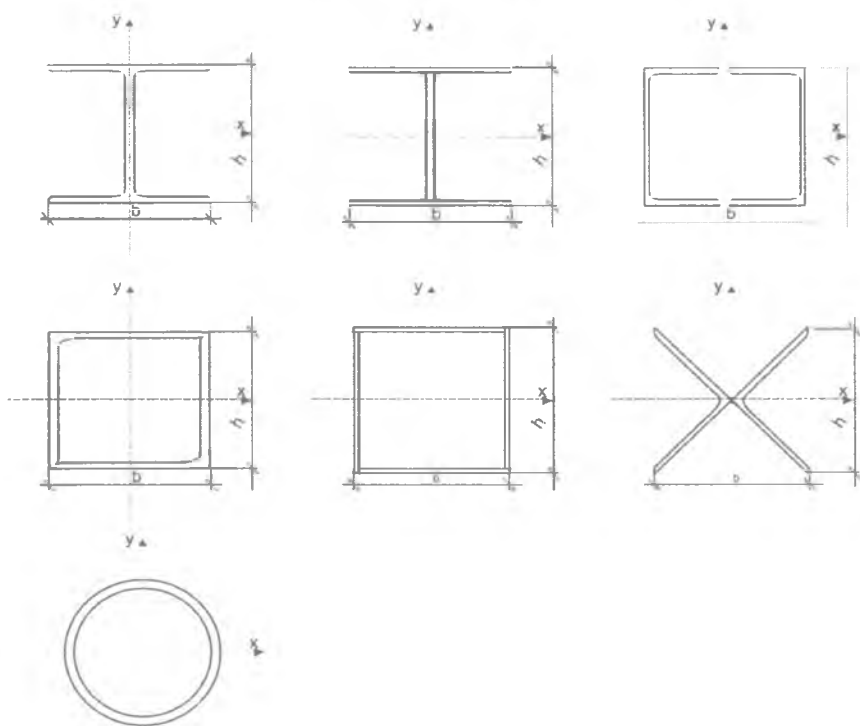
$$i_{TK} = \frac{l_{ef}}{\lambda} \quad h_{TK} = \frac{i_{TK}}{\alpha_1} \quad \sigma_{TK} = \frac{i_{TK}}{\alpha_2} \quad (6.2)$$

Kesim yuzasi tanlangach, ustunning mustahkamligi va turg'unligi quyidagi formula bo'yicha tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} A \gamma_c} \leq R_y \quad (6.3)$$

φ_{\min} – kichik bo'ylama egilish koeffitsienti, eng katta egiluvchanlik qiymati bo'yicha quyidagi formulalar bilan hisoblanadi; shartli egiluvchanligi $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R}{E}}$ $0 < \bar{\lambda} < 2,5$ gacha bo'lsa,

$$\varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} \quad (6.4)$$



6.1-rasm. Ustunning kesim yuzalari








$2,5 < \bar{\lambda} < 4,5$ bo'lsa,

$$\varphi = 1,47 - 13,0 \cdot \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \cdot \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 \quad (6.5)$$

$$\bar{\lambda} \phi 4,5 \text{ bo'lsa, } \varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 \cdot (51 - \bar{\lambda})} \quad (6.6)$$

6.1-jadval

Inersiya radiusining qiymatlari

							
i_x	0.21 h	0.43 h	0.38 h	0.38 h	0.43 h	0.43 h	0.47 h
i_y	0.20 b	0.43 b	0.44 b	0.60 b	0.24 b	0.43 b	0.40 b

6.2. Ustunlarning bosh qismlari

Ustunning bosh qismi ustundan yuqorida joylashgan konstruksiyalar uchun tayanch bo'lib xizmat qiladi va tushadigan yukni ustunning sterjen kesimi bo'ylab tekis tarqatadi.

Ustun to'sin bilan sharnirli yoki bikiq tutashtirilgan bo'lishi mumkin. Sharnirli tutashishda, odatda to'sin ustunning ustiga qo'yiladi. Bu holda ustunning bosh qismi plita va uni ushlab turib, yukni ustun sterjeniga uzatuvchi qovurg'alardan iborat bo'ladi. Bu holda ustunga yuk to'sinlarning yo'nalgan qirrali tayanch qovurg'alari orqali uzatiladi, bosh qismining plitasi pastdagi qovurg'alar yordamida ushlab turiladi. Qovurg'aning balandligi shu qovurg'aning tarmoqlarga yoki devorgacha mahkamlaydigan payvand choklar uzunligi bo'yicha aniqlanadi:

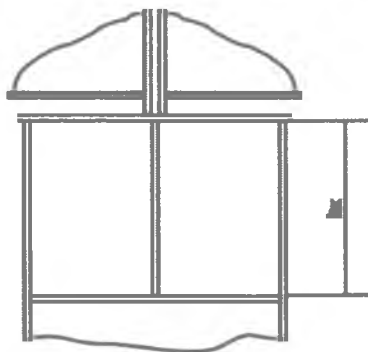
$$h_k = \frac{N}{4R_{wf} K_f \gamma_c \beta_f} \quad (6.7)$$

yoki

$$h_k = \frac{N}{4R_{wz}K_f\gamma_c\beta_f} \quad (6.8)$$

To'sin ustunning yonboshidan tutashgan bo'lsa, vertikal reaksiya to'sinning tayanish qovurg'asi yo'nalgan qirrasiga orqali tayanish plitasiga va undan ustunning tokchasiga uzatiladi. Tayanish plitasini ustun tokchasiga biriktiruvchi payvand choklarining mustahkamligi quyidagi formula bilan tekshiriladi:

$$\sigma_w = 1,3 \frac{N}{2K_f l_w \beta_z} \leq R_{wf} \cdot \gamma_c \quad \sigma_w = 1,3 \frac{N}{2K_f l_w \beta_z} \leq R_{wz} \cdot \gamma_c \quad (6.9)$$



6.2-rasm. Ustunning tepa qismi

To'sinning tayanch qovurg'asining pastki qirrasiga bilan tayanish plitasining qirrasiga ba'zi sabablarga ko'ra parallel bo'lmay qolishi mumkin. Buning natijasida ikkita vertikal chokdan biriga $N/2$ dan ko'proq yuk tushib qolishi mumkin. Shu ehtimollikni hisobga olish maqsadida formulaning suratida reaktiv kuch 1,3 marta oshirib olingan.

6.3. Ustunlarning asoslari

Ustunning asoslari sterjendan kelgan yukni poydevorga bir tekis taqsimlashga xizmat qiladi. Ustun asoslari uch xil bo'li-

shu mumkin: traversali, tayanch plitali va sharnir tayanchli (6.3-rasm).

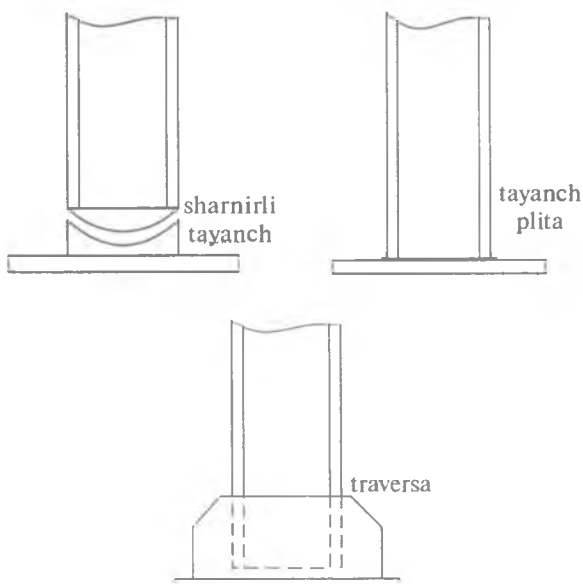
Ustundan tushadigan bosim katta bo'lganda plitaning qalinligini kamaytirish maqsadida bo'ylama hisobiy kuch plitaga ustunning sterjeni va traversalar orqali uzatiladi. Traversalar ustundan keladigan kuchning plita yuzasi bo'ylab tekis taqsimlanishiga imkoniyat beradi.

Sharnirli tayanch plitadan iborat bo'lgan ustunlar ideal hisobiy sxemaga javob beradi, lekin ularni o'rnatish biroz qiyin kechadi.

Tayanch plitaning o'lchamlari quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$A = \frac{N}{R_s \gamma_c} \quad A = axd \quad d = (1+1,4)\alpha \quad (6.10)$$

R_b – poydevor betonning hisobiy qarshiligi.



6.3-rasm. Ustun asoslari

6.1-masala. Ustunni hisoblang. Ta'sir etayotgan hisobiy kuch $N=3516,0$ kN. Ustunning hisobiy uzunligi 4 m ga teng. Po'lat markasi St3 ps5.

Yechim. Ustunning egiluvchanligini 70 deb belgilab, shartli egiluvchanligini topamiz. $\bar{\lambda} = 70 \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,34$. Demak, φ – koeffitsient qiymati (6.4) formuladan foydalanib hisoblanadi:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{235}{210000} \right) 2,34 \sqrt{2,34} = \\ &= 1 - (0,0668) \cdot 3,58 = 0,761 \end{aligned}$$

va talab qilingan yuzani aniqlaymiz:

$$A_{T.K.} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c} = \frac{3516 \cdot (10)}{0,761 \cdot 235 \cdot 0,95} = 207 \text{ sm}^2$$

Ustunning talab qilingan inersiya radiusi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$i_{T.K.} = \frac{l_{ef}}{\lambda} = \frac{400}{70} = 5,71 \text{ sm}$$

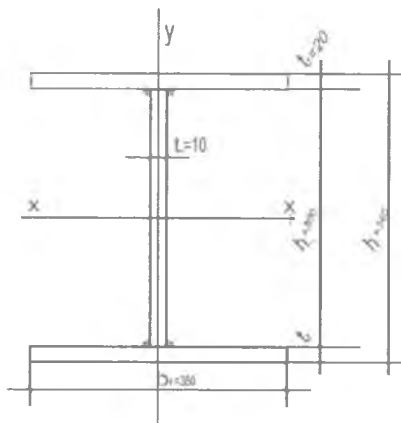
Ustunning kesim yuzasi shaklini tanlab, uning asosiy o'lchamlarini aniqlaymiz:

$$h_{T.K.} = \frac{i_{T.K.}}{\alpha_1} = \frac{5,71}{0,43} = 13,3 \text{ sm}$$

$$e_{T.K.} = \frac{i_{T.K.}}{\alpha_2} = \frac{5,71}{0,24} = 23,8 \text{ sm}$$

Ustunning alohida elementlardan tashkil topgan qo'shtavr shakliga ega bo'lgan yuzani tanlab olamiz va varaqasimon prokatli po'latdan 300x10 devori uchun, 380x20x2 tokchalari uchun tanlab olamiz. Ustunning umumiy yuzasi 182 sm² teng.

Tanlab olgan yuzamizning geometrik tavsiflarini aniqlaymiz:



6.4-rasm. Ustunning kesim yuzasi

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2b_f t_f \left(\frac{h_w + t_f}{2} \right)^2 = \frac{30^3 \cdot 1}{12} + 2 \cdot 38 \cdot 2,0 \cdot \left(\frac{30 + 2,0}{2} \right)^2 = 2250 + 38912 = 41162 \text{ sm}^4$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{t_w^3 \cdot h_w}{12} = \frac{38^3 \cdot 2,0}{12} \cdot 2 + \frac{1^3 \cdot 30}{12} = 18293, \text{ sm}^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{41162}{182}} = 15,0 \text{ sm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{18293}{182}} = 10 \text{ sm}$$

X va Y o'qlari bo'yicha egiluvchanligini aniqlaymiz:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{400}{15,0} = 26,7$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{400}{10} = 40$$

Katta egiluvchanligiga qarab shartli egiluvchanlikni aniqlaymiz: $\bar{\lambda} = 40 \sqrt{\frac{2350}{2100000}} = 1,34 \pi 2,5$ va φ koeffitsienti-

$$\text{ni hisoblab, } \varphi = 1 - \left(0,073 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53 \cdot \frac{235}{210000} \right) \cdot 1,34 \sqrt{1,34} = 1 - (0,0668) \cdot 1,551 = 0,896$$

tanlab olgan yuzaning mustahkamligini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{\min} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{3516 \cdot (10)}{0,896 \cdot 182 \cdot 0,95} = 227,0 \text{ MPa}$$

$$\text{farqi } \frac{R_y - \sigma}{R_y} \cdot 100\% = \frac{235 - 227,0}{235} \cdot 100\% = 3,4\% \pi 5\%$$

6.2-masala. Ustunning yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlang. Agar ustunning hisobiy uzunligi 5 m ga teng bo'lib, kesim yuzasi ikkita №20 shvellardan iborat bo'lsa, po'lat markasi St3 ps5. №20

$$I_x = 1520 \times 2 = 3040 \text{ sm}^4$$

$$A = 23,4 \times 2 = 46,8 \text{ sm}^2$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{3040}{46,8}} = 8,07 \text{ sm}$$

$$I_y = (I_y^0 + A \cdot a^2) \cdot 2 = (113 + 23,4 \cdot 5,53^2) \cdot 2 = 1657 \cdot \text{sm}^4$$

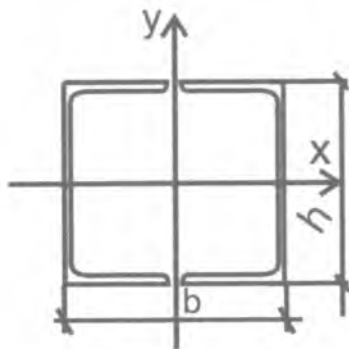
$$a = v - z_y = 7,6 - 2,07 = 5,53 \text{ sm}$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{1657}{46,8}} = 5,95$$

$$\lambda_{\text{eff}x} = \frac{l_{\text{eff}x}}{i_x} = \frac{500}{8,07} = 62$$

$$\lambda_{\text{eff}y} = \frac{l_{\text{eff}y}}{i_y} = \frac{500}{5,95} = 84$$

Yechim. Ustunning egiluvchanligini aniqlaymiz, buning uchun kesim yuzasining geometrik tavsifnomalarini aniqlaymiz:



6.5-rasm. Ustunning kesim yuzasi

Katta egiluvchanligiga qarab shartli egiluvchanligini aniqlaymiz: $\bar{\lambda} = 84 \cdot \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2,81$ va quyidagi formuladan foydalanib φ

koeffitsienti qiymatini topamiz:

$$\begin{aligned} \varphi &= 1,47 - 13 \frac{R_y}{E} - \left(0,371 - 27,3 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0,0275 - 5,53 \frac{R_y}{E} \right) \cdot \bar{\lambda}^2 = 1,47 - 13 \frac{235}{210000} - \\ &- \left(0,371 - 27,3 \frac{235}{210000} \right) \cdot 2,81 + \left(0,0275 - 5,53 \cdot \frac{235}{210000} \right) \cdot 2,81^2 = 1,47 - 0,01455 - 0,957 + \\ &+ 0,1680 = 0,666 \end{aligned}$$

va yuzaning yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlaymiz:

$$N = R_y \cdot A \cdot \varphi \cdot \gamma_c = 23,5 \cdot 46,8 \cdot 0,666 \cdot 0,95 = 695,8 \text{ kN}$$

Nazorat savollari:

1. Ustun va qismlari.
2. Ustunning hisobi.
3. Ustunning bosh qismi.
4. Ustunlarning asoslari.
5. Qaysi shartlar bajarilganda ustun turg'unlikka ega bo'ladi?

7-bob. METALL FERMALAR

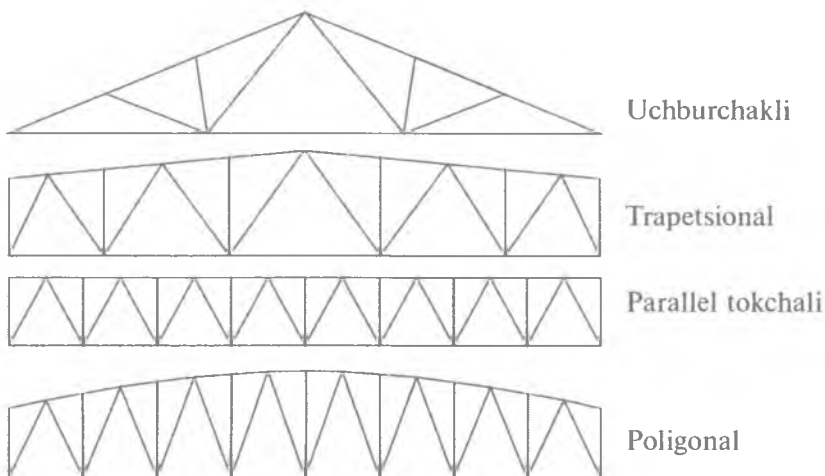
7.1. Fermalarning turlari

Hozirgi kunda uchburchak shaklli, trapetsiyasimon, parallel kamarli va ko'pburchakli poligonal fermalar qo'llaniladi. Uchburchak shaklli fermalar tom yopmasiga keskin qiyalik 250–450 talab etadigan materiallar bilan yopilishda qo'llaniladi (to'liqinli asbest-sement shiferlar, cherepitsalar va b.).

Tayanch qismi murakkab ustun bilan faqat sharnir orqali biriktiriladi. Aksariyat hollarda fermaning o'lchamlari undan foydalanishdagi, me'morchilik va texnologik talablarga ko'ra belgilanadi.

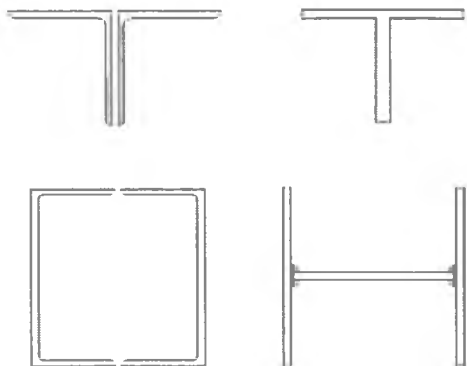
Trapetsiyasimon fermalar tomi keskin qiya bo'lmagan binolarda ishlatiladi. Konstruktiv tomonidan bir necha afzalliklarga ega, eguvchi moment epyurasiga shakli to'laroq javob beradi, ustun bilan mustahkam va sharnir orqali biriktirilishi mumkin.

Parallel kamarli fermalar sanoat ishlab chiqarishi talablarini to'laroq qondirishi va oddiy ko'rinishga ega bo'lgani sababli qurilishda ko'proq qo'llaniladi.



7.1-rasm. Fermalar

Ko'pburchakli poligonal fermalarning tashqi ko'rinishi eguvchi moment epyurasining shakliga yaqin bo'lganligi tufayli ular materialning sarflanishi nuqtayi nazaridan eng tejamli deb hisoblanadi. Shuning uchun bunday fermalar, asosan, katta oraliqli binolarni qoplashda va yuklar nisbatan katta bo'lganda qo'llaniladi.



7.2-rasm. Ferma elementlarining kesim yuzasi

7.2. Ferma elementlarida hosil bo'ladigan hisobli kuchni aniqlash

Elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchlar qurilish mexanikasi usullaridan foydalanib topiladi. Ular momentlar usuli, fermani kesish usuli, tugunlarni kesish usuli, Maksvell-Kremona diagrammasidan foydalanish usuli orqali aniqlanadi. Bu usullardan foydalanib, ferma elementlarida doimiy yukdan, qor yukidan va tayanch momentlardan hosil bo'ladigan kuchlar aniqlanadi va ularning yig'indisi elementga ta'sir etayotgan hisobiy kuchni beradi.

Ferma elementlarida hosil bo'ladigan hisobiy kuch aniqlangandan keyin ularning hisobini qilish kerak bo'ladi.

Hisoblash tartibi quyidagicha:

1. Cho'zilishga ishlaydigan elementlar talab qilinadigan kesim yuzasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$A_{tq} = \frac{N}{R_y \gamma_c} \quad (7.1)$$

2. Natijaga qarab burchak sortamentidan mos keladigan burchaklar tanlab olinadi:

$$A_{tq}'' Ax \quad (7.2)$$

3. Mustahkamligi tekshiriladi, bunda:

$$\sigma = \frac{N}{A_x \cdot \gamma_c} \leq R_y \quad (7.3)$$

bo'lishi kerak.

1. Siqilishga ishlaydigan elementlarning egiluvchanligini qabul qilib olib, unga mos φ koeffitsientning qiymatida talab qilingan kesim yuzasi aniqlanadi:

$$A_{tq} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} \quad (7.4)$$

Bu yerda: γ_c – elementni ishlashini e'tiborga oladigan koeffitsient, agarda egiluvchanlik $\lambda > 60$ bo'lsa, 0,8 ga teng, $\lambda < 60$ bo'lsa,

0,95 ga teng inersiya radiusi ham aniqlanadi: $i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda}$; $i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda}$

2. Talab qilingan kesim yuzasiga va inersiya radiusiga qarab, ikkita teng (yoki tengsiz) tomonli burchakliklarni qabul qilib, A_x , i_x , i_y haqiqiy yuzasi va radius inersiyalari yoziladi.

3. Tanlab olingan elementlar mustahkamligi va ustuvorligi tekshiriladi. Buning uchun avval x-x va y-y o'qi bo'yicha haqiqiy egiluvchanligi aniqlanadi:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}$$

Aniqlangan egiluvchanligining katta qiymatiga qarab ϕ – koefitsientning qiymati aniqlanadi va element kesim yuzasida hosil bo‘ladigan kuchlanish topiladi:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A_x} \leq R_y \quad (7.5)$$

7.3. Ferma tugunlarini hisoblash

Ferma tugunlarini hisoblash bilan elementni biriktiradigan chok uzunligi aniqlanadi va fasonka o‘lchamlari belgilanadi.

Burchak chok uzunligi quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

– burchak yuza asosi uchun metall chok kesimi bo‘yicha:

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \quad (7.6)$$

– metall chok erish chegara kesimi bo‘yicha:

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \quad (7.7)$$

– burchak yuza uchi uchun metall chok kesimi bo‘yicha:

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \quad (7.8)$$

– metall chok erish chegara kesimi bo‘yicha:

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \quad (7.9)$$

Bu yerda: α – hisobiy kuchni choklararo taqsimlab beruvchi koefitsient, teng tomonli burchak uchun $\alpha=0,7$ teng; tengsiz tomonli burchak uchun $\alpha=0,65$, agar burchak katta tomoni bilan fasonkaga biriktirilgan bo‘lsa; $\alpha=75$, agar burchak kichik tomoni bilan fasonkaga biriktirilgan bo‘lsa;

β_f, β_z – payvand choki qaysi usul bilan bajarilishiga bog‘liq bo‘lgan koefitsient, QMQ 2.03.05-97 13.1-jadvalidan olinadi;

K_f – burchakli chok qalinligi ulanayotgan elementlarning kichik qalinligi olinadi;

R_{wf} – eritilgan po‘lat chokining hisobiy qarshiligi:

$$R_{wf} = 0,55 \frac{R_{wm}}{\gamma_m}; \quad (7.10)$$

R_{wz} – po‘latning erish chegarasi kesimi bo‘yicha hisobiy qarshiligi:

$$R_{wz} = 0,45 R_{wm}; \quad (7.11)$$

Nazorat savollari:

1. Fermalarning turlari va shakllari.
2. Qaysi shaklli fermalar ustunlar bilan faqat sharnir orqali biriktiriladi?
3. Qaysi shaklli fermalar eng tejamli deb hisoblanadi?
4. Ferma elementlarida hosil bo‘ladigan hisobiy kuchlar qanday topiladi?
5. Ferma elementlarini hisoblash tartibi.

3-qism. TEMIR-BETON KONSTRUKSIYALARI

8-bob. BETON VA ARMATURANING FIZIK-MEXANIK XOSSALARI

8.1. Temir-beton konstruksiyalar haqida umumiy ma'lumotlar

Juda qadim zamonlardan beri bizning o'lkalarda sinchli imoratlar qurib kelingan, ularning asosi yog'och materiali bo'lgan va bu binolar zilzila ta'siriga bardoshli ekani ko'p marotaba tasdiqlangan. Fan va texnika taraqqiy etib binokorlikda metall, temir-beton singari progressiv qurilish materiallarining paydo bo'lishi binolarning «sinchi», ya'ni karkasida o'z aksini topdi. Endilikda binolar yog'och sinchlardan emas, balki po'lat va temir-beton karkaslardan tiklanmoqda.

Yangi materiallarning fizik-mexanik xossalari, qo'llanish imkoniyatlari yog'och materiallardan tubdan farq qilganidan, bulardan ishlanadigan binolarning konstruktiv loyihalari ham avvalgilaridan farq qiladi. Bino va inshootlarning konstruksiyalari uchun uzoq muddatga chidamli, olovbardosh va iqtisodiy jihatdan tejamli xomashyo turi qabul qilinadi.

Beton qurilish materiallari ichida eng ko'p qo'llaniladi. U qurilish zaruriyati uchun yaratilgan, faqat qurilish uchun ishlab chiqarilgan. Beton narxi boshqa materiallarga nisbatan ancha arzon. Zero, uning mexanik xususiyati po'latnikiga qaraganda ancha farq qilsa-da, ularning afzalligini solishtirib bo'lmaydi. Bunday holatda betonga teng keladigan material yo'q. U hamma joyda yetarli, ya'ni uning tarkibiga hamma yerda mavjud bo'lgan materiallar kiradi. Yana bir ma'qul bo'lgan tomoni shundan iboratki, beton mustahkamligi yildan-yilga ortib boradi. Bu xususiyat temir-beton konstruksiyalari uzoq davrga chidamli ekanligini ko'rsatadi. Betonning arxitektura va konstruktiv imkoniyatlari haqida gapirmasa ham bo'ladi. Temir-beton 1850-yilda fransuz muhandisi Lambo tomonidan kashf etilgan. Dastlabki arma-

turalangan konstruksiyalar Fransiya (Lambo, Kuan'e, Mon'elar tomonidan), Angliya (Uilkinson), AQSH (Giatt)da tayyorlangan va qurilish amaliyotida qo'llanilgan.

Temir-beton konstruksiyalarni hisoblashning nazariy asoslari va loyihalashga Konsider, Gennebik (Fransiya), Kyonen, Myorsh (Germaniya)lar asos solgan.

O'tgan asr davomida Freysine (Fransiya), Xoyer (Germaniya) N.A. Beleyubskiy, A.F. Loleyt, A.A. Gvozdev, P.L. Pasternak, V.I. Murashev, S.S. Davidov (Rossiya), A.B. Ashrakov, B.A. Asqarov, R.Q. Mamajonov, A.A. Ashrakov, Sh.R. Nizomov (O'zbekiston) va boshqa olimlar o'tkazgan tadqiqotlar yuk ko'taruvchi temir-beton konstruksiyalarni hisoblash usullari va ularni amalda ishlatishning taraqqiy etishiga imkoniyat yaratdi. Bugungi kunda qurilishning barcha sohalarida temir-beton keng ishlatilmoqda.

Beton qurilish materiallari ichida eng ko'p ishlatilishiga sabab mustahkamligining yuqoriligi, beton narxi boshqa materiallarga nisbatan ancha arzon, u hamma joyda yetarli, ya'ni uning tarkibiga hamma yerda mavjud bo'lgan materiallar kiradi. Beton mustahkamligi yildan-yilga ortib boradi, bu xususiyat temir-beton konstruksiyalari uzoq davrga chidamli ekanligini ko'rsatadi, beton istalgan arxitektura va konstruktiv shakllarni qabul qiladi.

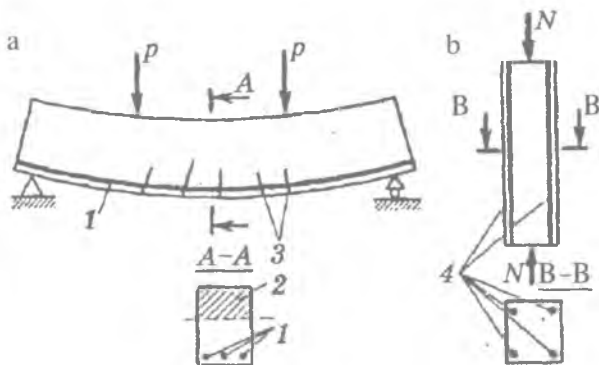
Beton anizotrop material bo'lib, uning mustahkamligi quyidagi omillarga bog'liq: tarkibi, bog'lovchi va to'ldiruvchining turi, suv va sementning nisbati (W/C), tayyorlash usuli, qotish sharoiti, betonning yoshi, namunalarning shakli va o'lchamlari, kuch ta'sirining davomiyligi kabilardan iborat.

Beton va armaturaning birga ishlashiga sharoit yaratgan sabablar:

- beton qotish jarayonida hajmiy qisqarishi, sementning yelimlanishi, armatura yuzasining davriyligi hisobiga tishlanadi;
- zich beton armaturani zanglash va yong'indan saqlaydi;

– po‘lat armatura bilan betonning temperatura ta‘sirida chiziqli kengayishi koeffitsientlari bir-biriga juda yaqin.

Beton siqilishga yaxshi, cho‘zilishga sust qarshilik ko‘rsatganligi sababli, armaturasiz to‘sin ko‘p yuk ko‘tara olmaydi. Agar to‘sinning cho‘zilish qismiga armatura joylansa, to‘sinning yuk ko‘tarish qobiliyati, taxminan 20 marotabaga ortadi, sabab armatura cho‘zilish qismidagi cho‘zuvchi kuchlarini o‘ziga qabul qilgan holda siqilish qismidagi betonning ishlashiga sharoit yaratadi. Po‘lat siqilish va cho‘zilishga ham yaxshi qarshilik ko‘rsatganligi uchun siqilishga ishlaydigan temir-beton konstruksiyalar kesim yuzasini kichraytiradi va yuk ko‘tarish qobiliyatini oshiradi (8.1-rasm).



8.1-rasm. Temir-beton elementlarda asosiy armaturani joylashtirish:
 1 — ishchi armatura; 2 — betonning siqilish qismi; 3 — yoriqlar;
 4 — siqilgan armatura

Temir-beton konstruksiyalari uchun ishlatiladigan beton kerakli mustahkamlikka, armatura bilan yopishishga, yetarli zichlikka, armaturani zanglashdan asray olish xususiyatiga ega bo‘lishi kerak.

Garchi beton bir xil jisimli bo‘lmasa-da, oldindan uning mustahkamligini, deformatsiyasi va fizik xususiyatlarini belgilab qo‘yish mumkin.

Betonning mustahkamligi deganda, uning cho‘zilish va siqilishdagi me‘yoriy va hisobiy qarshiligi shu bilan birga beton bilan armaturaning tishlanishi (stsepleniya) tushuniladi.

Betonning deformativ xususiyati deganda, uning yuk ostida siqilishi va cho‘zilishi, tobtashlashi, cho‘kishi, ma‘lum harorat va namlik ta‘sirida hajmining o‘zgarishiga aytiladi.

Betonning suv o‘tkazmasligi, sovuqqa chidamliligi, yemirilishga bardoshliligi, issiq va tovush o‘tkazmasligi, ishqor ta‘siriga chidamliligi uning fizik xususiyatlari hisoblanadi.

Inshootlardan qanday maqsadlarda foydalanishlariga qarab betonlar: konstruksion va maxsus beton turlariga bo‘linadi.

Zichligiga qarab, betonlar quyidagicha tavsiflanadi: o‘ta og‘ir, og‘ir, yengillashtirilgan va yengil.

Konstruksiyaning afzalliklari: mustahkam, uzoqqa chidamli, olovbardosh, zilzilabardosh, mahalliy xomashyolardan foydalanish imkoniyati, konstruksiyaga istalgan shakl berish imkoniyati, mustahkamligining yildan-yilga ortib borishi.

Konstruksiyaning nuqsonlari: vaznining og‘irligi, issiq va tovush o‘tkazishi, mustahkamlash va tuzatishning qiyinligi, yoriq paydo bo‘lishi.

Temir-beton konstruksiyalarning ishlatilish sohalari: sanoat, ma‘muriy va turar-joy binolari, ko‘priklar, tunellar, maxsus inshootlar, gidrotexnik inshootlar, fazoviy konstruksiyalar va boshqalar.

Nazorat savollari:

1. Qurilish sanoatida temir-beton konstruksiyalarining keng miqyosda ishlatilishiga sabab nima?

2. Betonning mustahkamligi qanday omillarga bog‘liq?

3. Beton va temir-beton to‘sinning yuk ostida ishlash tartibini izohlab bering.

4. Siqilishga ishlaydigan temir-beton konstruksiyalarni kesim yuzalariga armatura o‘rnatishdan maqsad nima?

5. Beton va armaturaning birga ishlashiga sharoit yaratgan sabablar to'g'risida ma'lumot bering.
6. Temir-beton konstruksiyalarning afzalliklari.
7. Temir-beton konstruksiyalarning nuqsonlari.
8. Temir-beton konstruksiyalarning ishlatilish sohalari.

8.2. Betonning fizik-mexanik xossalari

Betonning tarkibi uning mustahkamligi va deformativ xususiyatiga ta'sir ko'rsatuvchi asosiy omil hisoblanadi. Bu masalani tushunish uchun beton qotishida hosil bo'ladigan fizik-kimyoviy jarayonni ko'rib chiqamiz. Beton tarkibi: sement, suv, qum va shag'aldan iborat. Suv sement bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib yopishqoq massa hosil qiladi. Beton qorishmasini aralashtirish natijasida suvda erigan sement gel kristallari, qum-shag'al kristallarini birlashtiradi. Qotayotgan gel erigan sement, qum-shag'al kristallari bilan o'zaro birikib monolit qattiq betonga aylanadi.

Beton qorishmasi tayyorlashdagi suv miqdori beton tarkibi va mustahkamligiga ta'sir etuvchi asosiy omil hisoblanadi. Suv sement bilan kimyoviy birikishi uchun $W/C = 0,2$ bo'lishi yetarli, bunda W/C – suv miqdorining sement miqdoriga nisbati. Ammo beton qorishmasini harakatchanroq bo'lishi va yuzaga yaxshi yotishi uchun suv me'yorida ko'proq quyiladi, ya'ni $W/C = 0,5-0,6$ harakatchan qorishma; $W/C = 0,3-0,4$ qattiq qorishma. Beton tarkibidagi ortiqcha suv qotish jarayonida bug'lanadi va beton tanasida pufakchalar va kapillyarlar hosil qiladi. Bu g'ovaklar suv yoki havo bilan to'lgan bo'ladi. Bu betonning sifatiga ta'sir qilib, mustahkamligini kamaytiradi va deformatsiyasini oshiradi. Sement toshdagi g'ovaklarning umumiy hajmi 25–40% ni tashkil etadi (normal sharoitda qotganda). W/C kamayishi bilan sement toshdagi g'ovaklar ham kamayadi, natijada betonning mustahkamligi ortadi. Shuning uchun temir-beton ishlab chiqaradigan korxonalarda, asosan, qattiq beton qorishmasidan foydalaniladi.

Shunday qilib, beton tarkibi qum va shag'aldan hamda sement toshidan fazoviy panjara ko'rinishida tashkil bo'lgan va kimyoviy jihatdan bog'lanmagan suv, suv bug'i hamda havodan iborat bo'ladi. Fizik jihatdan beton 3 fazadan, ya'ni qattiq, suyuq va gaz ko'rinishidagi material sifatida tasavvur etiladi. Sement toshining tarkibi ham bir xilda emas, ya'ni butun qorishmani tashkil etuvchi qayishqoq kristall o'simtalardan va yopishqoq massa geldan iborat. Sement toshining elastik va yopishqoqlik holati uning elastik va plastik xususiyatlariga ajratadi. Bu xususiyat betonni yuk ostida va uni tashqi muhit bilan bo'lgan ta'sirida yaqqol namoyon bo'ladi. Bundan ko'rinadiki, bir jinsli bo'lmagan jismda tashqi kuchlar (tashqi yuk, atrof-muhit va b.) ta'sirida beton murakkab ichki kuchlanish holatida bo'ladi.

Hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan beton mustahkamligi nazariyasida uning tarkibi (strukturasi) e'tiborga olinmaydi. Betonning mustahkamligi uning tarkibiga bog'liqligi masalasi shu vaqtgacha o'z yechimini to'liq topgani yo'q. Bu masalaning yechimi Markaziy Osiyo iqlim sharoitida tayyorlanadigan va shu sharoitda ishlatiladigan betonlar uchun juda muhim ahamiyat kasb etadi. Chunki beton quruq issiq iqlim sharoitida issiqlik va namlikning doimiy ravishda o'zgarib turishi natijasida (tashqi kuch ta'siridan tashqari) qo'shimcha ichki kuchlar ta'sirida ichki kuchlanish holatida bo'ladi. Bu holat konstruksiyani hisoblash va loyihalash ishlarida yetarli darajada e'tiborga olinmaydi. Shu kungacha betonning mustahkamligi va deformatsiyasi haqidagi ma'lumot faqat beton namunalarini sinash natijalari orqali aniqlanadi. Bunda betonning fizik va mexanik xossalarning o'rtacha qiymatlari aniqlanadi va ular temirbeton konstruksiyalarni loyihalash uchun hozirgi kunda asos qilib olingan.

Betonning mustahkamligi

Betonning mustahkamligi betonning eng muhim xarakteristikalaridan biri bo'lib, bu uning siqilishidagi mustahkamligidir.

Yaqin yillargacha etalon sifatida betonning siqilishdagi mustahkamligini ifodalovchi betonning markasi degan ko'rsatkich qabul qilingan edi. Hozirgi kunda esa betonning sinfi degan ibora ishlatiladi. Betonning sinfi bilan markasi o'rtasidagi farq qabul qilindigan qarshilik miqdorining ta'minlanishi bilan ifodalanadi.

Betonning markasi uchun qarshilikning ta'minlanishi 50 foizni tashkil etadi (qarshilikning o'rtacha statistik miqdori), betonning sinfi uchun esa bu ko'rsatkich 95 foizni tashkil qiladi. Buning uchun siqilayotgan beton namunada buzilish holatini ko'rib chiqamiz. Bu g'ayritabiiy tuyilishi mumkin, lekin buzilish cho'zish chog'ida mustahkamlik zaxirasining tugashi bilan bog'liq, siqish bilan emas. Cho'zishdagi mustahkamlik faqat uning ko'ndalang yo'nalishidagi kesim yuzasiga bog'liq. Betondagi har bir g'ovak va bo'shliq bir xil materialdagi teshik sifatida qaralishi mumkin, ya'ni uning atrofida kuchlanish paydo bo'ladi. Kuch ta'siriga perpendikulyar ravishda deformatsiya yuzaga keladi, shu asosda yon atrofga yo'nalgan kengayish kuchlanishi paydo bo'ladi. Aynan ana shu kuch maydoni siqilayotgan element taqdirini hal qiladi, dastlab ichki mikro yoriqlar paydo bo'ladi, ular bosimning ortishi bilan bir-biriga qo'shilishi natijasida ko'zga ko'rinadigan yoriqlar hosil qiladi va oqibatda beton sinadi.

Temir-beton konstruksiyalarda beton asosan siqilishdagi kuchlanishni qabul qilish uchun ishlatiladi. Shuning uchun betonning mustahkamligi va deformativ xususiyati uning o'qi bo'ylab siqilishdagi mustahkamligi qabul qilingan. Qolgan mustahkamliklari (cho'zilishga, mahalliy siqilishga, kesilishga va boshqa) va deformatsiya moduli betonning siqilishiga bog'liq va tajribalar asosida olingan koeffitsientlar yordamida empirik formula bilan hisoblaniladi.

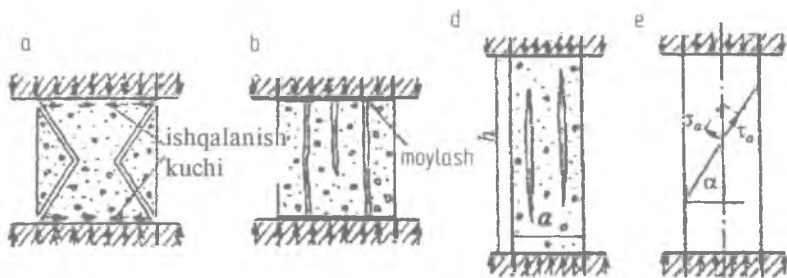
Betonning kub mustahkamligi

Konstruksiyalarda beton mustahkamligi beton kubini press yordamida siqish orqali sindirib sinaladi. Standart sifatida

15x15x15 sm hajmdagi namuna qabul qilinadi, ularni 20–2°C haroratda va havoning nisbiy namligi 95 foizdan kam bo'lmagan sharoitda beton 28 sutkadan so'ng sinaladi.

Etalon kublarning vaqtinchalik qarshiligi — σ_u beton kubining mustahkamligi hisoblanadi.

Beton mustahkamligiga namunalarning shakli va hajmi ta'sir qiladi: kub o'lchamlari qanchalik kichik bo'lsa, uning mustahkamligi shunchalik katta bo'ladi. Shunday qilib, kublarning siqishga bo'lgan qarshiligi o'lchami 10 sm uchun 10 foizdan ortiq, 20 sm uchun esa 7 foizdan kam, etalon kubga nisbatan. Bunda har xil o'lchamdagi siqilgan namunalarning qarshiligi bir xil emasligiga sabab — ishqalanish kuchi, bu namuna cheti bilan press tayanch plitasi o'rtasida ro'y beradi. Namuna ichiga yo'nalgan bu ishqalanish kuchlari kubning bo'ylama deformatsiyasiga to'sqinlik qiladi (bu bilan namuna mustahkamligi oshadi). Ishqalanish kuchining ta'siri chet qismidan uzoqlashgan sayin kamayadi, shuning uchun kub 2 ta kesik piramida shaklida sinadi.



8.2-rasm. Beton kub va prizmani yuk ostida sinash tartibi

Agar kubni siqishda ishqalanish kuchini moylash orqali yo'q qilinsa, bo'ylama deformatsiya namoyon bo'ladi, ya'ni yoriqlar vertikal ketadi. Bunda betonning vaqtinchalik qarshiligi ikki marotabagacha kamayadi. Standart talabiga ko'ra kublar moylanmay sinaladi.

Betonning prizma mustahkamligi

Temir-beton konstruksiyalarning shakli kublardan farq qiladi. Shuning uchun ularning mustahkamligini kubik mustahkamligidan aniqlab bo'lmaydi. Konstruksiyalardagi betonning kuchlanish holati prizma kuchlanishiga mos keladi, chunki konstruksiyaning shakli prizmaning shakliga mos keladi. Shuning uchun konstruksiyalarni hisoblashda betonni siqishga bo'lgan mustahkamligi deb beton prizmani siqishdagi vaqtinchalik qarshiligi σ qabul qilingan. Prizmalı namunalarda ishqalanish kuchining ta'siri kamligi, lekin bir xil kesim yuzasi bo'lgani uchun siqilishdagi mustahkamligi kubik mustahkamligiga nisbatan kam. Betonning prizma mustahkamligi kubik mustahkamligining 72–77 foizini tashkil etadi.

Agar prizma balandligi «h» va «a» tomonlariga nisbati 3–4 ga teng bo'lganda σ_{bu} bu qiymati doimiy saqlanadi, boshqacha qilib aytganda, bo'ylama deformatsiya rivojiga ishqalanish kuchining ta'siri kam bo'ladi. Bunda beton namunasining egiluvchanligiga ta'siri bilinmaydi, faqat $\frac{h}{a} \geq 8$ bo'lgandagina bilinadi. O'rtacha

prizma mustahkamligi taxminan $\sigma_{bu} \approx 0,75\sigma_b$ ga teng. Prizma mustahkamligi deganda balandligi «h»ning «a» tomonlarga nisbati 4 ga teng bo'lgandagi siqilayotgan prizmaning vaqtinchalik qarshiligi qabul qilingan. O'lchamlari 15x15x60 sm kattalikdagi prizma standart sifatida qabul qilingan.

Betonning cho'zishdagi mustahkamligi sement toshini cho'zishga bo'lgan mustahkamligiga va uni to'ldiruvchilar bilan qanday bog'lanishiga bog'liq. Ma'lumki, betonning cho'zilishdagi mustahkamligi siqilishdagi mustahkamligiga qaraganda 10–20 barobar kam. Betonning cho'zilishdagi mustahkamligi ko'pgina inshootlarda (masalan, gidrotexnika inshootlarida) beton mustahkamligining asosiy ko'rsatkichi hisoblanadi. Cho'zish kuchini aniqlashdagi qiyinchilik sinalayotgan (namunaning

geometrik o'qining fizik o'qi bilan to'g'ri kelishi) betonning mustahkamlik chegarasini topish qiyin, shuning uchun amalda uni bilvosita yo'llar bilan aniqlanadi, ya'ni silindr namunalarini sindirish (raskalovat) yo'li bilan aniqlanadi. Betonning cho'zishdagi chegaraviy mustahkamligi (MPa) quyidagi empirik formula bilan aniqlanadi:

$$R_{br} = 0.233\sqrt[3]{R^2}$$

yoki kubik namunalar uchun

$$R_{br} = 0.5\sqrt[3]{R^2}$$

Betonning siqishga bo'lgan mustahkamligi ortishi, uning cho'zilishga bo'lgan mustahkamligi siqishga bo'lgan mustahkamligiga nisbatan kam. Masalan:

agar $\sigma \approx 0.1 \sigma_{bu}$, bunda $\sigma_{bu} \approx 10$ MPa; lekin $\sigma_{bt,u} = 0,05 \sigma_{bu}$, bunda $\sigma_{bu} = 50$ MPa teng

Betonning deformatsiyasi

Betonning deformatsiyasi 2 guruhga – betonga kuch ta'sir etmagan va etgan holatdagi deformatsiyalarga bo'linadi. Kuch ta'sir etmagan holatdagi hajmiy deformatsiya betonni kirishishda yoki atrof-muhit ta'sirida issiqlik va namlikning o'zgarishi natijasida paydo bo'lib, vaqt davomida rivojlanib boradi. Tashqaridan ta'sir etadigan yuklar kuch deformatsiyasini hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Yuqorida aytilgandek, beton elastik-plastik material hisoblanadi. Beton kichik kuchlanishda ham elastik deformatsiya (tiklash) holatidan tashqari, unda noelastik (plastik) deformatsiya holati ham mavjud bo'ladi.

Kuch deformatsiyasi uch turga bo'linadi:

- qisqa muddatli yukni bir marotaba yuklashda;
- uzoq muddatli yuk ta'sirida;
- ko'p karrali yuk ta'sirida;

Deformatsiya nazariyasiga ko'ra betonning nisbiy deformatsiyasi, bu betonning absolyut uzayishi (yoki qisqarishi)ni, dastlabki holatidagi o'lchamiga nisbati tushuniladi. Betonning mu-

him xossalaridan biri uning hajmiy o'zgarishidir. Beton hajmiy o'zgarishiga olib keladigan sabablardan biri kirishishdir (usadka). Kirishish — betonning tabiiy holda qotishishidagi hajmining kichrayishiga aytiladi. Betonning kichrayishiga qotayotgan sement gel hajmining kichrayishi va ortiqcha suvning beton tanasidan chiqishi sabab bo'ladi. Kirishish beton yoshiga, sement miqdoriga, tayyorlash texnologiyasiga, elementning kesim yuzasi va shakliga bog'liq. U dastlabki kunlari juda tez kechadi, keyinchalik asta-sekin kamayadi. Betonda sement va suv miqdori qancha ko'p bo'lsa hamda atrof-muhit namligi qancha past bo'lsa, kirishish shuncha ko'p bo'ladi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, kirishish deformatsiyasi quruq issiq iqlimli mintaqalarda namli mintaqalarga qaraganda 1,5...2 barobar va undan ko'proq bo'ladi. Ma'lumotlarga ko'ra betonning kirishishi $\epsilon_{sh} = (30...50) \times 10^{-5}$ gacha bo'lishi mumkin. Bu degani 1 m uzunlikda 0,3...0,5 mm gacha qisqarishi mumkin. Bunday deformatsiya bir qarashda kamdek ko'rinadi, lekin u qurilishda o'zining sezilarli ta'sirini ko'rsatadi. Umuman shuni ta'kidlash joizki, qurilish konstruksiyalarida deformatsiya miqdorini juda kichik konstruktiv elementlar deformatsiya miqdoriga nisbatan taqqoslab bo'lmaydi.

Temir-beton konstruksiyalaridagi armatura kirishishni ikki martadan ortiq kamaytiradi. Bunga sabab shuki, armatura ko'proq elastiklik moduliga ega va u beton bilan birikib uni erkin deformatsiyalanishiga yo'l qo'ymaydi. Kirishish betonni armatura bilan yanada mahkam tishlashishiga (ssepleniye) sabab bo'ladi, bu albatta ijobiy holdir, ammo betonning turli qatlamlarini har xildagi kirishuvi (yuqori qismida ko'proq, ichki qismida kamroq) ichki kuchlanishni yuzaga keltiradi (ichki qatlamlar ustki qatlamining erkin deformatsiyalanishiga qarshilik qiladi, natijada yuzadagi qatlamlarda tortishish kuchi yuzaga keladi). Bu kuchlanishlar betonda mikrobuzilishga olib kelishi mumkin. Mikrobuzilishlar asosan to'ldiruvchi bilan

sement toshi bog‘langan sirtlarda paydo bo‘ladi, bunday holatning bo‘lmagani ma’qul. Shuni ta’kidlash joizki, hajmi katta bo‘lgan konstruksiyalarda kirishish ta’siri ancha sezilarli bo‘ladi.

Betonning suvda qotayotganda hajm jihatdan kengayishi shishish deyiladi. Shishganda beton deformatsiyasining qiymati kichrayishga qaraganda 2–5 marta kam, ya’ni shishishning o‘rtacha qiymati 0,10 mm/m ga teng. Betonning harorat ta’siridagi deformatsiyasi alohida ahamiyatga ega.

Harorat deformatsiyasi va kuchlanishini hisoblash uchun betonning chiziqli kengayish koeffitsientidan foydalaniladi, uning qiymati tajriba ma’lumotlariga ko‘ra -40°C dan $+50^{\circ}\text{C}$ gacha bo‘lgan haroratda o‘rtacha $\alpha_t = (0,7\dots 1) \cdot 10^{-5}$ 1/grad tashkil etadi. (Harorat 1°C o‘zgarganda beton deformatsiyasi 0,01 mm/m ni tashkil etadi. Bu koeffitsientning qiymati to‘ldirg‘ichning turiga, beton qorishmasining tarkibiga, atrof-muhitning issiqlikligi va namliligiga, betonning yoshi va o‘lchamlariga bog‘liq. Betonning deformatsiyasi prizmani siqish yo‘li bilan aniqlanadi. Agar prizma bosqichma-bosqich yuklansa va bunda har bir bosqich deformatsiya ikki martadan o‘lchansa (yuk qo‘yilganda va ma’lum muddatdan so‘ng), kuchlaninish – deformatsiyalanish « $\sigma_b - \varepsilon_b$ » diagrammasida pog‘onali chiziq hosil bo‘ladi. Yuk qo‘yilishi bilan o‘lchangan deformatsiya elastik va u kuchlanishga to‘g‘ri proporsional, yuk ostida ushlab turilgan vaqtda rivojlangan deformatsiya plastik deformatsiya bo‘ladi.

Elastik deformatsiya namunani tez yuklanganda hosil bo‘ladi. Yuklash tezligini kamaytirish yoki namunani yuk ostida uzoq vaqt ushlab turish, plastik deformatsiyaning o‘shishiga sabab bo‘ladi. To‘liq deformatsiya elastik – ε_e va plastik $-\varepsilon_{pl}$ deformatsiyaning yig‘indisi $\varepsilon_b = \varepsilon_e + \varepsilon_{pl}$ ga teng bo‘ladi. Yuklash bosqichlari ortib borganda « $\sigma_b - \varepsilon_b$ » grafigi egri chiziqdan iborat bo‘ladi. Ma’lum bosqichdagi kuchlanishni nolgacha tushirilganda namunadagi qoldiq plastik deformatsiya hosil bo‘ladi, u vaqt

o'tishi bilan qisman tiklanadi (taxminan 10%). Bu holat elastik qoldiq deformatsiyasi — ε_{er} deyiladi. Shunday qilib deformatsiya qiymati kuchlanish miqdoriga va yukning ta'sir vaqtiga bog'liq. Tajribadan kelib chiqdan holda, kuchlanish-deformatsiya orasidagi bog'liqlikni ($\sigma_b \leq \sigma_{bu}$) Guk qonuniga asosan, betonning modul elastikligi (uprugost) E_b bilan belgilash mumkin.

$$E_b = tg \alpha_0 = \sigma_b / \varepsilon_b$$

Elastiklik moduli beton mustahkamligiga bog'liq bo'lib $\sigma_b > 0,3 \sigma_{bu}$ bo'lganda, plastik deformatsiya yuqori qiymatga ega bo'ladi. Hisoblashda o'rtacha modul yoki uprugoplastik modul deformatsiyasidan foydalaniladi. Bu tangens burchagidan iborat bo'lib, to'la deformatsiya egri chizig'idagi berilgan nuqta bilan kesishgan joydan o'tgan

$$E_{b,pe} = tg \alpha_1 = \sigma_b / \varepsilon_b$$

to'g'ri chiziqdir. Betondagi kuchlanish elastik va to'liq deformatsiya orqali ifodalansa quyidagi kelib chiqadi:

$$\sigma_b = \varepsilon_b E_b = \varepsilon_b E_{b,pe} \text{ bundan}$$

$$E_{b,pe} = \varepsilon_e / \varepsilon_b E_b = \nu E_b$$

Bunda ν beton siqilgandagi elastik-plastik holatini aniqlaydigan koeffitsient. Uning qiymati $\nu = 1 - 0,45$ bo'ladi, agar qisqa muddatli yuk ta'sirida bo'lganda; $\nu = 0,1 - 0,15$ bo'ladi agar uzoq muddatli yuk ta'siri ostida bo'lsa. Beton cho'zilganda elastik-plastiklik moduli:

$$E_{b,pl} = \nu_t E_b$$

Bunda ν_t — cho'zilganda betonning elastik plastik holatini aniqlovchi koeffitsient $\sigma_{bt} = \sigma_{bt}$, u bo'lganda tajriba ma'lumotlariga ko'ra $\nu_t = 0,5$ ga teng bo'ladi. Elastiklik moduli betonning sinfi ortishi bilan ortib boradi.

Xulosa qilib aytganda, betonning deformatsiyasi, bir tomondan betonning tarkibiga, mustahkamligi va zichligiga, to'ldirgich va sementning elastik-plastik xossalariga, ikkinchi tomondan esa

kuchlanish holatlariga, yukning qiymati va davomiyligiga hamda iqlim sharoitiga bog'liqdir.

Betonning sinfi va markalari

Beton va temir-beton konstruksiyalarni loyihalashda ishlatilish sohasi va joyiga qarab sifat ko'rsatkichi sifatida betonning sinflari va markalari o'rnatilgan. Beton mustahkamlik bo'yicha quyidagi sinflarga bo'linadi: markaziy siqilish bo'yicha — B va markaziy cho'zilish bo'yicha — Bt.

Betonlar fizik xususiyatlariga ko'ra quyidagi markalarga bo'linadi: sovuqbardoshlik bo'yicha — F, suv o'tkazmaslik bo'yicha — W, zichlik bo'yicha — D.

Betonning siqilishdagi mustahkamlik bo'yicha sinflari quyidagicha o'rnatilgan: B7,5, B10, B12,5, B15, B20, B25, B30, B35, B40, B45, B50, B55, B60.

Betonning cho'zilishdagi mustahkamlik bo'yicha sinflari quyidagicha o'rnatilgan: Bt0,8, Bt1,2, Bt1,6, Bt2, Bt2,4, Bt2,8, Bt3,2.

Betonning siqilishdagi mustahkamlik bo'yicha sinflari qirralari 15x15x15 sm bo'lgan beton kublarni 28 sutka 20+2C haroratda va muhitning nisbiy namligi 80–90% bo'lgan sharoitda saqlab va sinash natijalariga ko'ra o'rnatiladi.

Betonning sinfi konstruksiyaning belgilanishi va uning ishlatilish sharoitlariga qarab, texnik-iqtisodiy mulohazalarga ko'ra tanlanadi.

Betonning sovuqbardoshlik bo'yicha markasi suvga to'yingan beton kubning navbatma-navbat muzlash va erish sikllarining miqdori bilan o'rnatiladi.

Og'ir betonlar uchun quyidagi markalar o'rnatilgan:

F50, F75, F100, F150, F200, F300, F400, F500.

Betonning suv o'tkazmaslik bo'yicha markasi suvning shunday bosimiga to'g'ri keladiki, bu bosimda suvning beton namunalar orqali sizib o'tishi kuzatilmaydi. Betonlar uchun suv o'tkazmaslik bo'yicha quyidagi markalar o'rnatilgan:

W2, W4, W6, W8, W10, W12.

Betonning zichlik bo'yicha markasi betonning quritilgan holdagi o'rtacha zichligiga mos keladi va kg/m^3 da o'lchanadi.

Yengil betonlar uchun D800–D1800, yengillashtirilgan betonlar uchun D1900–D2200, og'ir betonlar uchun D2300–D2500 o'rnatilgan.

Nazorat savollari:

1. Betonning tarkibi.
2. Betonning kub mustahkamligi.
3. Betonning prizma mustahkamligi.
4. Betonning sinflari to'g'risida.
5. Betonning markalari.

8.3. Armaturaning fizik-mexanik xossalari

Po'lat sterjenli armatura hisoblash yo'li bilan hamda konstruktiv yoki ishlab chiqarish talablari asosida betonga joylashtiriladi. Armatura temir-beton konstruksiyalarida cho'ziluvchi kuchni qabul qilish va betonning siqilgan qismini kuchaytirish uchun qo'llaniladi. Armaturalar ishlatilishiga ko'ra: ishchi, konstruktiv, montaj armaturalariga bo'linadi. Ishchi armatura hisoblash yo'li bilan aniqlanadi (cho'ziluvchi yoki siqiluvchi kuchini qabul qilish uchun). Montaj armaturasi ishchi armaturani loyihada ko'rsatilgan holatdagi joyini belgilash uchun, karkas bilan birlashtirish uchun qo'yiladi. Betonda hisobda e'tiborga olinmagan kirishish va tobtashlash hamda temperaturaning o'zgarish kuchini hisobga olish uchun konstruktiv (yoki taqsimlovchi) armatura armaturalar o'rtasida kuchlanishni bir xil taqsimlash uchun qo'yiladi. Ishchi va konstruktiv armatura montaj armatura vazifasini ham bajarishi mumkin.

Temirbeton konstruksiyalarida qo'llaniladigan armaturalar quyidagi xususiyatlari bilan farqlanadi:

– tayyorlash texnologiyasiga ko'ra qizdirib prokatlangan va sovuqlayin cho'zilgan;

- yuza shakli silliq va davriy profili;
- qo'llash usuli oddiy va zo'riqtirilgan.

Shuni alohida ta'kidlash joizki, temir-beton konstruksiyalarida davriy profili sterjenli armaturalar keng qo'llaniladi. Davriy profili armaturani 1889-yilda F. Ransen (AQSH) ixtiro qildi. Armatura sirtining davriy profili shakli (ya'ni uning g'adir-budurli) uning beton bilan yopishuvini yanada oshiradi, bu esa o'z navbatida, beton cho'zilishga ishlaganida, yoriqlarning kengayishini kamaytiradi, armaturani betondagi mustahkamlashi bo'yicha maxsus choralar ko'rishdan xalos etadi. Sterjenli va simli armaturalar egiluvchan armatura deyiladi. Ayrim hollarda egiluvchi armaturadan tashqari egilmaydigan bikr yuk ko'taruvchi armaturalardan ham foydalaniladi (shveller, qo'shtavr va b).

Armatura po'latlari mexanik xususiyatlariga ko'ra yumshoq yoki qattiq bo'ladi. Yumshoq po'lat plastik va ma'lum darajada (25% gacha) uzayish xususiyatiga ega. Ma'lumki, po'latning asosiy fizik-mexanik xossalari armaturani cho'zishga sinash jarayonida olinadigan «kuchlanish-deformatsiya» σ_s - ε_s diagrammasidan aniqlanadi.

Yumshoq po'lat uchun kuchlanish va deformatsiya orasidagi chiziqli va oqish chegarasining aniqligi o'ziga xosdir. Oquvchanlik chegarasi uchun qo'llaniladigan kuchlanishi — σ_u bunday holatda namunada kuchlanishni oshirmay turgan holda deformatsiya ortadi. Uzilishdagi vaqtinchalik qarshilik — σ_u namuna uzilishiga olib keladigan kuchlanish. Yumshoq po'latning oquvchanlik chegarasi $\sigma_u = 200-400$ MPa, vaqtinchalik qarshiligi esa $\sigma_u = 380-600$ MPa ga teng.

Armaturaning mustahkamligini oshirish va uzilishdagi uzayishini kamaytirish uchun o'tda toblash yoki mexanik ishlov berish yoki tarkibiga marganets, kremniy, xrom va boshqa qo'shimchalar qo'shish orqali erishiladi.

Armatura po'latini o'tda toblash, ya'ni termik mustahkamlash qizdirish ($800-900^\circ\text{C}$ gacha qizdirish va moyda tez sovitish)

va yana qisman qizdirish (300–400°C gacha qizdirish va asta sovitish) orqali bajariladi. Termik toblangan po‘latlarda shartli oqish chegarasi plastik zona tarafiga qarab asta-sekin yuqoriga ko‘tariladi. Xuddi shunday holat « σ_s - ε_s » diagramma yuqori aralashmali (yuqori ishlov berilgan) armatura po‘latlari uchun ham xosdir. Bunday po‘latlarda aniq ko‘rinadigan oqish maydonchasi yo‘q. Ular uchun oquvchanlikning shartli chegarasi kuchlanish $\sigma_{0,2}$ deb belgilanadi, bunda qoldik deformatsiya 0,2% ga teng. Bunda po‘latning uzilishdagi uzayishi shartli oquvchanlik chegarasida uzayishi 8% ni tashkil etadi:

$$\sigma_{0,2} = 600 \dots 1000 \text{ MPa}; \sigma_u = 900 \dots 1200 \text{ MPa}.$$

Po‘latning mexanik usulda mustahkamligini oshirish uchun (sovuq holda cho‘zish) ichki kristall to‘r tuzilishi holatining o‘zgarishiga bog‘liq bo‘ladi. Po‘latni σ_k – kuchlanishgacha uzaytirilganda, σ_u dan ortishi proportsionallik chegarasining ko‘tarilishiga olib keladi. Takroriy cho‘zishda kuchlanishning yangi oqish chegarasi sun‘iy ravishda orttirilgandek bo‘lib qoladi. Natijada, mustahkamligi oshirilgan oddiy sim armatura olinadi. Ko‘p karrali cho‘zish po‘latning mexanik mustahkamligini oshirishning boshqa turi hisoblanadi, ya‘ni unda « σ_s - ε_s » nisbati uzilishgacha chiziqli bo‘lib qoladi, bunda mustahkamlik chegarasi anchaga uzayadi. Bunday texnologiya asosida mustahkamligi yuqori bo‘lgan armaturali sim olinadi. Qattiq po‘latlarning eng ko‘p uzayishi 4–6% ni tashkil etadi, oddiy armaturalar uchun $\sigma_u = 380 \dots 550$ MPa bo‘lsa, yuqori mustahkam armatura uchun esa $\sigma_u = 1300 \dots 1900$ MPa tashkil etadi.

Armaturalarning elastiklik xususiyati elastik moduli bilan xarakterlanadi va u 0,15 dan 0,4 gacha oraliqda bo‘ladi.

Temirbeton konstruksiyalari yuk ta‘sirida me‘yorda ishlashi uchun hamda armatura ishlarini mexanizatsiyalash uchun uning plastiklik xususiyati, charchash natijasida yemirilishi va boshqa holatlari katta ahamiyatga ega. Po‘latning plastiklik xossasining kamayishi armaturaning mo‘rt uzilishiga olib keladi. O‘tda toblangan yoki tortish bilan mustahkamlangan po‘lat armaturalarni

payvandlash mumkin emas, negaki bunda mustahkamlik o'z samarasini yo'qotadi.

Shuni alohida ta'kidlash joizki, seysmik rayonlar uchun armatura po'latlarini plastik xususiyatlari alohida ahamiyatga ega, negaki plastiklik xossasi, masalan, statik noaniq konstruksiyalarda kuchlanishni tekis taqsimlash imkonini beradi.

Armaturalar tavsifi

Armatura po'latlari asosiy mexanik xususiyatiga qarab toifalarga bo'linadi. Bunda kimyoviy tarkibiga ko'ra turli markadagi po'latlar bir toifaga kirishi mumkin.

Temirbeton konstruksiyalari uchun armatura, armaturaning qayerda ishlatilishi, beton sinfi va turini, armatura mahsulotlarini tayyorlash sharoiti (payvandlangan yoki bog'langan) va konstruksiyasi, binoni qurish va foydalanish sharoitini hisobga olgan holda tanlanadi.

Armatura sinfi «A» harfi va rim raqami (raqam qancha katta bo'lsa, po'lat shuncha mustahkam bo'ladi) bilan belgilanadi. Ular quyidagi sinflarga bo'linadi: A-I; A-II; A-III; A-IV; A-V; A-VI – issiq, ishlov berilgan, A-III V-cho'zib mustahkamlangan; At-SH; At-IV; At-V; At-VI – termik mustahkamlangan armaturalar. Me'yoriy hujjatlarda armaturaning uzilishidagi nisbiy uzayishining eng kam miqdori beriladi. Bu qiymatlar A-I–25%, A-P-19%, A-III–14%, A-IV, A-VI–6% gacha va termik mustahkamlangan armatura uchun esa At-IV; At-V; At-VI mos ravishda nisbiy uzayishi 8, 7 va 6% gacha teng.

Barcha sinfdagi armatura (A-I sinfidan tashqari) davriy profilga ega. Armaturaning tashqi ko'rinishiga qarab, A-I tekis silliq yuzaga ega. A-II armatura «vint» ko'rinishiga, A-III, A-IV, A-V, A-VI sinfli armaturalar esa «archa» ko'rinishiga ega. Armatura sinflarini tashqi ko'rinishidan ajratib olish uchun ularning yon tomoni bo'yab qo'yiladi: A-V – qizilga, At-V – ko'kka, At-VI – yashil rangga.

Sovuq holda choʻzilgan sim armatura «B» harfi bilan belgilanadi va quyidagi sinflarga boʻlinadi: Bp-I – davriy profil koʻrinishidagi oddiy armatura simi; B-I – yuqori mustahkamlikdagi tekis silliq sim; Bp-I – davriy profilli yuqori mustahkam armatura simi; K-7 – yetti simli arqon; K-19 – oʻn toʻqqiz simli arqon.

Beton bilan yaxshiroq yopishuvi uchun sovuq holda tortilgan sim davriy profilli qilib yasaladi, u silindrik yuzani maʼlum oraliqda ezish hisobiga hosil qilinadi (Br-I; Br-II;).

Yetti simli arqonlar K-7 bir xil diametrdagi yettita simdan tayyorlanadi va u oʻrtadagi oʻzak simga toʻgʻri chizikli oltita simni yondashtirib oʻraladi (K-19 uchun esa 18 sim ikki qatorda yondashtirib oʻraladi).

Yondashtirib oʻralgan arqonlarning davriy koʻrinishi ularning beton bilan yaxshi yopishishiga imkon beradi.

Shuni alohida taʼkidlash joizki, hozirgi kunda GOST 5781-94 asosan hamda Yevrostandartga oʻtish munosabati bilan armatura klassifikatsiyasini belgilashda maʼlum oʻzgartirishlar qilindi. Armaturaning mustahkamlik boʻyicha sinfi meʼyoriy standartlarda belgilangan oqish chegarasi bilan belgilanib, u N/mm^2 birligi bilan aniqlanadigan boʻldi. Misol uchun, A-I sinfli armaturaning choʻzilishdagi vaqtinchalik qarshiligi $R_s=380$ MPa, oqish chegarasi $\sigma_T=235$ N/mm^2 (A240) va A-II sinfi uchun esa shunga mos ravishda $R_s=500$ MPa, $\sigma_T=295$ N/mm^2 (A300) deb belgilab qoʻyildi. Xuddi shuningdek, A-III (A400), A-IV, A-V (A800), A-VI (A1000) sinflariga boʻlinadigan boʻldi. Bunda armaturaning mexanik xossalari 8.1-jadvalda koʻrsatilgan meʼyoriy qiymatlariga toʻgʻri kelishi kerak.

Shu kunda Oʻzbekiston hududidagi aksariyat qurilishlarida GOST 10884-94 boʻyicha Bekobod metallurgiya kombinatida tayyorlangan, termomexanik usulda ishlov berilgan, asosan diametri 12...18 mm A-III sinfli armaturalar ishlatilmoqda. Bu armaturalar mustahkamlik koʻrsatkichi boʻyicha meʼyor talablari-ga javob beradi.

Yevrostandart bo'yicha armatura sinfi va uning ko'rsatkichlari

Armatura sinfi	Tashqi ko'rinishi	Diametri Ø, mm	Oqish chegarasi $\sigma_T, N/mm^2$	Cho'zilishdagi vaqtli qarshiligi Rs, MPa	Nisbiy uzayishi $\delta_s, \%$	Tarkibi
1	2	3	4	5	6	7
A-I (A 240)	Silliq sirtli	6-40	240	380	25	St3 kp, St3 ps, St3 sp
A-II (A 300)	Davriy	10-40 8-40	300	500	19	St5 sp, St5 ps 18G 2S
As-II (A300)	«-»	10-40	300	450	25	10 GT
A-III (A400)	«-»	6-40 6-22	400	600	14	35 Gs, 25 G 2S, 32 G2 R ps
A-IIIs (At400) (At500)	«-»	6-40 6-40	440 500	550 600	16 14	St3 sp, St3 ps, St5 sp, St3 ps
A-IV (A600)	«-»	10-18 (6-8) 10-32 36-40	600	900	6	80s 20xG 2 S
At-IV (At600) At-IVs (At600s) At-IVk (At600k)	«-»	10-40	600	800	12	2 G S 25G 2S, 35 G S 10G S2, 08G 2S
A-V (A800) At-V (A800)	«-» «-»	6-40 10-32 18-32	800 800	1050 1000	7 8	23x2G2T 20GS, 08G2S, 35GS, 25S2R
At-Vk (At800k)	«-»	18-32	800	1000	8	35GS, 25 2R
A-VI (A1000) At-VI (At1000) At-VIk (At1000k)	«-» «-»	10-22 10-32 10-32	1000 1000 1000	1250 1250 1250	6 7 7	22x2G2AYu 20GS, 20GS2 25S2R, 20xGS2

At-VII (At1200)	«-»	10-32	1200	1450	6	30xS2
B-I	Silliq sirtli	3-5	--	500	2-3	
Bp-I	Davriy	3-5	--	550-525	«--»	
B-II	Silliq sirtli	3-8	--	1900-1400	4	
Bp-II	Davriy	3-8	--	1800-1300	4	
K-7	Sim arqon	4,5-15	--	1900-1650	4	

Armaturalash usullari

Temir-beton konstruksiyalarni ishlab chiqarishni tezlashtirish maqsadida payvandlangan sim to'ra va karkas ko'rinishidagi armaturalar qo'llaniladi. Uzunasiga ishchi sterjen bir yoki ikki qator qilib joylashtiriladi. Uzunasiga joylashtirilgan sterjenlarni ko'ndalangiga joylashtirilgan sterjenlar bilan bir tomonlama payvandlash texnologik jihatdan qulayroq.

Yassi karkaslar ba'zan to'ra deb ham yuritiladi. Yassi karkaslar odatda opalubkaga o'rnatilgandan so'ng loyihada ko'rsatilgan holatlarini saqlash uchun bir-biri bilan ulash uchun bog'lovchi sterjenlar qo'llaniladi, natijada fazoviy karkas hosil bo'ladi.

Payvand karkaslarini loyihalashda kichik diametrli sterjenlarni kuydirib qo'ymaslik uchun payvandlash texnologiyasi shartlarini hisobga olish zarur, buning uchun $dw > 0.25 \cdot d$ bo'lishi shart, bunda dw — ko'ndalang qo'yilgan sterjenlar diametri, d — uzunasiga qo'yilgan sterjenlar diametri. Payvandlangan karkaslar uzun elementlarni (to'sin, ustun va h.k.) armaturalash uchun, payvand to'rlar esa asosan plita konstruksiyalarini armaturalash uchun qo'llaniladi. Ishchi sterjenlar yo'nalishiga qarab:

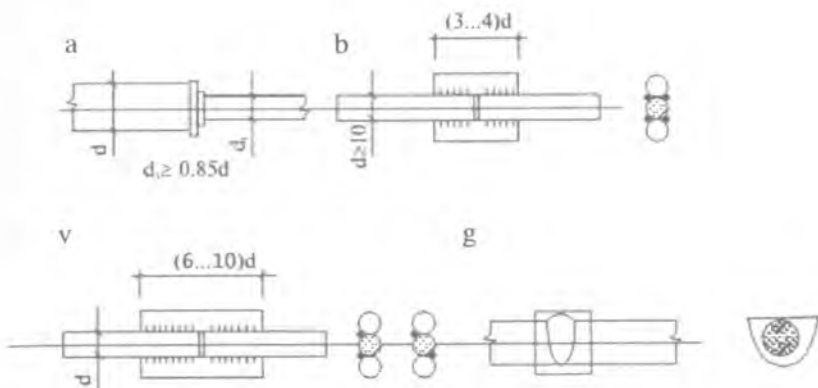
- a) uzunasiga joylashgan ishchi armatura;
- v) ko'ndalangiga joylashgan ishchi armatura;

s) har ikkala yoʻnalishda joylashgan ishchi armatura turlariga boʻlinadi. Toʻrlar oʻrama va yassi holda boʻladi. Oʻrama toʻrlarda uzunasiga qoʻyilgan ishchi armatura diametri 5 mm dan ortiq boʻlmagan armaturalardan tayyorlanadi. Agar diametri 5 mm dan ortiq boʻlsa, ishchi armaturasi koʻndalang joylashgan oʻrama toʻrdan yoki yassi karkaslardan foydalaniladi. Oʻrama toʻrlarda koʻndalang sterjenlarning maksimal diametri 8 mm dan oshmaydi.

Oʻrama va yassi toʻrlar B-I, Bp-I, A-I, A-II, A-III sinfli armaturalardan tayyorlanadi.

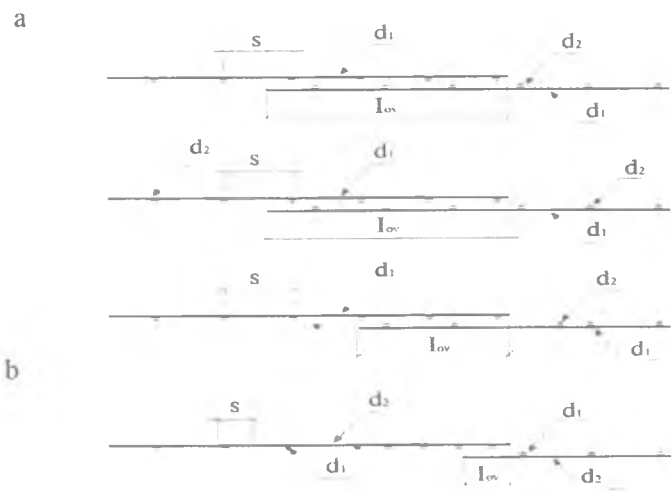
Toʻqima toʻr va karkaslar murakkab koʻrinishli shakllarda va monolit konstruksiyalarda, shuningdek, dinamik va koʻp takrorlanadigan yuk taʼsirida ishlaydigan konstruksiyalarda qoʻllaniladi. Toʻqima toʻr va karkaslar yumshoq ($d = 0,8...1$ mm) sim bilan sterjenlar bir-birini kesib oʻtgan joyidan bogʻlab chiqiladi.

Armaturalarni chokli yoki yoyli payvandlash usuli bilan hamda payvandlamay birlashtiriladi. Zavod sharoitida 10 mm va undan ortiq diametrli armatura sterjenlarni birlashtirish uchun chok ulash (kontakt) usulidagi payvandlashdan foydalaniladi (8.3-rasm). Qurilish sharoitida 20 mm va undan ortiq sterjenlar chokini ulash uchun yoyli vanna usulida payvandlash qoʻllaniladi. Diametri 20 mm dan kam boʻlgan sterjenlar ikki tarafidan qoʻyilgan armatura boʻlagiga toʻrt yon chok yoy payvand qilinadi (8.3-b rasm). Shuningdek, ikki uzun (bir tomondan) yon chokli payvand ham qoʻllash mumkin. Payvand toʻrlarining uchlari bir-biriga kirgan holda ishchi armatura yoʻnalishida chok payvandsiz bajariladi (8.4-rasm). Birlashtirilayotgan ishchi sterjenlar har xil yoki bir xil yoʻnalishda joylashtiriladi. Bunda toʻrning uzunasiga ishchi armatura birlashgan qismida koʻndalang ikki dona sterjendan kam boʻlmagan payvandlangan toʻrlari bir-biriga kirgan holda joylashishi kerak.



8.3-rasm. Armaturani payvandlashi:

a – chok ulash; v – yoy payvand (ikki tomonli yon chok); b – yoy payvand (to‘rt tomonli yon chok); g – yoyli vanna



8.4-rasm. Payvandlangan sim to‘rlarning bir-biriga ulanishi:

a – ishchi armatura yo‘nalishida; b – taqsimlovchi armatura yo‘nalishida; d_1 – ishchi armatura diametri; d_2 – ko‘ndalang armatura diametri; L_{ov} – sim to‘rlarining bir-biriga kiritilgandagi uzunligi

To‘rdagi ishchi sterjenlarning payvandlangan qismining zaruriy uzunligi beton va armatura sinfiga bog‘liq holda formula yordamida aniqlanadi.

Ikkinchi yoʻnalishda (ishchi armatura koʻndalang joylashgan holda) payvand toʻr choklari (taqsimlovchi armatura birlashtirilayotgan paytda) bir-biriga 50 mm kiritilib taqsimlovchi armatura diametri 4 mm gacha boʻlsa, agar diametri 4 mm dan ortiq boʻlsa, 100 mm uzunlikda payvandsiz bir-biriga kiritiladi.

Nazorat savollari:

1. Armaturaning vazifasiga koʻra turlari.
2. Yuza shakliga koʻra turlari.
3. Ishlatilishiga koʻra turlari.
4. Armaturaning fizik-mexanik xossalari.
5. Armaturalar tavsifi.
6. Armaturalash usullari.

9-bob. TEMIR-BETON KONSTRUKSIYALARNI CHEGARAVIY HOLATLAR USULI BO'YICHA HISOBLASH

9.1. Beton va armaturaning me'yoriy va hisobiy qarshiliklari

Betonning mustahkamlik xarakteristikasi o'zgaruvchan katalik hisoblanadi. Hatto bir beton qorishmasidan tayyorlangan namunalar sinalganda ular turli mustahkamlikka ega bo'lib, bu esa uning tarkibi bir xil emasligi va sinash sharoitining har xilligi bilan izohlanadi. Konstruksiyadagi beton mustahkamligining o'zgaruvchanligiga uskuna sifati, ishchilarning malakasi, beton turi, qotish sharoiti va boshqa omillar ta'sir qiladi. Shuning uchun konstruksiyaning yetarli ishonchliligini ta'minlashga ma'lum sinfidagi beton uchun shunday mustahkamlik qiymati belgilanishi kerakki, u ko'p holatlarda talab qilingan konstruksiya mustahkamligidan kam bo'lmasin. Beton mustahkamlik xarakteristikasi umuman ma'lum xarakterga ega bo'lib, u ehtimollik-statistik qonunlarga bo'ysunadi. Hisob ishlarida betonning mustahkamlik xarakteristikasini aniqlashda ehtimollik nazariyasi usulidan foydalaniladi. Ammo konstruksiyani tayyorlashda, beton qorishmasini tashishda, betonni quyishda, shibbalashda, qotish jarayonida va boshqa ko'pgina omillar betonning mustahkamligiga ta'sir ko'rsatadi, bu esa o'z navbatida me'yoriy qiymatdan ma'lum miqdorga farq qilishiga olib keladi. Bu farqlarni statistik yo'l bilan to'liq hisobga olishning imkoni yo'q. Shuning uchun betonning mustahkamligidagi farqi γ_b ishonchlik koefitsienti orqali hisobga olinadi va betonning me'yoriy qarshiligiga bo'linadi. Konstruksiyaning mustahkamligi betonni siqishga bo'lgan R_{bn} prizma mustahkamligi bo'yicha baholanadi. Unda betonning hisobiy qarshiligi chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$R_b = \frac{R_{bn}}{\gamma_{bc}}; \quad R_{bt} = \frac{R_{bnt}}{\gamma_{bt}}, \quad (9.1)$$

Bunda: $\gamma_{b_s}=1,3$ – betonni siqishdagi ishonchlilik koeffitsienti;
 $\gamma_{b_t}=1,5$ – betonni cho‘zishdagi ishonchlilik koeffitsienti.

Betonning cho‘zilishdagi mustahkamligi siqishdagi mustahkamligi orqali empirik formula bo‘yicha aniqlanganda uning miqdori siqishdagi mustahkamligiga qaraganda katta o‘zgaruvchanlikka ega, negaki unga formulaning noaniqligi ta‘sir ko‘rsatadi, shuning uchun cho‘zilishga bo‘lgan mustahkamlik koeffitsienti – γ_{b_t} , koeffitsient γ_{b_c} qiymatidan katta bo‘ladi.

Chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo‘yicha betonning hisobiy qarshiligi:

$\gamma_b=1(\gamma_{b_c}=\gamma_{b_t}=1)$ me‘yoriy qiymatiga teng deb qabul qilinadi:
 $R_{b,ser}=R_{bn}$; $R_{bt,ser}=R_{btn}$

Bunda konstruksiya ishonchliligini ta‘minlash uchun hisobga kiritilgan zaxira omili bo‘lib hisoblanadi.

Betonning hisobiy va me‘yoriy qarshiliklari R_b ; R_{bt} ; $R_{b,ser}$; $R_{bt,ser}$ va E_b 9.1-jadvalda keltirilgan.

Chegaraviy holatning birinchi guruhi bo‘yicha temir-beton konstruksiyasini hisoblashda betonning hisobiy qarshiligi, ishlash sharoiti koeffitsient – γ_{b_i} bilan birgalikda hisobga olinadi va $u < \gamma_{b_i} < 1$ bo‘lishi mumkin, ular betonga turli omillar ta‘sirida mustahkamligi o‘zgarishini hisobga oladi. Masalan: $\gamma_{b_i}=0,5...1,0$ – ko‘p takrorlanadigan yuk ta‘siri oqibatida. Bu koeffitsient betonni chidamlilikka hisoblashda foydalaniladi. $\gamma_{b_2}=0.85...1.0$ konstruksiyaning mustahkamlikka hisoblashda ishlatiladi. γ_{b_2} koeffitsienti betonning vaqtincha va uzoq muddatli qarshiligi orasidagi farqni hisobga oladi. Bu farq eksperimentlarning ko‘rsatishi bo‘yicha 20...25% ga yetadi. Bundan tashqari koeffitsient qiymatiga beton mustahkamligining ortib borishi va uning tarkibi ham ta‘sir etadi:

$\gamma_{b_5}=0,85$ – ko‘ndalang kesimining yuzasi 30 sm dan kam bo‘lmagan monolit ustunlar uchun.

$\gamma_{b_7}=0,85$ – quyosh radiatsiyasi ta‘siridan himoyalangan beton konstruksiyalar uchun. Bu koeffitsient Markaziy Osiyo hudud-

di uchun juda muhim hisoblanadi. Bu mintaqada beton 50°C va undan ortiq darajada qiziydi, natijada mustahkamligi kamayadi.

Ishlash sharoiti bo'yicha koeffitsientlari bir-biridan qat'i nazar qo'llaniladi, ammo ularning qiymati 0,45 dan kam bo'lmasligi kerak. Ishlash sharoiti bo'yicha koeffitsientlari γ_{b1} , γ_{b2} , γ_{b6} , γ_{b7} , γ_{b9} , γ_{b11} ma'lum hisobiy qarshiliklar R_b va R_{bt} hisobga olishda foydalaniladi (4-ilova).

9.1-jadval

Betonlarning mustahkamlik va deformativ xarakteristikalari

Beton sinfini siqilishdagi mustahkamligi	Ikkinchi chegaraviy holat bo'yicha hisoblashda betonning me'yoriy va hisobiy qarshiligi, MPa		Birinchi chegaraviy holat bo'yicha hisoblashda betonning hisobiy qarshiligi, MPa		Betonning siqilishidagi boshlang'ich elastiklik moduli, $E \cdot 10^{-3}$ MPa	
	Siqilishda R_{bn} , R_b ser	Cho'zishda R_{b1n} , R_{bt} ser	Siqilishda R_b	Cho'zishda R_{bt}	Tabiiy holda qotganda	Issiqlik ta'siri ostida atmosfera bosimida ishlov berilgan holda
B 7,5	5,5	0,7	4,5	0,48	16	14,5
B10	7,5	0,85	6	0,57	18	16
B12,5	9,5	1	7,5	0,66	21	19
B 15	11	1,15	8,5	0,75	23	20,5
B 20	15	1,4	11,5	0,9	27	24,5
B 25	18,5	1,6	14,5	1,05	30	27
B 30	22	1,8	17	1,2	32,5	29
B 35	25,5	1,95	19,5	1,3	34,5	31
B 40	29	2,1	22	1,4	36	32,5
B 45	32	2,2	25	1,45	37,5	34
B 50	36	2,3	27,5	1,55	39	35
B 55	39,5	2,4	30	1,6	39,5	35,5
B 60	43	2,5	33	1,65	40	36

$R_{bt,ser}$ aniqlashda γ_{b4} koeffitsienti, qolgan γ_{b3} ; γ_{b5} ; γ_{b8} ; γ_{b10} ; γ_{b12} koeffitsientlari esa faqat R_b ni aniqlashda ishlatiladi. Temir-beton konstruksiyasini hisoblashda chegaraviy holatning II guruhi uchun $\gamma_b=1$ koeffitsient qabul qilingan. Bunda qiya kesim bo'yicha ($\gamma_b \leq 1$) hisobga olinmaydi.

Armatura uchun ham xuddi betondagidek qarshilikning hisobiy tuzilmasi qabul qilingan. Armaturaning me'yoriy qarshiligi R_{sn} sifatida mustahkam po'lat armatura uchun qabul qilingan, davlat standartiga javob bera oladigan metallurgiya zavodlarida tekshirilganda ishonchlik darajasi 0,95 dan kam bo'lmagan holatda bo'lishi kerak. Bunda sterjenli armatura, yuqori mustahkam sim va arqonlar uchun shartli me'yoriy qarshiligi (0,2% nisbiy uzayish) oqish chegarasidan, oddiy armatura simlari uchun esa – 0,75 uzulishdagi vaqtinchalik qarshiligidan olinadi.

Chegaraviy holatning birinchi guruhi uchun armaturaning cho'zilishidagi hisobiy qarshiligi me'yoriy qarshiligi armatura bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti – γ_s bo'lish orqali aniqlanadi:

$$R_s = \frac{R_{s,ser}}{\gamma_s}$$

Bunda: γ_s armatura turi va sinfiga bog'liq, uning qiymati $\gamma_s=1,05...1,2$ teng.

Armaturaning siqilishdagi qarshiligi R_{sc} nafaqat po'lat armatura sinfiga, balki betonning siqilish darajasiga ham bog'liq bo'ladi.

Uzoq vaqt davomida betonning tobtashlashi armaturadagi siqilish kuchining ortishiga olib keladi. Shuning uchun hisob ishlarida ishlash sharoiti bo'yicha koeffitsienti $\gamma_{b2}=0,9$ deb olinadi.

Armaturaning hisobiy qarshiligi, chegaraviy holatining ikkinchi guruhi uchun me'yoriy qiymatga teng deb olinadi, agar armatura bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti $\gamma_s=1$ bo'lsa.

$$R_{s,ser} = R_{sn}$$

Armaturaning R_{sn} ; $R_{s,ser}$; R_{sc} va E_s me'yoriy va hisobiy qarshiligi 9.2-jadvalda berilgan.

Po'lat armatura va kanatlarning mustahkamlik va deformativ xarakteristikalari

Arma- tura sinfi	Dia- metri	Arma- turaning me'yoriy va hisobiy qarshiligi, MPa	Armaturaning hisobiy qarshiligi, MPa			Elas- tiklik moduli, MPa $E_s \cdot 10^5$
			Bo'ylama va ko'ndalang armatu- ralarni qiya kesim bo'yicha egiluvchi momentga hisoblash	Ko'ndalang arma- turani qiya kesim bo'yicha kesuvchi kuchga hisoblash		
				Cho'zi- lishga	Siqi- lishga	
Sterjenli						
A-I	6...40	235	225	175	225	2.1
A-II	10...80	293	280	225	280	2.1
A-III	6...8	390	355	285	355	2.0
	10...40	390	365	295	365	2.0
A-IV	10...28	590	510	405	400	1.9
A-V	10...32	785	680	545	400	1.9
A-VI	10...28	980	815	650	400	1.9
A-IIIv	20...40	540	490	390	200	1.8
Simli						
B-I	3, 4, 5	410, 405, 395	375, 365, 360	270, 265, 260	375.365. 360	1.7
B-II	3...8	1490...1100	1240.. .915	990.. .730	400	2.0
Bp-II	3...8	1460...1020	1215...850	970...680	400	2.0
Arqonli						
K-7	6...15	1450...1295	1210...1080	965...865	400	1.8
K-19	14	1410	1175	940	400	1.8

Armaturaning ishlash sharoiti bo'yicha koeffitsienti γ_{si} chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha hisoblashda ishlatiladi, chegaraviy holatning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblashda ishlash sharoiti bo'yicha koeffitsienti $\gamma_{si} \dots \gamma_{s9}$ qator omillarni hisobga oladi. Bunda po'latning cho'zilishdagi diagrammasining holati, konstruksiyaning tayyorlash texnologiyasiga ta'siri, ankerovka sharoiti va boshqa omillar ko'zda tutilgan. Armaturaning ishlash sharoiti bo'yicha koeffitsienti $\gamma_{si} = 0,3 \dots 1,2$ gacha olinadi.

9.2. Temir-beton konstruksiyalarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatining uch bosqichi

Egiluvchi temir-beton elementining tashqi yuk ta'sirida uning kesim yuzasida eguvchi moment qiymatiga qarab navbati bilan kuchlanish-deformatsiyalanish holatining uch bosqichi ro'y beradi.

1-bosqich. Elementga kam yuk qo'yilganda beton va armaturada kuchlanish miqdori deyarli ko'p bo'lmaydi, shuning uchun bunda deformatsiya elastik holatda bo'ladi. Kesim yuzasining siqilgan va cho'zilgan qismidagi kuchlanish epyurasi uchburchak shaklida bo'ladi.

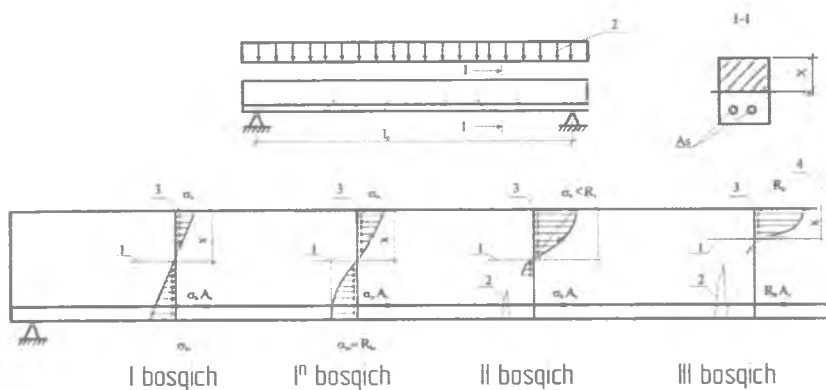
Yuk ortishi bilan betonning cho'zilgan zonasida kuchlanish miqdori cho'zilishning chegaraviy qiymatiga yetadi. Ammo beton yorilmaydi. Betonning taranglangan pastki yuzalarida plastik deformatsiyalar paydo bo'ladi, bu qatlamlardagi deformatsiya betonning cho'zilishdagi mustahkamligiga teng. Betonning kamroq cho'zilgan yuqoriroq yuzasida betonning cho'zilishga bo'lgan mustahkamligiga teng kuchlanish yuzaga kelguncha davom etadi. Bu jarayon kuchlanishni qayta taqsimlash butun cho'zilgan zona bo'ylab bo'ladi va ularning epyurasi to'g'ri to'rt-burchakka yaqin ko'rinishni oladi, to'sinning neytral o'qi siqilish zonasi tomon siljiydi. Bu I a bosqich deb belgilanadi.

Siqilgan zonada esa beton asosan elastik deformatsiya holatida ishlaydi. Negaki cho'zilgan zonadagi beton siqilganga qara-

ganda ko'proq deformatsiyalanadi. 1ⁿ bosqich elementning yoriq paydo bo'lishi — yoriqbardoshligi bo'yicha hisoblashda qo'llaniladi.

Bunda yuk ko'paygan sayin betonning cho'zilgan zonasi (deformatsiya ko'rsatkichi oxiriga yetganda) uziladi. Natijada yoriq paydo bo'ladi va elementning kesim yuzasida yangi holat 2-bosqich boshlanadi.

2-bosqich. Yoriq paydo bo'lgandan keyin yoriqli kesim yuzasining cho'zilishidagi kuchlanishini armatura qabul qiladi (ma'lum ma'noda yoriq ustidagi cho'zilgan beton bilan birgalikda), yoriqlar orasida esa beton bilan bog'liqlik buzilmaydi va beton armaturaga biroz ko'proq kuchlanishni berib, cho'zilishga ishlayveradi (9.1-rasm).



9.1-rasm. Egiluvchi elementning kuchlanish-deformatsiyalanish holatining uch bosqichi: 1 — neytral qatlam; 2 — yoriqlar; 3 — epyuralar; 4 — simmetriya o'qi

Yuk orttirib borilgani sari armaturadagi kuchlanish ortib boradi, yoriq kengayadi (yoriq yuqoriga qarab ko'tariladi va uning eni esa kattalashadi), neytral o'q yuqoriga ko'tariladi va betonning siqilgan kesim yuzasi kichrayadi. Betonning siqilgan qismida noelastik deformatsiyasi ortadi va bu zonada kuchlanishning epyura chizig'i qiyshayadi. 2-bosqich oxirida cho'zilgan armatu-

radagi kuchlanishning miqdori oquvchanlik chegarasiga yetadi va siqilgan zonadagi betonda kuchlanishning miqdori kamayib boriishi bilan tugallanadi.

2-bosqich bo'yicha konstruksiyaning ishlash sharoitida uni egilishga va yoriq kengayishiga hisoblashda qo'llaniladi.

Temir-betonning yemirilish bosqichi bo'ladi. Sinov vaqti bo'yicha u juda qisqa davr mobaynida bo'lib o'tadi. Armatura-ning oquvchanligi boshlanishi bilan buzilish boshlanadi, natijada egilish ortib boradi va yoriqning ko'payishi oqibatida beton kesim yuzasining siqilgan qismining balandligi kamayadi. Yoriq ustidagi betonning siqilgan zonasida plastik deformatsiya paydo bo'ladi. Buzilish siqilgan zonada betonning maydalab sinish bilan boshlanadi. Bunda siqilgan zona epyurasi parabola ko'rinishiga yaqin bo'ladi. Cho'zilish zonasidagi yoriqlar kattalashadi, to'sin bikrligi kamayadi va solqilik tez o'sib borib, to'sin sinadi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, buzilishning xarakteri armatura miqdoriga va turiga bog'liq. Buning uchun ikki holat bo'lishi mumkin.

1-holat. Buzilish armatura oquvchanligi bilan boshlanadi va siqilgan zonadagi betonning buzilishi bilan tugaydi. Bunda element kesim yuzasining buzilishi plastik xarakterga ega. Shunday qilib bu holat, o'z me'yorida armaturalangan elementlarda ro'y beradi (me'yorda armaturalangan tushunchasi armaturaning mustahkamlik qobiliyati to'la foydalaniladigan holat tushuniladi). Bunda beton va armaturadagi kuchlanish chegaraviy qiymatga erishadi.

2-holat. Element buzilishi betonning siqilgan zonasi buzilishi oqibatida ro'y beradi. Bunda cho'zilgan zonadagi armatura-ning kuchlanishi oquvchanlik chegarasiga yetib bormaydi va uning mustahkamligidan to'la foydalanilmaydi. Bunday buzilish birdaniga bo'ladi. 2-holat cho'ziluvchi armatura soni ortiqcha qo'yilgan elementlarning buzilishida kuzatiladi. Bunda element-ning mustahkamligi cho'zilgan armaturaning yuzasiga bog'liq

bo'lmay qoladi, balki beton mustahkamligi va element kesim yuzasining o'lchamlariga bog'liq bo'ladi.

Bunda beton siqilgan zona kesim yuzasini chetidan ichkarisiga qarab, (Z-bosqich) eng yuqori bo'lgan kuchlanish epyurasiga siljishi kuzatiladi. Bu betonning chetki tolasida plastik deformatsiyaning ortib borishi va deformatsiya modulining bir paytda kamayishi bilan bog'liq.

3-bosqich elementlarni mustahkamlik bo'yicha hisoblashda qo'llaniladi.

Shuni aytish joizki, elementning uzunligi bo'yicha turli momentli kesimlarda bir vaqtning o'zida kuchlanish – deformatsiyalanish holatining uchala bosqichini kuzatish mumkin. Buzuvchi zo'riqish zamirida 3-bosqich yotadi.

9.3. Chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashning asosiy qoidalari

Bu usulga ko'ra konstruksiyaning mustahkamligi hisobiy koeffitsientlar majmuasi orqali loyihalalanadi. Mazkur usul bo'yicha hisoblangan konstruksiyalar birmuncha tejamli bo'ladi.

Konstruksiyalarni bu usul bo'yicha hisoblaganda, ularning chegaraviy holatlari aniqlanadi. Konstruksiya elementlari tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olmay qoladigan holat chegaraviy holat deb ataladi.

Chegaraviy holatlar ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruh bo'yicha elementlar mustahkamlik, ustuvorlik, chidamlilik, sovuqbardoshlik va hokazolarga hisoblanadi. Ikkinchi guruh bo'yicha konstruksiyalar bikrlik va yoriqbardoshlikka hisoblanadi.

Chegaraviy holatlar usulida quyidagi koeffitsientlar tizimi qo'llaniladi:

- 1) yuklarga doir ishonchlilik koeffitsienti – γ_{tf} ;
- 2) betonga doir ishonchlilik koeffitsienti – γ_{bs} va γ_{bt} ;
- 3) armaturaga doir ishonchlilik koeffitsienti – γ_s ;

4) betonning ish sharoiti koeffitsienti — γ_{bi} ;

5) armaturaning ish sharoiti koeffitsienti — γ_{si} .

Chegaraviy holatlarning birinchi guruhi bo'yicha hisoblash orqali konstruksiyalar buzilishining (mustahkamlikka hisoblash), konstruksiya shakli ustuvorligi yo'qolishining (ustuvorlikka hisoblash), charchash natijasida, ko'p karra takrorlanuvchi yuklar ta'sirida, kuch omillari hamda noqulay tashqi muhitning zararli ta'siri ostida buzilishining oldi olinadi.

Chegaraviy holatlarning ikkinchi guruhi bo'yicha bajariladigan hisoblar konstruksiyaning me'yoridan ortiqcha deformatsiyalanishi (solqilik, burilish burchaklari) va tebranishlarining oldini oladi, yoriqlarning paydo bo'lishi, rivojlanishi va yopishini tartibga soladi.

Chegaraviy holatlar usulida hisoblash yo'li bilan konstruksiyaning butun xizmati davomida, shuningdek, tayyorlash, tashish va o'rnatish davrida yuk ko'tarish bo'yicha chegaraviy holat yuzaga kelmasligi ta'minlanadi.

Temir-beton konstruksiyalarga ularning yorilishga chidamligiga ko'ra uch toifadagi talablar qo'yiladi.

Konstruksiyaning yoriqlar paydo bo'lishiga yoki yoriqlar ochilishiga ko'rsatadigan qarshiligi yorilishga chidamlilik deyiladi. Bu qarshilik 2-guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashda aniqlanadi. Konstruksiyalar ishlatilayotgan sharoitiga qarab, uch xil toifaga bo'linadi:

- 1-toifadagi konstruksiyalarda hech qanday yoriqlar paydo bo'lishiga yo'l qo'yilmaydi;

- 2-toifadagi konstruksiyalarda keyinchalik ishonchli berkilishi ta'minlanishi sharti bilan eni cheklangan qisqa muddatli yoriqlar paydo bo'lishiga yo'l qo'yiladi;

- 3-toifaga mansub konstruksiyalarda eni cheklangan uzoq davomli va davomsiz yoriqlar hosil bo'lishiga qo'yiladi.

Doimiy, uzoq muddatli va qisqa muddatli yuklardan yoriqlarning ochilishi uzoq davom etmaydigan ochilish deyiladi. Faqat

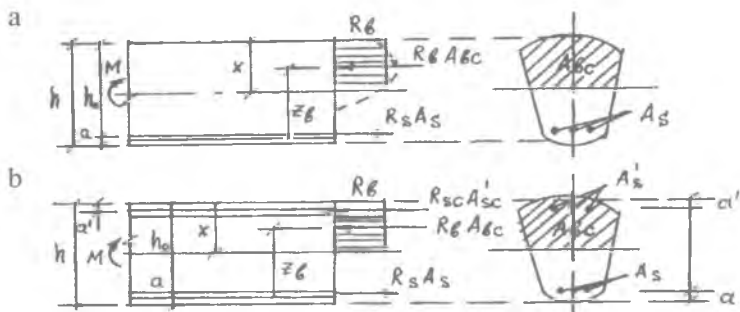
doimiy va uzoq muddatli yuklardan yoriqlarning ochilishi uzoq davom etadigan ochilish deb ataladi.

Chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashning asosiy qoidalari. Egiluvchi elementlarni hisoblashda quyidagi ikki hol qaraladi:

- 1-hol. Siqilgan betonda ham, armatura A_{sr} va A_{lsr} da ham zo'riqishlar chegara qiymatlariga, ya'ni hisobiy qarshiliklar R_b , R_s va R_{sc} ga erishadi deb hisoblanadi.

- 2-hol. Siqilgan betonda ham, armatura A_{sr} da ham hisobiy qarshiliklar chekli qiymatlariga, cho'zilgan armatura A_{sr} da esa R_s o'rniga $s_s < R_s$ ga erishilgan deb hisoblanadi.

Chegaraviy shart 1- va 2-hollar o'rtasida siqilgan sohaning nisbiy balandligiga bog'liq holda belgilanadi. $\xi = x/h_0$ (9.2-rasm). Agar $\xi \leq \xi_y$ bo'lsa, 1-hol o'rinlidir, agar $\xi > \xi_y$ bo'lsa, 2-hol o'rinlidir.



9.2-rasm. Yakka va qo'sh armaturali egiluvchi elementni hisoblash

Cekli ξ_y qiymat esa empirik formuladan topiladi:

$$\xi_y = \frac{w}{1 + \frac{\sigma_{s1}}{\sigma_{s2}} \left(1 - \frac{w}{1,1}\right)},$$

Bu yerda: σ_{s1} – cho'zilgan armaturadagi kuchlanish, A-I, A-II, A-III va A-IIIV, B-I, Bp-I sinflardagi armaturalar uchun $\sigma_{s1} = R_s - s_{sr}$, boshqa sinflardagi armaturalar uchun $\sigma_{s1} = R_s - \sigma_{sr} + 400 \text{ MPa} - \Delta \sigma_{sr}$

Bu yerda: σ_{sr} – armaturadagi oldindan berilgan kuchlanishning miqdori u koeffitsient γ_{sr} ning qiymati birdan kam bo'lganda aniqlanadi, zo'riqadigan hamda zo'riqmaydigan armatura bo'lganda σ_{s1} zo'riqadigan armatura bo'yicha aniqlanadi; oddiy armaturali elementlar uchun $\sigma_{s1} = R_s$ bo'ladi; σ_{s2} – siqilgan qismda joylashgan armaturaning chekli kuchlanishi:

$$\gamma_{b2} \leq 1 \text{ da } \sigma_{s2} = 400 \text{ MPa,}$$

$\gamma_{b2} < 1$ da $\sigma_{s2} = 500$ MPa ga teng bo'ladi.

Siqilgan sohaning chegaraviy nisbiy balandligi x_y materiallarning xususiyatlari (R_s , R_b) ga bog'liq xarakteristikalardan biri hisoblanadi. U temir-beton konstruksiyalarning muayyan kesimi qanday hisoblash holiga tegishli ekanligini belgilaydi.

Nazorat savollari:

1. Temir-beton konstruksiyalarining kuchlanish-deformatsiyalanish holati.
2. Temir-beton konstruksiyalarining kuchlanish-deformatsiyalanish holatining 1-bosqichi.
3. Temir-beton konstruksiyalarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatning 2-bosqichi.
4. Temir-beton konstruksiyalarning kuchlanish va deformatsiyalanish holatining 3-bosqichi.
5. Temir-beton konstruksiyalarning kuchlanish va deformatsiyalanish holatining 3-bosqichidagi 2-hol to'g'risida ma'lumot bering.

10-bob. OLDINDAN ZO‘RIQTIRILGAN TEMIR-BETON KONSTRUKSIYALARI

10.1. Oldindan zo‘riqtirilgan temir-betonning mohiyati va afzalliklari

Oldindan zo‘riqtirilgan temir-betonning afzalliklaridan biri yorilishga bo‘lgan bardoshlilikidir. Yuqori darajadagi mustahkam materiallarni (armatura va beton) qo‘llanilishi natijasida armaturani oddiy temir-beton elementiga nisbatan 30–70% kam sarflash imkonini beradi. Bunda beton sarfi kamayib konstruksiyaning vazni yengillashadi. Bundan tashqari yorilishga bo‘lgan qarshiligini, ya‘ni bikrligini oshiradi (bu uzun balkalar tayyorlab katta joylarni yopish imkonini beradi), suv o‘tkazmasligini, dinamik yuklar ta‘siriga qarshiligini hamda uzoq muddat ishlashini ta‘minlaydi.

Armatura foizi ortishi oldindan zo‘riqtirilgan (ayniqsa, kesim yuzasi tavr shaklida bo‘lgan va yengil betondan tayyorlangan) konstruksiyalarning zilzilaga bardoshligini orttiradi. Gap shundaki, mustahkamroq va yengil materiallarni qo‘llash oqibatida oldindan zo‘riqtirilgan konstruksiyalarda yuk ko‘tarish holati bir xil bo‘lgan holda oddiy konstruksiyalarga qaraganda yengilroq va yuzasi kichikroq bo‘lishiga erishish mumkin ekan. Bino va inshootlarning ayrim elementlarini oldindan zo‘riqtirilgan armatura bilan siqish oqibatida fazoviy ishlashining hamda zilzilabardoshligini oshirish mumkin. Bu konstruksiya armaturasining zanglashga qarshi o‘ta turg‘unligi va ko‘pga chidamliligi hamda bardoshlilik bilan farq qiladi.

Konstruksiyalarni tayyorlashda maxsus uskunalar yordamida ko‘p mehnat sarflanishi, yuqori malakali ishchilarning ishlashi zarurligi va boshqalar oldindan zo‘riqtirilgan temir-beton konstruksiyalarining kamchiligi hisoblanadi.

Tayyorlash jarayonida sun‘iy ravishda (oldindan) betonda siqilish va armaturada cho‘zilish kuchlanishlari hosil qilingan

temir-beton konstruksiyalari oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar deb ataladi.

Oldindan zo'riqtirilgan kuchlanish konstruksiyaning yoriliq bardoshligi va bikrligini oshiradi hamda o'ta mustahkam bo'lgan po'lat armaturalardan, yuqori sinfli betonlardan samarali foydalanish imkonini yaratadi.

Armatura va beton ishidagi tabiiy muvofiqlik ($\epsilon_s = \epsilon_b$) betonning cho'zilishiga uncha katta ta'sir etmaydi. Betonning cho'zilishga bo'lgan «yorilish oldi» chegaraviy uzayishi 0,15–0,2 mm ($\epsilon_{bt,u} = (0,15 \dots 0,20 \times 10^{-3})$) ortmaydi. Demak, beton yorilganda armaturadagi kuchlanish,

$$\sigma_s = \epsilon_s \cdot E_s = \epsilon_{bt,u} \cdot E_s = 20 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^5 = 40 \text{ MPa teng.}$$

Yuk ortishi bilan yoriq kengayadi. A-II, A-III sinfdagi armaturalar bilan jihozlangan oddiy elementlarning ishlash jarayonida qo'yiladigan tashqi yuk ta'siridan soch qalinligicha 0,1...0,2 mm yoriqlar paydo bo'ladi (bunda armaturadagi kuchlanish miqdori oquvchanlik chegarasidan ortib ketmaydi, $\sigma_s = 270$ – 340 MPa). Odatda, bu yoriqlar oddiy sharoitda ko'zga ko'rinmasligi va u temirbetonning ish sharoitiga va uzoq yashashiga ma'lum darajada ta'sir qilishi mumkin. Ammo temir-betondan foydalanish tajribasi shuni ko'rsatadiki, bu yoriqlardan qo'rqmasa ham bo'ladi.

Oddiy temirbeton elementida yuqori mustahkamlikdagi armaturadan foydalanish mumkin emasligi ma'lum bo'ldi. Agar armaturadagi kuchlanish $\sigma_s \geq 500$ MPa bo'lsa, soch qalinligidagi yoriqlar ochilishi yo'l qo'yilmaydigan darajaga yetadi. Bunda beton armaturani himoya qila olmay qoladi, solqilik ortadi, ya'ni elementdan foydalanib bo'lmaydi. Nahotki buning oldini olishning yo'li bo'lmasa. Muhandis – binokor oldida bu qanday materialki, uni takomillashtirib, ya'ni mustahkamligini oshirib va og'irligini kamaytirishning iloji bo'lmasa degan savol turadi.

Agar betonning cho'zilishdagi uzayishini oshirishining iloji bo'lmasa, uni shu darajagacha siqish kerakki, yuk ta'sirida

hosil bo'ladigan cho'zilishi mumkin bo'lgan holatigacha. Bunda muvozanat tizimi hosil bo'lib, ya'ni betonning qanchagacha siqilishi, armatura cho'zilishiga qarab olinadi. Betonning doimiy siqilgan holatda ishlashi (ya'ni materialni cho'zilishda ishlashida zaxira yaratish uchun) – oldindan zo'riqtirilgan konstruksiya yaratish g'oyasini amalga oshirishga olib keldi. Bunday g'oyani amalga oshirish uchun yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan armatura va betonni qo'llangandagina tatbiq etish mumkinligi ma'lum bo'ldi. Aks holda, oldindan taranglangan holatda betonni siqishga bo'lgan qarshiligining susayishi, tashqi yuk ta'sirida beton siqilgan zonasidagi siqilishdagi kuchlanishning ortishiga va konstruksiyaning buzilishiga olib keladi. Shunday qilib, mustahkamligi kam bo'lgan armaturani qo'llash konstruksiyada «kuchli» oldindan zo'riqtirilgan kuchlanish yaratishga imkon bermaydi.

Temir-beton konstruksiyalarni tayyorlashda yuqori mustahkamlikdagi armaturani tortish orqali betonda siqilgan kuchlanish hosil qilish holatini oldindan zo'riqtirilgan holat deb yuritiladi. Bu kuchlanish betonning cho'zilish zonasida hosil bo'ladi.

Buning uchun oldindan zo'riqtirilgan egiluvchi elementga tashqi yuk ta'sirida hosil bo'ladigan kuchlanish-deformatsiyalanish holatini ko'rib chiqamiz.

Balkaga yuk qo'yilganda uning kesim yuzasida betonni siqishdan hosil bo'lgan kuchlanish, tashqi kuch ta'sirida cho'zuvchi kuchlanishini yo'qotadi. Yuk ortib borgan sari beton kesim yuzasining pastki qismida betonni siqishdan hosil bo'lgan kuchlanish yuk ta'siridan hosil bo'lgan cho'zuvchi kuchlanishni neytrallashtiradi (betonning pastki qismi kuchlanishi nolga teng bo'lib qoladi). Natijada balkaning pastki qismida cho'zuvchi kuchlanish paydo bo'ladi va balka odatdagidek oddiy eguvchi element kabi ishlay boshlaydi.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, bunday holatda oldindan zo'riqtirilgan balkaning yorilishga qarshiligi oddiy balkaning yorilish-

ga bo'lgan qarshiligiga nisbatan 2,5–3,5 barobardan ortiq (bunday ishlash sharoitida yuk miqdorini 2–3 barobarga ko'paytirish mumkin), ya'ni:

$M_{src} = (0,5-0,6) M_u$ – oldindan zo'riqtirilgan element uchun;

$M_{src} = (0,10-0,15) M_u$ – zo'riqtirilmagan element uchun;
bunda M_{src} – balkada yoriq paydo bo'lishidagi eguvchi moment;

M_u – balkaning buzilishidagi eguvchi moment.

Shuni aytish joizki, oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyaning mustahkamligi armaturani cho'zilgandagi kuchlanish miqdoriga bog'liq emas (oldindan zo'riqtirilgan va oddiy konstruksiyaning yuk ko'tarish kuchi taxminan bir xil). Gap shundaki, kuchning qiymati temir-beton ishlash sharoiti chegarasiga yetguncha oldindan zo'riqtirish natijasida armaturada cho'zuvchi, betonda siquvchi kuchlanishi uning fizik-mexanik xossalriga sezilarli darajada katta ta'sir ko'rsatmaydi.

Konstruksiyalarning zo'riqtirilishi oraliq (prolyot)larini uzaytirish hamda kesim yuzasini kichraytirish evaziga ulardan samarali foydalanish imkoniyatini yaratadi.

10.2. Taranglash usullari

Temir-beton konstruksiyalarida taranglash ikki xil usul bilan amalga oshiriladi:

1-usul. Armaturani tirgaklarga tirab taranglash (betonlash-gacha);

2-usul. Armaturani betonga qadab taranglash (betonlangandan keyin).

Birinchi usul bo'yicha konstruksiyani tayyorlashda armatura tortiladi va uning uchlari tayanch yoki forma chetlariga mustahkamlanadi, so'ngra element betonlanadi. Beton kerakli mustahkamlikni olgandan so'ng armatura tayanchlardan bo'shatiladi, ya'ni taranglangan armaturadagi kuch betonga o'tib uni siqa-

di. Kuchning betonga o'tishi armatura bilan beton orasidagi yopishish (spleniye) oqibatida ro'y beradi.

Ikkinchi usul bilan dastlab betondan yoki kam armaturalangan element tayyorlanadi, unda zo'riqtiriladigan armaturani joylashtirish uchun betonda oldindan kanallar hosil qilinadi (masalan, gaz trubasi yordamida). So'ngra armatura tegishli taranglikkacha tortiladi va uchlari ankerlar yordamida konstruksiya chetiga mahkamlanadi. Armaturani tortish jarayonida betonda siqilish ro'y beradi. Shundan so'ng armatura bilan beton orasidagi yopishuvni ta'minlash maqsadida tuynukka 0.5–0.6 MPa bosim ostida sement qorishmasi haydaladi.

Armaturani tayanchlarga tortish mexanik, elektrotermik va elektrotermomexanik usullari bilan, betonga tortish esa odatda mexanik usul bilan amalga oshiriladi.

Mexanik usulda armatura gidravlik va vintli domkrat yoki o'rash mashinasi yordamida tortiladi. Armaturani mexanik usul bilan taranglashda ko'pincha gidravlik domkratlardan foydalaniladi. Bu usulda armaturada katta zo'riqish hosil bo'lishiga qaramay, taranglash kuchini aniq o'lchash imkoni bo'ladi. Shu bilan birga aylanma stol yordamida o'ta mustahkam simdan uzluksiz armaturalash usuli ham samarali hisoblanadi. Mazkur usul yordamida bir yoki ikki o'qli kuchlanish holatida, bosim ostida ishlaydigan quvur, rezervuar devorlari singari turli konstruksiyalarni oldindan zo'riqtirish mumkin. Tarang tortilgan sim bilan uzluksiz armaturalash usuli oldindan zo'riqtirilgan rezervuarlarni qurishda keng qo'llaniladi. Bunda maxsus qo'zg'alma mashinalardan foydalaniladi. Bu usulni tarang tortilgan ipni g'altakka o'rashga o'xshatish mumkin. Armaturani elektrotermik taranglash usuli keyingi yillarda keng tarqaldi. Hozirgi kunda oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarning 3/4 qismi shu usul bilan tayyorlanmoqda. Elektrotermik usulda armaturaning elektr toki yordamida 300–400°C gacha qizdiriladi, so'ngra u formaga solinadi va uchi tayanchlarga mahkamlanadi.

Armatūra soviganda qisqaradi, natijada oldindan taranglashish kuchi paydo boʻladi. Usulning afzalligi uning oʻta soddaligi va istalgan korxonada qoʻllash imkoniyati mavjudligidadir. Ishlatiladigan uskunalar 5–10 marta arzon, konstruksiya tayyorlash uchun sarflanadigan mehnat ham 2–3 marotaba kam. Biroq taranglash aniqligi mexanik usuldagi taranglashga qaraganda ancha past. Ayrim hollarda oʻta mustahkam simlarni taranglashda ikki usulni birgalikda qoʻshib ishlatish hollari ham uchraydi. Qoʻshma usulga koʻra qizdirilgan sim aylanma stol yordamida uzluksiz ravishda taranglanadi. Yaʼni, elektrotermomexanik usuli elektrotermik va mexanik usullarni bir vaqtning oʻzida qoʻllanish natijasida hosil boʻladi.

Shu bilan birga tortishni yana bir fizik-kimyoviy usuli bilan ham amalga oshirish mumkin. Bunga maxsus kengayuvchi sementdan tayyorlangan betonning kengayishi oqibatida armaturada kuchlanish paydo boʻladi. Betonga joylashgan armatura uning hajmini kengayishiga yoʻl qoʻymaydi va oʻzi choʻziladi, betonda esa siqish kuchlanishi vujudga keladi. Shu tariqa konstruksiya oldindan zoʻriqadi. Bunday konstruksiyalar oʻzining oʻzi taranglashishi (samonapryajenie) deb yuritiladi.

10.3. Oldindan zoʻriqtirilgan temirbeton elementlardagi kuchlanishlarning yoʻqotilishi

Armaturani taranglash chogʻida unda oldindan uygʻotilgan kuchlanishlar vaqt oʻtishi bilan qaytmas yoʻqotishlar evaziga kamayib boradi. Ushbu yoʻqotishlar betonning kirishishi va tob tashlashi, armaturadagi kuchlanishlarning relaksatsiyasi (kamayishi), ankerlar deformatsiyasi, armaturaning tuynuk devorlariga ishqalanishi va boshqa har xil sabablar natijasida sodir boʻladi. Umumiy yoʻqotilishlarning 11 ta turi mavjud [9].

Oldindan zoʻriqtirilgan konstruksiyalarni hisoblashda ana shu yoʻqotishlarni eʼtiborga olish lozim, chunki ular zoʻriqtirilgan armaturadagi kuchlanishning kamayishiga olib keladi.

Yo'qotishlar ikki guruhga bo'linadi. Birinchi yo'qotishlar σ_{los1} element tayyorlanayotgan va beton siqilayotgan davrda sodir bo'ladi. Ikkinchi yo'qotishlar σ_{los2} esa beton siqilgandan keyin hosil bo'ladi.

Agar armaturalar tayanchlarga tortib taranglangan bo'lsa, u holda birinchi guruh yo'qotishlar quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$$

Ikkinchi guruh yo'qotishlar:

$$\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9$$

Agar armaturalar betonga tortib taranglangan bo'lsa, u holda:

$$\sigma_{los1} = \sigma_3 + \sigma_4$$

$$\sigma_{los2} = \sigma_1 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$$

teng bo'ladi. Yo'qotishlar miqdori 9-ilovaga asosan aniqlanadi, bunda umumiy miqdori

$$\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2}$$

bo'ladi, lekin konstruksiyani loyihalashda yo'qotishlarning umumiy me'yor bo'yicha miqdori 100 MPa dan kam bo'lmasligi kerak.

Nazorat savollari:

1. Oldindan zo'riqtirilgan temir-betonning afzalliklari.
2. Oldindan zo'riqtirishning mohiyati.
3. Taranglashgan usullari.
4. Oldindan zo'riqtirilgan temir-beton elementlardagi kuchlanishlarning yo'qotilishi.

11-bob. EGILUVCHI TEMIR-BETON ELEMENTLARINI LOYIHALASH VA HISOBLASH ASOSLARI

11.1. Egiluvchi temir-beton elementlarni loyihalashning o'ziga xos xususiyatlari

Temir-betonli egiluvchi elementlar plita va to'sin ko'rinishida qo'llaniladi. Bular murakkab konstruksiyalar va inshootlarning tarkibiga yoki alohida holda ham uchrashi mumkin: masalan, qovurg'ali yopmalar (11.1-rasm), inshootlarning karkaslari va b.

Qalinligi h_s uzunligi l va eni b dan ancha kichik bo'lgan yasasi elementlarga — plitalar, uzunligi l ko'ndalang kesimlari h va b dan bir necha bor katta bo'lgan chiziqli elementlar esa to'sinlar deyiladi.

Plitalar va ularni loyihalash. Plitalar yaxlit, tekis va qovurg'ali bo'ladi; oraliqlari soniga qarab — bir oraliqli (11.1-a rasm) va qo'p oraliqli (11.1 b-rasm); tayyorlash usuliga qarab — yig'ma, monolit va yig'ma-monolit bo'lishi mumkin.

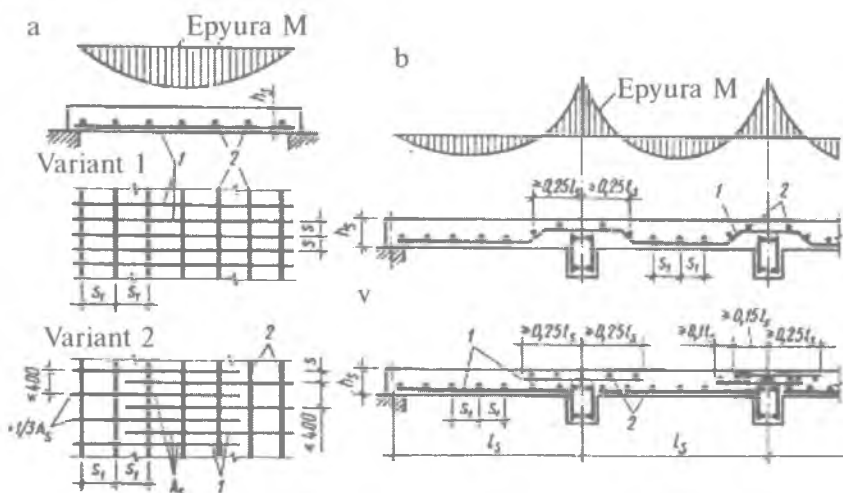
Plitalar o'zaro tik sterjenlardan tashkil topgan to'rlar bilan armaturalanadi. Agar ishchi armatura faqat bir yo'nalishga kerak bo'lsa, u holda ikkinchi yo'nalishdagi armatura zo'riqishlarni taqsimlash va bo'ylama armaturalarni o'zaro bog'lash vazifasini o'taydi. Bu armatura betonning harorat ta'sirida va kirishishi natijasida vujudga keladigan deformatsiyani jilovlaydi, tashishda qulaylik tug'diradigan to'r hosil qiladi.

Yaxlit plitalarning qalinligi odatda $h = 50...100$ mm olinadi. Katta oraliqning kichik oraliqqa nisbati $l_2=l_1 > 3$ bo'lgan to'sinsimon plitalarda, shuningdek, o'lchamlar nisbatidan qat'i nazar, kontur bo'ylab tayangan plitalarda, birinchi holda ishchi armatura l_1 oraliq bo'ylab, ikkinchi holda plitaning tayanish chizig'iga tik ravishda qo'yiladi. Ikki yo'nalishda egiladigan plitalarda ishchi armatura har ikkala yo'nalishda joylashtiriladi.

To'sinsimon plitalarning ishchi armaturalari uning cho'ziluvchi sirtiga yaqin joylashtirilishi zarur; bunda, albatta, ta-

lab etilgan himoya qatlami qoldiriladi. Erkin tayangan plitalarda armatura to'ri faqat pastki cho'zilish zonasiga, ko'p oraliqli uzluksiz plitalarda esa, eguvchi momentlar epyurasiga muvofiq pavishda, tayanchlar oralig'ida pastki va tayanch ustida esa ustki cho'zilish zonasiga joylanadi.

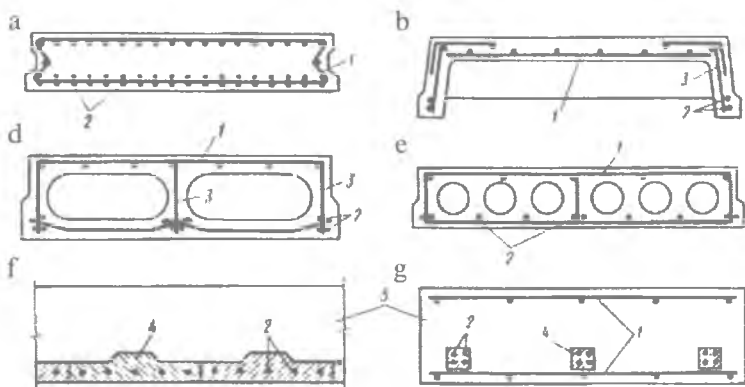
Plitalarning hisobiy uzunliklari: qovurg'ali monolit plitalarda – ochiq oraliq uzunligiga teng bo'ladi, erkin tayangan plitalarda – ochiq oraliq uzunligiga plita qalinligi qo'shib olinadi. Plitalarda ishchi armaturalar diametri 5–12 mm, montaj armaturalarniki esa 4–8 mm olinishi mumkin. Ishchi armaturaning umumiy yuzasi hisob asosida belgilanadi; montaj armaturasi-ning yuzasi konstruktiv ravishda qabul qilinadi; bu yuza eng katta moment hosil bo'ladigan kesimdagi ishchi armatura yuzasi-ning 10% idan kam bo'lmasligi lozim.



11.1-rasm. Plitalarni armaturalash: a – bir oraliqli; b – uzluksiz armaturalangan ko'p oraliqli; v – xuddi shunday, uzlukli armaturalangan; 1 – ishchi sterjenlar; 2 – montaj sterjenlari

Ishchi sterjenlar orasidagi masofa plitaning o'rta qismida va tayanch ustida, plita qalinligi $h_p \leq 150$ mm bo'lsa, ko'pi bi-

lan 200 mm; agar $h > 150$ mm bo'lsa, ko'pi bilan $1,5 h_p$ olinadi. Sterjenlar oralig'i qolgan uchastkalarda 350 mm dan ortmasligi kerak. Taqsimlovchi armaturalar oralig'i ham ko'pi bilan 350 mm olinadi.



11.2-rasm. Yig'ma, yig'ma-monolit plitalarning ko'ndalang kesimlari:
 1 — payvandlangan to'r; 2 — ishchi armatura; 3 — yassi karkaslar;
 4 — yig'ma elementlar; 5 — monolit beton

Plitalarni o'rama yoki tekis ko'rinishda tayyorlangan standart payvand simto'rlar bilan armaturalash maqsadga muvofiqdir. Bunday simto'rlar diametri 3–5 mm bo'lgan oddiy armaturabop simlardan yoki diametri 6–10 mm bo'lgan A-III sinfli davriy profilli po'latdan ishlanadi. Po'latni tejash maqsadida ishchi sterjenlarning bir qismi, tayanchgacha yetkazilmay, eguvchi momentlar epyurasiga muvofiq ravishda, oraliqda uzib qo'yilishi mumkin. Tayanchgacha yetkaziladigan sterjenlarning kesim yuzasi eng katta musbat eguvchi momentga mos bo'lgan kesimdagi armaturalar kesim yuzasining $1/3$ qismidan kam bo'lmasligi kerak.

To'sinlar va ularni loyihalash. Temir-beton to'sinlarning ko'ndalang kesimlari turli shakllarga ega bo'lishi mumkin. Bular ichida eng ko'p tarqalganlari to'g'ri to'rtburchak (11.3-a rasm), tokchasi yuqorida joylashgan tavr (11.3-b rasm) va qo'shtavr

(11.3-s rasm) shaklli kesimlardir. Shular bilan bir qatorda tokchasi pastda joylashgan tavr (11.3-v rasm), trapetsiyasimon (11.3-g rasm), ichi bo'sh (11.3-j rasm) va boshqacha shaklli kesimlar ham qo'llanadi. Tavr shaklli kesimlar alohida to'sinlarda ham, qovurg'ali monolit yopmalarda ham uchraydi.

Ko'ndalang kesimlar balandligi odatda to'sin uzunligining $1/10-1/20$ qismini, kengligi esa balandlikning $1/2-1/4$ qismini tashkil etadi. Ko'ndalang kesim o'lchamlarini birxillash-tirish maqsadida to'sinning balandligi (agar $h < 500$ mm bo'lsa) 50 mm va ($h > 500$ mm bo'lsa) 100 mm ga karrali qilib olinadi; to'sinning kengligi 100, 120, 150, 180, 200, 250 mm, davomi 50 mm ga karrali bo'ladi.

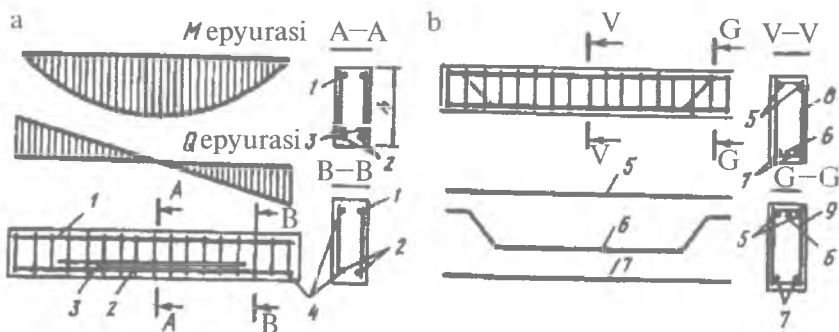
Bo'ylama ishchi armatura, ozgina himoya qatlami qoldirilgan holda to'sinning cho'zilish zonasiga joylanadi. Qiya kesimlarda qarshilikni oshirish maqsadida ko'ndalang armaturalar o'rnatiladi. Bundan tashqari, ko'ndalang armaturani mahkamlash va fazoviy karkas hosil qilish uchun to'sinning siqilish zonasiga montaj armatura qo'yiladi.

To'sinlar asosan payvandlangan karkaslar bilan (11.4-a rasm), ba'zi hollarda to'qima karkaslar bilan (11.4-b rasm) armaturalanadi. Payvand to'rlardagi cho'ziluvchi sterjenlar 2 tayanchga qadar olib boriladi, 3 sterjen oraliqda uzib qo'yiladi. Montaj sterjenlari 1 va ko'ndalang 4 sterjenlar qirquvchi kuchlarni qabul qiladi. To'qima karkasdagi bo'ylama cho'ziluvchi sterjen 7 ham tayanchga qadar mo'ljallangan, 6 – bukilgan sterjen, 5 – montaj sterjeni, 8 – ochiq xomut, 9 – yopiq xomut ham karkas hosil qilish uchun ishlatiladi.



11.3-rasm. Temir-beton to'sinlarning ko'ndalang kesim yuzalari

To'sin kesimidagi yassi payvand to'rlarning soni turlicha bo'lishi mumkin. To'sin kesimining kengligi 100–150 mm bo'lsa – bitta, kenglik kattaroq bo'lsa – ikkita va undan ortiq to'rl o'rnatiladi. Po'latni tejash maqsadida ishchi bo'ylama armaturalarning bir qismi tayanchlarga yetkazilmay, oraliqda uzib qo'yilishi mumkin. Bu ish hisoblarga asoslangan holda amalga oshiriladi. Biroq (to'sinning kengligi 150 mm va undan ortiq bo'lsa) kamida ikki sterjen tayanchga qadar davom ettirilishi zarur. Alohida yassi to'rlar sterjenlar yordamida birlashtirilib, fazoviy karkas hosil qilinadi.



11.4-rasm. Bir oraliqli to'sinlarni armaturalash: a – payvand karkaslar; b – to'qima karkaslar

To'sin kesimidagi yassi payvand to'rlarning soni turlicha bo'lishi mumkin. To'sin kesimining kengligi 100–150 mm bo'lsa – bitta, kenglik kattaroq bo'lsa – ikkita va undan ortiq to'rl o'rnatiladi. Po'latni tejash maqsadida ishchi bo'ylama armaturalarning bir qismi tayanchlarga yetkazilmay, oraliqda uzib qo'yilishi mumkin. Bu ish hisoblarga asoslangan holda amalga oshiriladi. Biroq (to'sinning kengligi 150 mm va undan ortiq bo'lsa) kamida ikki sterjen tayanchga qadar davom ettirilishi zarur. Alohida yassi to'rlar sterjenlar yordamida birlashtirilib, fazoviy karkas hosil qilinadi.

To'sinlar to'qima karkaslar bilan armaturalansa, ko'ndalang kuchlarni qabul qilish uchun xomutlar o'rnatiladi. Agar siqilish zonasidagi bo'ylama sterjenlar ikkitadan ortmasa — ochiq xomut, ikkitadan ortsa va hisob bo'yicha siqilish zonasiga armatura qo'yilishi lozim bo'lsa — yopiq xomut qo'yiladi. To'sinning kengligi 350 mm dan katta bo'lsa, to'rt simli xomut qo'yish tavsiya etiladi; bunday xomut ikkita ikki simli xomutdan tashkil topadi.

To'qima karkaslarda bo'ylama ishchi armaturaning bir qismini tayanch yaqinida bukib, siqilish zonasiga kiritib qo'yish maqsadga muvofiqdir. To'sinning bu qismida cho'ziluvchi armatura kamroq talab etiladi, biroq ko'ndalang kuchlarni (bosh cho'zuvchi kuchlanishlarni) qabul qilish uchun ko'proq armatura talab etiladi. Bukmalar asosan 45° burchak ostida o'tkaziladi, biroq baland to'sinlarda (balandligi 800 mm dan ortiq bo'lsa) bukilish burchagini 60° ga qadar oshirish, balandligi past bo'lgan to'sinlarda 30° ga qadar kamaytirish mumkin.

Ishchi bo'ylama armaturaning diametri 10–40 mm oralig'ida olinishi zarur. To'qima karkas xomutlarining diametri to'sin kesimining balandligi 800 mm gacha bo'lsa — kamida 6 mm, 800 mm dan ortiq bo'lsa — kamida 8 mm olinadi. Montaj armaturasining diametrini 10–12 mm olsa bo'ladi.

To'sin kesimining balandligi 700 mm dan katta bo'lsa, to'sinning ikkala yon sirti yaqiniga har 400 mm oraliqda diametri 10–12 mm bo'lgan bo'ylama sterjenlar o'rnatish tavsiya etiladi. Bu sterjenlar kesimlarining yig'indi yuzasi to'sin qovurg'asi kesim yuzasining 0,1% idan kam bo'lmasligi kerak. Tavr kesimlari ba'zi to'sinlarda payvandlangan karkaslar bilan bir qatorda tokchalarni armaturalash uchun payvand to'rlari ishlatiladi.

Beton yotqizish va zichlashtirishni qulaylashtirish uchun, shuningdek, armatura bilan beton orasidagi yopishuv ishonchliroq bo'lishi uchun bo'ylama sterjenlar orasidagi masofa armatura diametridan kichik bo'lmasligi hamda pastki ar-

maturalar oralig'i 25 mm dan, ustki armaturalar oralig'i 30 mm dan kam bo'lasligi lozim. Armaturalar kesim balandligi bo'yicha ikki qatordan ortiq bo'lsa, bo'ylama sterjenlar orasidagi masofa gorizontal yo'nalishda 50 mm dan kam bo'lasligi kerak.

Xomutlar orasidagi masofa to'sin kesimining balandligi $h < 450$ mm bo'lsa, $l = 2h$ yoki ko'pi bilan 150 mm; agar kesim balandligi 450 mm dan katta bo'lsa, $l = 3h$ yoki ko'pi bilan 300 mm olinadi. Bu talab tayanchlarga yaqin uchastkalar uchun taalluqlidir. To'singa tekis yoyiq kuch qo'yilgan bo'lsa, tayanch oldi uchastkasi $1/4h$ deb, agar yig'iq kuchlar qo'yilgan bo'lsa, tayanchdan birinchi yig'iq kuchgacha bo'lgan masofa qabul qilinadi. To'sinning qolgan qismlarida xomutlar orasidagi masofa $3/4h$ gacha oshirilishi mumkin, lekin xomut masofasi 500 mm dan oshmasligi kerak.

Oldindan zo'riqtirilgan temir-beton elementlarini loyihalash. Oldindan zo'riqtirilgan elementlar uchun armatura po'latlari konstruksiya turi, beton sinfi, ta'sir etuvchi kuchlarning tavsifi (xarakteri), atrof-muhitning harorati va zararliligi, ishlash sharoiti va boshqa omillarga bog'liq holda tanlanadi. Iloji boricha mustahkamligi yuqoriroq bo'lgan armatura tanlashga harakat qilish kerak, betonning sinfi konstruksiyaning turi, betonning xili, taranglangan armaturani sinfi va diametri, ankerining bor-yo'qligiga qarab belgilanadi.

Elementlari diametri 5 mm gacha bo'lgan Bp-II sinfli sim bilan ankersiz armaturalansa, betonning sinfi B20 dan, diametri 6 mm va undan ortiq bo'lsa B30 dan kam bo'lasligi lozim. K-7 va K-19 sinfli arqonsimon armatura qo'llangan elementlardagi betonning sinfi kamida B30 olinadi. Agar A-V (At-IV) va At-IV sinfli sterjenli ankersiz armatura ishlatilsa, armatura diametri 18 mm gacha bo'lganda beton sinfi kamida B20 va B30, armatura diametri 20 mm va undan ortiq bo'lganda B25 va B30 dan kam bo'lasligi kerak.

Taranglangan armaturaning betonga yaxshi birikuvi va zo'riqishlarning betonga uzatilishini ta'minlash maqsadida armaturani uchiga anker deb atalgan maxsus mahkamlovchi moslama o'rnatiladi. Armatura tirgaklarga tirab taranganlaganda, agar armatura bilan beton o'zicha puxta biriksa, masalan, armatura davriy profilli po'latdan yoki sim arqonlar (kanat)dan tashkil topgan bo'lsa, anker uskunalamasa ham bo'ladi. Biroq buning uchun beton yuqori darajada mustahkam bo'lishi, bundan tashqari, maxsus konstruktiv choralar qo'llangan (qo'shimcha ko'ndalang armaturalar o'rnatilgan, himoya qatlamining qalinligi oshirilgan) bo'lishi lozim.

Aylana kesimli konstruksiyalar (rezervuarlar, quvurlar va h.k.) o'ta mustahkam sim bilan uzluksiz ravishda armaturalansa, simning bir uchi o'rama spiral ostiga mahkamlanadi va ikkinchi uchi siquvchi boltga o'ralib, betonda qoldirilgan metall taxtakachlarga burab tig'izlanadi.

Oldindan zo'riqtirilgan temir-beton konstruksiyalarda taranglangan armatura ta'sir etuvchi kuchga qarab joylashtiriladi. Markaziy cho'ziladigan elementlarda (fermalarning pastki tasmalari, tortqichlar va h.k.) taranglangan armatura kesim bo'ylab bir tekisda joylashtiriladi, rezervuar va quvurlarning devorlari maxsus mashinalar yordamida o'ta mustahkam sim bilan armaturalanadi yoki halqa simlar o'ralib, domkrat yoki tortuvchi muftalar yordamida taranglanadi.

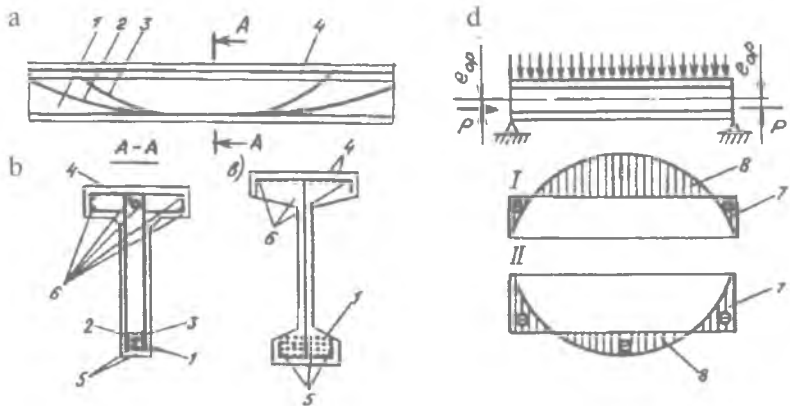
Egiluvchi nomarkaziy cho'ziluvchi va yelkasi katta bo'lgan nomarkaziy siqiluvchi elementlarning kesimi qo'shtavr, tavr va qutisimon shakllarda loyihalalanadi. Egiluvchi elementlarda taranglangan asosiy armatura cho'zilish zonasiga joylanadi, ba'zan kesim yuzasi $A_{sp}=(0.15...25) A_s$ bo'lgan taranglangan armatura siqilish zonasiga ham o'rnatiladi. Taranglangan armaturani siqilish zonasiga joylashdan maqsadi shuki, u nomarkaziy siqilgan (tayyorlash jarayonida) betonni yorilishdan asraydi, chunki egiluvchi to'sinning siqilish zonasi bunday

paytda cho'zilishga ishlay boshlaydi va to'sinda yorilish xavfi paydo bo'ladi.

11.5-g rasmda siquvchi kuch va tashqi yoyiq va yuk ta'sirida to'sinda vujudga keladigan kuchlanishlar epyurasi tasvirlangan; bu yerda yelka l_{op} o'zgarmas bo'lib, kuchlanish momentlar epyurasiga muvofiq ravishda parabola bo'yicha o'zgaradi. Epyuralarning algebraik yig'indisini olganda to'sinning pastki qirrasidagi cho'zuvchi kuchlanishlar ancha kamayadi, agar siquvchi kuch R va uning yelkasi to'g'ri tanlansa, o'sha kuchlanish butunlay yo'qolishi mumkin. To'sinning tayanch yaqinidagi yuqori qismida siquvchi R kuchdan hosil bo'lgan cho'zuvchi kuchlanish saqlanib qoladi, to'sinning shu uchastkasi yemirilishi ham mumkin, element uchlaridagi kuchlanishlarni kamaytirish maqsadida pastki taranglangan armaturaning bir qismi bukib qo'yiladi (11.5-a rasm). Bunda yelka l_0 hamda siquvchi kuch R , demak, cho'zuvchi kuchlanish ham elementning uchi tomon kichrayib boradi. Tayanch yaqinidagi og'ma kesimida hosil bo'ladigan bosh cho'zuvchi kuchlanishlarni qabul qilishda ham taranglangan armaturani bukish foydadan xoli emas.

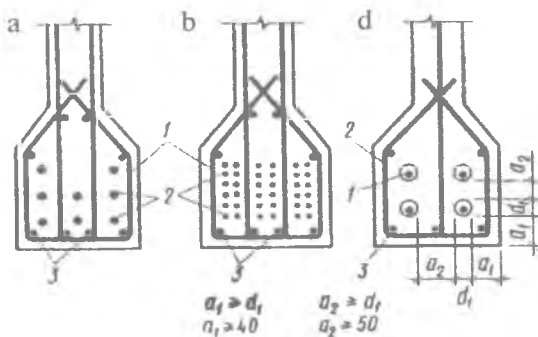
Egiluvchi elementlarga ta'sir etuvchi ko'ndalang kuchning qiymati salmoqli bo'lsa, to'sinning tayanchga yaqin qismida zarurat bo'lgan holda, bo'ylama armaturadan tashqari ko'ndalang armatura — xomutlar ham taranglanadi. Tayanch atrofi-da to'sinning ikki o'q yo'nalishida oldindan zo'riqtirilishi og'ma kesimlar bo'yicha yorilishining oldini oladi.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyada, ayniqsa, armatura betonga tirab taranglanadigan holatlarda zo'riqtiriladigan armaturalar A_s' va A_s'' dan tashqari zo'riqtirilmagan oddiy armaturalar A_s va A_s ham joylashtiriladi. Tuynuklar orasidagi masofalar pastki armaturalar uchun armatura diametridan yoki 25 mm dan, tuynuklar orasidagi masofa esa tuynuk diametridan yoki 50 mm dan kam bo'lmasligi lozim.



11.5-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan egiluvchi elementlarni armaturalash:

1, 4 – zo'riqtirilgan armatura; 5, 6 – zo'riqtirilmagan armatura;
7 – siquvchi zo'riqishdan hosil bo'lgan kuchlanishlar epyurasi; 8 – tashqi yuklar ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlar epyurasi



11.6-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan to'sinning cho'zilgan zonasini armaturalash:
a – sterjenlar bilan; b – yuqori mustahkamli simlar bilan; v – kanaldagi o'ramlar bilan;
1 – xomutlar; 2 – zo'riqtirilgan armatura; 3 – oddiy bo'ylama armatura

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni loyihalash jarayoni da kuch ko'p tushadigan ayrim joylarini kuchaytirish talab etiladi. Ankerlar va tortish moslamalari o'rnatilgan joylar ana shunday joylardan sanalib, bu joylar qo'shimcha ko'ndalang armatura yoki metall taxtakach qo'yish yoki o'sha uchastkada element kesimini kattalashtirish yo'li bilan kuchaytiriladi.

11.2. Egiluvchi elementlar mustahkamligini normal kesimlar bo'yicha hisoblash

To'sinning yuk ko'tarish qobiliyati nihoyasiga yetgach, u normal yoki og'ma kesim bo'yicha yemiriladi (11.7-b rasm).

Normal kesim bo'yicha yemirilish eguvchi moment ta'sirida, og'ma kesim bo'yicha esa ko'ndalang kuch ta'sirida ro'y beradi. Me'yorida armaturalangan temir-beton elementlarning yemirilishi cho'ziluvchi armaturadan boshlanadi. Armaturadagi kuchlanish oqish chegarasiga yetganda, betonning siqilish zonasi balandligi keskin kichrayadi, bu esa betonning yemirilishiga olib keladi. Cho'ziluvchi armaturalar soni ko'p bo'lgan to'sinlarda yemirilish siqilish zonasidagi betondan boshlanadi, bunda armaturadagi kuchlanish oqish chegarasidan ancha kichik bo'ladi, bu, albatta, tejamkorlikka ziddir.

Temir-beton to'sinlar buzilishidagi ana shu ikki holga mos ravishda ikki xil hisoblash usuli ishlab chiqilgan:

a) birinchi usulga ko'ra hisob normal miqdorda armaturalangan temir-beton elementlarning yemirilishi cho'ziluvchi armaturadagi kuchlanish hisobiy qarshilikka yetishganda ro'y beradigan hol uchun bajariladi;

b) ikkinchi usulga ko'ra hisob armatura miqdori keragidan ortiqcha bo'lgan elementlarda yemirilish betonning siqilish zonasidan boshlanadigan hol uchun amalga oshiriladi.

Yakka armaturali to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlar. Betonning siqilish zonasidagi kuchlanishlar epyurasi to'g'ri to'rtburchakli qilib olinadi (aslida esa epyura egri chiziqli bo'ladi). Shunda hisob ancha soddalashadi (11.7-g rasm).

Geometrik tavsiflar:

$$A_b = bx, \quad (34) \quad \text{va} \quad Z_b = h_0 - 0,5x, \quad (11.1)$$

bunda: h_0 – ishchi balandlik; a_s – himoya qatlami.

Siqilish zonasining balandligi X ni aniqlash uchun statika-ning muvozanat tenglamasini tuzamiz:

$$R_s - R_b bx = 0, \quad (11.2)$$

Bu yerda:

$$R_b bx = R_s A_s. \quad (11.3)$$

Bundan siqilayotgan zonaning balandligi X kelib chiqadi:

$$X = R_s A_s / R_b b. \quad (11.4)$$

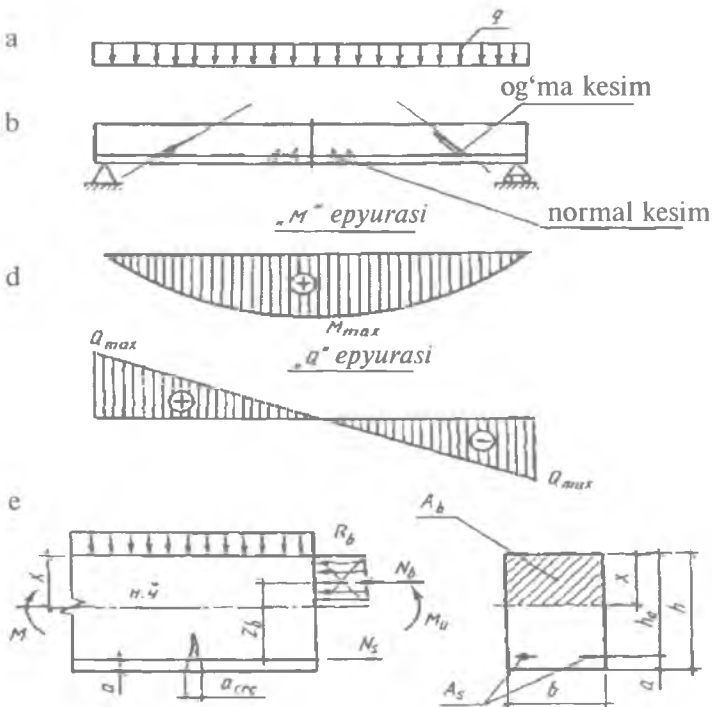
Element uchun mustahkamlik sharti quyidagi ko‘rinishga ega:

$$M \leq N_b Z_b; \quad (11.5)$$

• beton bo‘yicha: $M \leq R_b bx (h_0 - 0,5 x); \quad (11.6)$

• armatura bo‘yicha: $M \leq N_s Z_b. \quad (11.7)$

$$N_s = R_s A_s$$



11.7-rasm. Egiluvchi elementni hisoblash: a – yoyiq yuk; b – to‘sin; v – epyuralar; g – yakka armaturali elementni mustahkamlikka hisoblash

Topilgan qiymatlarni 11.7-formulaga qo'ysak:

$$M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5 X), \quad (11.8)$$

Egiladigan elementlar ko'ndalang kesimidagi kuch sxemasi va zo'riqishlar epyurasi.

Armaturalash foizini belgilash. Agar $X = \xi h_0$ bo'lsa, unda $\xi h_0 = R_s A_s = R_b b$ bo'ladi. Bundan beton siqilish zonasining nisbiy balandligi:

$$\xi = R_s A_s = R_b b h_0 = \mu R_s = R_b, \quad (11.9)$$

Bu yerda: $\mu = A_s = b h_0$ — armaturalash koeffitsienti; μ_{100} — armaturalash foizi.

11.9-formuladan ko'rinadiki, μ ning ortishi bilan ξ ham ortib boradi. Beton siqilish zonasining nisbiy balandligi chegaraviy qiymatini 11.9-formulaga qo'yib, armaturalash koeffitsientining eng katta qiymatiga ega bo'lamiz:

$$\mu_{max} = \xi_R R_b = R_s, \quad (11.10)$$

Bu yerda: ξ_R — nisbiy balandlik ξ ning chegaraviy qiymati.

11.10-formuladan armaturalashning maksimal qiymati beton va armaturaning hisobiy qarshiliklariga bog'liq ekanligi yaqqol ko'rinib turibdi.

Shu bilan birga, me'yorlarda armaturalashning minimal qiymati ham belgilab qo'yilgan. Egiluvchi sterjenlar uchun cho'zilishga ishlovchi armaturaning minimal kesim yuzasi $A_s = 0,0005 b h_0$ qilib belgilangan (b — to'g'ri to'rtburchakli kesimning eni). Agar elementning armaturalash foizi belgilangan minimumdan kichik bo'lsa, uni armaturalanmagan beton element sifatida hisoblash lozim.

Armaturalashning optimal foizi to'sinlar uchun $\mu = 1...2 \%$, plitalar uchun $\mu = 0,3...0,6 \%$.

To'g'ri to'rtburchakli kesimlarni jadval bo'yicha hisoblash. Amalda yakka armaturali to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlar jadval yordamida hisoblanadi Buning uchun 11.6 va 11.8-formulalarga o'zgartirish kiritamiz:

$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x)$, agar $x = \xi h_0$ bo'lsa, $M \leq R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5 \xi h_0)$ bo'ladi, h_0 ni qavsdan tashqariga chiqaramiz: $M \leq R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5 \xi)$; agar $\alpha_m = \xi (1 - 0,5 \xi)$ belgilasak, $M \leq R_b b h_0^2 \alpha_m$ kelib chiqadi.

Bu yerda:

$$\alpha_m = M / R_b b h_0^2. \quad (11.11)$$

Shu ishni armatura uchun ham takrorlaymiz. $M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5x)$, $x = \xi h_0$ ni bilgan holda $M \leq R_s A_s (h_0 - 0,5 \xi h_0)$ dan h_0 ni qavsdan tashqariga chiqaramiz:

$$M \leq R_s A_s h_0 (1 - 0,5 \xi). \quad (11.12)$$

Agar $1 - 0,5 \xi = \zeta$ deb belgilasak, $M \leq R_s A_s h_0 \zeta$ kelib chiqadi. Bu tenglamadan armaturaning yuzasini topamiz:

$$A_s = M / R_s h_0 \zeta. \quad (11.13)$$

Agar to'g'ri to'rtburchakli kesimning o'lchamlari ma'lum bo'lsa, α_m orqali jadvaldan ζ koeffitsient aniqlanadi, so'ngra 11.13-formuladan armatura yuzasi A_s topiladi (11.7-rasm).

Beton siqilish zonasining nisbiy balandligi $x = \xi / h_0$. x ning chegaraviy qiymati ξ_R tarzida ifodalanadi. $x = \xi_R$ bo'lganda element chegaraviy holatda bo'lib, armaturadagi kuchlanish R_s ga tenglashadi.

Tabiiyki, ξ_R ning chegaraviy qiymati va shunga mos chegaraviy armaturalash mavjud, bu chegaradan o'tgach, yemirilish cho'zilgan armaturadan emas, balki siqilgan betondan boshlanadi. Hisobning birinchi va ikkinchi hollari orasidagi chegara ham ana shundan iboratdir (11.7-rasm). Shunday qilib, agar $\xi = x / h_0 \leq \xi_R$ bo'lsa, elementlar birinchi holning 11.3 va 11.13-formulalari asosida hisoblanadi. Agar $\xi > \xi_R$ bo'lsa, hisob ikkinchi hol formulalari bo'yicha amalga oshiriladi. Tajribalarning ko'rsatishicha ξ_R ning qiymati beton va armaturaning xossalari bog'liq bo'ladi.

Betonning mustahkamligi ortgan sari uning qayishqoqligi pasayishi hisobiga, betonning siqilish zonasida fursatidan ilgariroq mo'rt yemirilish sodir bo'ladi, bu esa ξ_R ning kamayishiga

olib keladi. Tajribalarning ko'rsatishicha, beton va armaturaning mustahkamligi ortgan sari ξ_R ning qiymati kamaya boradi. Demak, kesimning siqilish zonasi kichraya boradi. ξ_R formuladan topiladi.

Konstruksiyalarni hisoblashda ularning eng tejamkor va arzon nusxalarini tanlashga intilmoq zarur. Tajribalarning ko'rsatishicha, to'sinlarda $x = 0,2...0,3$ va plitalarda $x=0,1...0,25$ olinasa, mablag' tejaladi.

Element yakka tartibda armaturalanganda, siqilish zonasidagi beton buzilmagan holda qabul qila oladigan momentning chegaraviy qiymati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M_R = \alpha_R R_b b h_0^2, \quad (11.14)$$

bu yerda:
$$\alpha_R = x_R (1 - 0,5 \xi_R). \quad (11.15)$$

Hisobning ikkinchi holida $\xi_R > \xi$, ya'ni elementning yemirilishi siqilish zonasidan boshlanadi, deb olinadi. Armaturalash foizini keragidan ortiqcha olish temir-beton elementlarning mustahkamligini sezilarli darajada oshirmaydi. Bunday elementlar mustahkamligini $x = \xi_R h_0$ deb olib, 11.12-formula yordamida hisoblasa bo'ladi.

Yakka armaturali egiluvchi elementlarning armatura yuzasini topish maqsadida 11.3 va 11.13-formulalardagi R_s o'rniga σ_s ni qo'yish tavsiya etiladi, chunki armaturadagi kuchlanish siqilish zonasidagi betonning barvaqt yemirilishi oqibatida hisobiy qarshilik qiymatiga yetib bora olmaydi.

Har bir qatorda joylashgan sterjendagi kuchlanish quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_{si} = [\sigma_{sc,\mu} / (1 - \omega / 1,1)(\omega / \xi_i - 1)], \quad (11.16)$$

bu yerda: $\xi_i = x / h_{oi}$, h_{oi} – eng siqilgan nuqtadan tegishli qator armaturasining og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqacha bo'lgan masofa.

σ_{si} kuchlanishlari har qanday holda ham hisobiy qarshiliklar R_s va R_{sc} ning absolyut qiymatlaridan ortib ketmasligi zarur.

Bunday holda hisob muvozanat tenglamalari bilan 11.16-formulani birgalikda yechish orqali bajariladi.

Amalda bu turdagi masalalar asosan uch xil holatda uchrashi mumkin:

1. Elementning kesim o'lchamlari, materiallari tavsifi va unga ta'sir etayotgan tashqi hisobiy eguvchi moment berilgan bo'lib, ishchi armatura miqdorini aniqlash talab etiladi.

2. Elementga ta'sir etayotgan tashqi hisobiy eguvchi moment va materiallar tavsifi berilgan bo'lib, elementning kesim o'lchamlari va ishchi armaturasi miqdorini aniqlash talab etiladi.

3. Element oldindan loyihalangan bo'lib, uning materiallari tavsifi, kesim o'lchamlari va ishchi armaturalari miqdori berilgan, elementning yuk ko'tarish qobiliyati (tashqi hisobiy eguvchi momenti)ni aniqlash talab etiladi.

Quyida shu uch turdagi masalalarga oid misollarni ko'rib chiqamiz.

11.1-misol. Temir-beton plita uchun zarur bo'lgan ishchi armatura miqdori aniqlansin.

Tashqi hisobiy eguvchi moment $M=3,5$ kN·m. Og'ir beton sinfi B20, armatura sinfi A-I. Plitaning ko'ndalang kesim o'lchamlari $b=80$ sm;

$$h=6,0 \text{ sm}; \gamma_{b2}=0,9, A_S = ?$$

Yechish. Ilovadagi 3- va 6-jadvaldan betonning hisobiy qarshiligi $R_b=11,5$ MPa; armaturaning hisobiy qarshiligi $R_S=225$ MPa; $h_0=h-a=60-15=45$ mm; $a=15$ mm betonning himoya qatlamini.

Koeffitsient α_m 11.11-formuladan

$$\alpha_m = \frac{M}{\gamma_{e2} \cdot R_b \cdot e h_0^2} = \frac{3,5 \cdot 10^5}{0,9 \cdot 11,5 \cdot 80 \cdot 4,5^2 \cdot (100)} = 0,209$$

$$\text{u holda: } \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,209} = 0,238.$$

Beton siqiluvchi zonasining tavsifi:

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot \gamma_{b2} \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 0,9 \cdot 11,5 = 0,767.$$

Siqiluvchi zona nisbiy balandligining chegaraviy miqdori ifodadan quyidagicha aniqlanadi:

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1.1}\right)} = \frac{0,767}{1 + 225 / 500 \left(1 - \frac{0,767}{1.1}\right)} = 0,675$$

bu yerda: $\sigma_{sR} = R_s = 225 \text{ MPa}$ – A-I sinfli armatura uchun; $\gamma_{v2} < 1$ bo'lgani uchun $\sigma_{sc,u} = 500 \text{ MPa}$ deb olamiz.

Demak, $\xi = 0,238 < \xi_R = 0,675$ u holda ishchi armaturaning talab etilgan miqdori

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \xi \cdot h_0} = \frac{3,5 \cdot 10^5}{225 \cdot 0,881 \cdot 4,5 \cdot 100} = 3,92 \text{ sm}^2$$

bu yerda: $\xi = 1 - \xi/2 = 1 - \frac{0,238}{2} = 0,881$

Armaturalash koeffitsienti:

$$\mu = \frac{A_s}{e h_0} = \frac{3,92}{80 \cdot 4,5} = 0,011 > \mu_{\min} = 0,0005$$

Ishchi armaturani $5\emptyset 10$ A-I, $A_s = 3,93 \text{ sm}^2$ qabul qilamiz.

Zo'riqtirilgan ishchi armaturaning talab etilgan yuzasi:

$$A_{sr} = \frac{\xi \cdot e \cdot h_0 \cdot R_s}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp}} = \frac{0,197 \cdot 25 \cdot 47 \cdot 15,3}{1,06 \cdot 815} = 4,01 \text{ sm}^2$$

Qabul qilamiz $2\emptyset 16$ A-VI: $A_{sr} = 4,02 \text{ sm}^2$

11.2-misol. To'sinning kesim o'lchamlari va ishchi armaturasining yuzasi aniqlansin.

Tashqi hisobiy eguvchi moment $M = 120 \text{ kN} \cdot \text{m}$: og'ir beton sinfi B30, $R_b = 17 \text{ MPa}$, $\gamma_{b2} = 0,9$ ($R_b = 0,9 \cdot 17 = 15,3 \text{ MPa}$); armatura sinfi A-II ($R_s = 280 \text{ MPa}$)

$b \times h = ?$ $A_s = ?$

Yechish. To'sin enini oldindan $b = 20 \text{ sm}$ deb olamiz. Armaturalash koeffitsientining eng muvofiq (optimal) miqdorini qabul

qilamiz $\mu=0,012$, u holda $\xi = \mu \cdot \frac{R_s}{R_e} = 0,012 \cdot \frac{280}{15,3} = 0,22$, bundan

$\alpha_m = \xi(1 - \xi/2) = 0,22(1 - \frac{0,22}{2}) = 0,196$ to'sinning ishchi balandligi:

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m \sigma R_e}} = \sqrt{\frac{120 \cdot 10^5}{0,196 \cdot 20 \cdot 15,3 \cdot (100)}} = 44,7 \text{ sm}$$

Agar himoya qatlami $a=3$ sm desak, to'sinning balandligi $h=h_0+a=44,7+3=47,7$ sm. Qabul qilamiz $h=50$ sm; u holda $h_0=h-a=50-3=47$ sm; beton siqiluvchi zonasi tavsifi $\omega=0,85-0,008 \cdot 15,3=0,73$; $\sigma_{sr}=280$ MPa; $\sigma_{sc,u}=500$ MPa, chunki $\gamma_{b2}=0,9 < 1$; u holda

$$\xi_R = \frac{0,73}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,73}{1,1}\right)} = 0,614$$

bundan:

$$\alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R) = 0,614 (1 - 0,5 \cdot 0,614) = 0,425;$$

$$\alpha_m = \frac{M}{\sigma \cdot h_0^2 \cdot R_e \cdot \gamma_{e2}} = \frac{120 \cdot 10^5}{20 \cdot 47^2 \cdot 15,3 \cdot (100)} = 0,178$$

Demak, $\alpha_R=0,425 > \alpha_m=0,178$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,178} = 0,198.$$

Talab etilgan armatura yuzasi:

$$A_s = \frac{\xi \cdot \sigma \cdot h_0 \cdot R_e \cdot \gamma_{s2}}{R_s} = \frac{0,198 \cdot 20 \cdot 47 \cdot 15,3}{280} = 10,17 \text{ sm}^2$$

Qabul qilamiz: 4 \emptyset 18 A-II, $A_s=10,18 > A_s=10,17 \text{ sm}^2$

11.3-misol. To'sinning normal kesim bo'yicha mustahkamligi tekshirilsin: $M=450$ kN·m, $h=75$ sm; $b=30$ sm; $a=4$ sm; og'ir beton sinfi B20; $\gamma_{b2}=0,9$, $R_b=11,5 \cdot 0,9=10,35$ MPa; $\alpha=0,85$. Ar-

matura 6 Ø 25 A-III, $A_s=29,45 \text{ sm}^2$; $R_s=365 \text{ MPa}$; $\sigma_{sR}=R_s=365 \text{ MPa}$.

$$M_{\text{adm}} = ?$$

Yechish. Ishchi balandlik:

$$h_0 = h - a = 75 - 4 = 71 \text{ sm};$$

siqiluvchi zona tavsifi

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767;$$

siqiluvchi zona nisbiy balandligining chegaraviy miqdori:

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365 \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)}{500}} = 0,628$$

U holda siqiluvchi zonaning chegaraviy balandligi:

$$x_R = \xi_R \cdot h_0 = 0,628 \cdot 71 = 44,6 \text{ sm};$$

$$x = \frac{365 \cdot 29,45}{10,35 \cdot 30} = 34,6 \text{ sm} < x_R = 44,6 \text{ sm}; < x_R = 44,6 \text{ sm};$$

Ichki kuchlar momenti

$$M_{\text{adm}} = R_s \cdot A_s \cdot \left(h_0 - \frac{x}{2}\right) =$$

$$= 365 \cdot 29,45 (71 - 34,6/2) \cdot (100) = 577 \cdot 105$$

$$N \cdot \text{sm} = 577 \text{ kNm} > M = 450 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Demak, to'sinning normal kesim bo'yicha mustahkamligi yetarli.

Nazorat savollari:

1. Statikaning kesimlarni hisoblashda foydalanadigan asosiy shartlari qanday?
2. Normal kesim hisobiy sxemasini chizing.
3. To'g'ri to'rtburchak shaklidagi yakka armatura kesim uchun asosiy hisoblash formulalari qanday ko'rinishga ega?
4. Hisoblash tartibi.

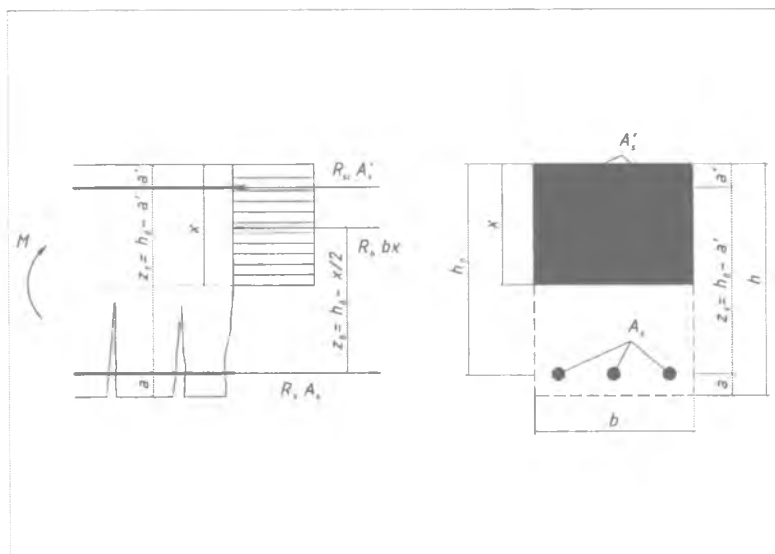
5. Yakka armaturali to'g'ri to'rtburchakli kesimli elementning yuk ko'taruvchanlik xususiyati qanday aniqlanadi?
6. Armaturalash foizi va u nimalarga bog'liq?
7. Beton va armatura sinfi qanday tanlanadi?
8. Normal kesim bo'yicha mustahkamlik qanday tekshiriladi?

Qo'sh armaturali to'g'ri to'rtburchakli kesimli elementlar

Betonning siqilish zonasiga armatura qo'yish kam foyda ber-sa-da, ba'zan shunday qilishga to'g'ri keladi.

Siqilish zonasiga armatura quyidagi uch holda qo'yiladi:

- 1) elementning ko'ndalang kesim o'lchamlari chegaralangan bo'lsa;
- 2) betonning sinfini oshirib bo'lmasa;
- 3) elementga ikki xil ishorali eguvchi momentlar ta'sir etsa.



11.8-rasm. To'g'ri to'rtburchak shaklidagi qo'sh armaturali kesimni hisoblash

Qo'sh armaturali kesimlarni hisoblash formulalari ham yakka armatura kesimlar uchun berilgan formulalar kabi tuziladi.

Agar yakka armatura qo'yganda $x > \xi_R h_0$ bo'lsa, u holda siqilish zonasiga hisob bo'yicha armatura qo'yish lozim bo'ladi. Siqilish zonasidagi armatura qabarmasligi uchun, har 50 sm masofaga xomutlar qo'yiladi (11.8-rasm).

Armatura kesimining yuzasini aniqlash. To'g'ri to'rtburchak shaklidagi qo'sh armaturali kesim uchun egilishdagi mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishga ega:

$$M \leq M_b + M'_s; \quad (11.17)$$

$$M \leq R_b A_b Z_b + R_{sc} A'_s Z'_s; \quad (11.18)$$

$$M \leq R_b b x (h_0 - 0,5x) + R_s A'_s (h_0 - a'). \quad (11.19)$$

Bu yerda: M_b va M'_s – siqilgan zonada siqilgan beton va siqilgan armatura qabul qiladigan ichki momentlar.

Siqilish zonasining chegarasi:

$$R_b b x = R_s A_s - R_{sc} A'_s \quad (11.20)$$

muvozanat tenglamasidan topiladi. Bunda $x \leq \xi_R h_0$ shart bajariladi deb qaraladi. Bu yerda ξ_R – armatura va betonning xossalriga bog'liq bo'lgan koeffitsient, ξ ning chegaraviy qiymati.

Hisobiy moment, armatura va beton sinflari berilgan bo'lsa, kesim tanlashda ikki tipdagi masala uchraydi.

1-masala. Ko'ndalang kesimning o'lchamlari h va b oldindan berilgan. A_s va A'_s lar yuzasini tanlash talab qilinadi.

Armaturalarni shunday tanlash kerakki, ularning (A_s va A'_s) sarfi minimal bo'lsin. Bu siqilgan betonning maksimal yuk ko'taruvchanlik xususiyatidan to'la foydalanilganda erishiladi, ya'ni $x = \xi_R h_0$.

(11.19) formulaga x o'rniga uning maksimal qiymatini qo'yib, quyidagini aniqlaymiz:

$$M \leq R_b b \xi_R h_0^2 (1 - 0,5 \xi_R) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s), \quad (11.21)$$

bunda: $R_b b \alpha_R h_0^2 = M_{bmax}$ – siqilgan beton qabul qiladigan maksimal moment.

Bundan:

$$A'_s = (M - R_b b \alpha_R h_0^2) / (R_{sc} (h_0 - a_s)). \quad (11.22)$$

Cho'zilgan armatura yuzasini (11.20) formuladan $x = \xi_R h_0$ qo'yib topish mumkin.

Agar A'_s nolga teng yoki manfiy chiqsa, unda hisob bo'yicha siqilgan armatura kerak va kesim yakka armaturali qilib loyihalanadi. Bunday holda siqilgan zonaga armatura konstruktiv mulohazalarga muvofiq yoki boshqa ishorali momentga hisoblash yo'li bilan topiladi va A_s ni tanlashda e'tiborga olinadi.

2-masala. Kesim o'lchamlari h , b va siqilgan armatura yuzasi A'_s ma'lum.

Siqilgan armatura qabul qiladigan momentni aniqlaymiz:

$$M_{ss} = R_{sc} A'_s (h_0 - a'_s). \quad (11.23)$$

Beton siqilgan zonasiga to'g'ri keladigan moment bo'yicha quyidagi formuladan $M_b = M - M_{ss}$, uni balandligini topamiz

$$x = h_0 - a'_s, \quad (11.24)$$

$\xi \leq \xi_R$ shartga amal qilib, x ni qiymatini 1-formulaga qo'yib, A_s aniqlaymiz.

$$A_s = (R_b b x + R_{sc} A'_s) / R_s. \quad (11.25)$$

Kesim yuzasining mustahkamligini tekshirishda (hamma ma'lumotlar berilgan) 11.20-formuladan siqilgan zona balandligini hisoblanadi, keyin 11.19-formuladan mustahkamlik sharti tekshiriladi. Agar $\xi > \xi_R$ bo'lsa, unda A'_s ni kattalashtirish yoki to'sin kesim o'lchamlarini o'zgartirish kerak.

Qo'sh armaturali elementlar

Engilishga ishlovchi, ikki tomoniga ham ishchi armatura (cho'ziluvchi va siqiluvchi zonalarga) qo'yilgan temir-beton elementlari faqatgina beton siqilgan zonasining mustahkamligini orttirish (o'lchamlarini o'zgartirmasdan) zarur bo'lganda yoki

elementlarga har xil ishorali momentlar ta'sir etgandagina qo'llaniladi.

Bunday elementlarni loyihalash huddi yakka armaturali elementlarni hisoblash kabi olib boriladi, faqat beton siqiluvchi zonasi qarshiligiga shu zonaga qo'yilgan armatura qarshiligi ham qo'shib hisoblanadi.

Qo'sh armaturali elementlarni hisoblashda, avvalo, siqiluvchi zonaning mustahkamligi tekshiriladi, agar uning mustahkamligi yetarli bo'lmasa, ya'ni $\alpha_m > \alpha_R$ bo'lsa, shundagina siqiluvchi zonaga ham ishchi armatura tanlanadi.

1-misol. To'sin uchun armaturalar tanlansin.

To'sinning ko'ndalang kesim o'lchamlari $b=30$ sm, $h=60$ sm bo'lib, tashqi hisobiy eguvchi moment $M=700$ kNm. To'sin B30 sinfdagi og'ir betondan tayyorlanadi ($R_b=0,9 \cdot 17=15,3$ MPa) $\gamma_{b2}=0,9$. Armatura sinfi A-II ($R_s=R_{sc}=280$ MPa).

$$A_s = ?, A'_s = ?$$

Yechish. To'sinning ishchi balandligi, agar $a = 4$ sm bo'lsa, $h_0 = h - a = 60 - 4 = 56$ sm beton siqiluvchi zonasining tavsifi $\omega = 0,85 \cdot 0,008 \cdot 15,3 = 0,728$; $\gamma_{b2} = 0,9 < 1$; $\sigma_{sc,u} = 500$ MPa deb olinadi.

Siqiluvchi zona nisbiy balandligining chegaraviy miqdori

$$\xi_R = \frac{0,728}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,728}{1,1} \right)} = 0,612, \text{ bundan}$$

$$\alpha_R = 0,612 (1 - 0,5 \cdot 0,612) = 0,425;$$

$$\alpha_m = \frac{700 \cdot 10^5}{15,3 \cdot 30 \cdot 56^2} = 0,486 > \alpha_R = 0,425$$

Demak, siqiluvchi zonaga armatura qo'yishimiz zarur ekan. U holda siqiluvchi armaturaning yuzasini topamiz:

$$A'_s = \frac{M - \alpha_R \cdot R_s \cdot \gamma_{s2} \cdot b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} =$$

$$= \frac{700 \cdot 10^5 - 0,425 \cdot 15,3 \cdot 30 \cdot 56^2 \cdot (100)}{280 \cdot (56 - 4) \cdot (100)} = 6,06 \text{ sm}^2$$

Cho'zilishga ishlaydigan armatura yuzasi:

$$A_s = \frac{R_{sc} \cdot A_s'}{R_s} + \frac{\alpha_R \cdot R_s \cdot \epsilon h_0}{R_s} = \frac{280 \cdot 6,06}{280} + \frac{0,425 \cdot 15,3 \cdot 30 \cdot 56}{280} = 45,08 \text{ sm}^2$$

qabul qilamiz.

Siqiluvchi armatura $2 \text{ } \varnothing 20 \text{ A-II}$, $A_s' = 6,28 > A_s = 6,06 \text{ sm}^2$;
cho'ziluvchi armatura $6 \text{ } \varnothing 32 \text{ A-II}$, $A_s' = 48,26 > A_s = 45,08 \text{ sm}^2$.

2-misol. To'sinning yuk ko'tarish qobiliyati aniqlansin. To'g'ri to'rtburchak kesimli qo'sh armaturalangan to'sinning o'lchamlari $b \times h = 20 \times 50 \text{ sm}$, armaturalari $A_s = 10,17 \text{ sm}^2$ ($4 \text{ } \varnothing 18$, A-II) va $A_s' = 4,02 \text{ sm}^2$ ($2 \text{ } \varnothing 16$ A-II), hisobiy qarshiliklari $R_s = R_{s,c} = 280 \text{ MPa}$, og'ir beton sinfi B20 ($R_b = 0,9 \cdot 11,5 = 10,35 \text{ MPa}$), $\gamma_{b2} = 0,9$.

$M = ?$

Yechish. To'sin kesimining ishchi balandligi $h_0 = h - a = 50 - 4 = 46 \text{ sm}$; $a = 4 \text{ sm}$; $a' = 3 \text{ sm}$;

Beton siqiluvchi zonasining balandligi:

$$x = \frac{R_s A_s - R_{s,c} A_s'}{R_s \cdot \epsilon} = \frac{280 \cdot 10,17 - 280 \cdot 4,02}{10,35 \cdot 20} = 8,32 \text{ sm}$$

To'sin qabul qilishi mumkin bo'lgan eng katta tashqi hisobiy moment:

$$\begin{aligned} M &= R_b \cdot b \cdot x (h_0 - 0,5x) + R_{s,c} A_s' (h_0 - a') = 10,35 \cdot 20 \cdot \\ &\cdot 8,32 (46 - 0,5 \cdot 8,32) + 280 \cdot 4,02 \cdot \\ &\cdot (46 - 3) = 120458 \text{ Nm} = 120,458 \text{ kN} \cdot \text{m} \end{aligned}$$

Nazorat savollari:

1. Qo'sh armaturali kesim qaysi vaqtda qo'llaniladi?
2. Kesim yuzalarini hisoblashda foydalanladigan asosiy shartlari qanday?

3. To'g'ri to'rtburchak shaklidagi qo'sh armaturali kesim uchun asosiy hisoblash formulalari qanday ko'rinishga ega?
4. Bunday kesim qanday hollarda ishlatiladi?
5. Qo'sh armaturali kesimlarni hisoblash yo'li.
6. Armatura kesimini tanlash va uni tekshirish.

Tavr, qo'shtavr va qutisimon kesimli elementlar

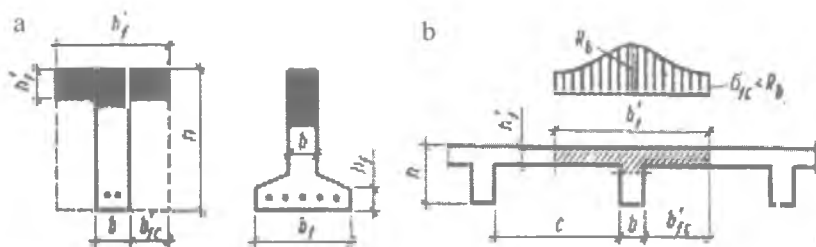
Tokchasi siqilish zonasida joylashgan tavr kesimli egiluvchi elementlar alohida to'sin ko'rinishida yoki qovurg'ali yopma tarkibida keng qo'llaniladi. Bunday kesimning maqbul tomoni shundan iboratki, bularda betonning cho'zilish zonasidagi ishlaymaydigan yuzasi kichiklashtirib, siqilish zonasidagi yuzasi, aksincha, kattalashtirilgan. Tokchasi cho'zilish zonasida joylashgan tavr shaklli elementlar kam ishlatiladi. Tokchani cho'zilish zonasiga joylashtirilishi elementning mustahkamligini oshirmaydi. Bunday kesimlar to'g'ri to'rtburchak shaklli kesimlar singari hisoblanib, eni qovurg'aning eniga teng qilib olinadi.

Tavr kesimli elementlarning tokchasi siqilish zonasida joylashsa, hisob jarayonida uning kengligi chegaralanadi. Tokcha yupqa bo'lib, qovurg'adan chiqqan qismi uzun bo'lsa, qovurg'a bilan tokchani ulangan yerida kuchlanishlari ortib ketadi, soddaroq qilib aytganda, sinadigan holga tushib qoladi. Shuning uchun tokchani yopma uzunligi (sves) hisob jarayonida cheklanadi.

Tajribadan ma'lumki, qovurg'adan uzoqlashgan sari tokcha chiqiqlaridagi siquvchi kuchlanish (σ_{fc}) kamaya boradi va element sinayotganda betonning siqilishdagi hisobiy qarshiligidan kichik bo'ladi (11.9-b rasmda kuchlanish epyurasi).

Bu uzunlik element uzunligining $1/6$ qismidan oshmasligi kerak. Bundan tashqari, elementdagi ko'ndalang qovurg'alar uzunligi bo'ylama qovurg'alar uzunligidan katta bo'lsa yoki ko'ndalang qovurg'alar umuman bo'lmasa, $h'_f < 0,1 h$ bo'lganda tokchani yopma uzunligi $6 h'_f$ dan oshmasligi lozim (11.9-rasm). Agar $h'_f \geq$

0,1h bo'lsa, tokchanning kengligi b'_f bo'ylama qovurg'alarining yon sirtlari orasidagi masofaga teng qilib olinadi.



11.9-rasm. Tavr shaklli kesimli to'sinni hisoblashga doir

Alohida to'sinlarda tokchanning hisobiy kengligi qovurg'aning har ikkala tomonida: $h'_f \geq 0,1h$ bo'lganda $6h'_f$ dan oshmasligi; $0,05h \leq h'_f \leq 0,1h$ bo'lganda $3h'_f$ dan katta bo'lmasligi lozim. Agar $h'_f < 0,05h$ bo'lsa, tokchanning qanotlari umuman hisobga olinmaydi, kesim shakli to'g'ri to'rtburchak deb qabul qilinadi hamda shunga yarasha hisoblanadi.

Tavr shaklli kesimlarni mustahkamlikka hisoblash. Tavr shaklli kesimlarni hisoblashda quyidagi ikki hol uchrashi mumkin:

- 1) neytral o'q tokchadan o'tgan hol;
- 2) neytral o'q qovurg'adan o'tgan hol (11.10-rasm).

Agar siqilgan tokchanning qarshiligi armatura qarshiligidan ortiq bo'lsa, u holda muvozanatni ta'minlash uchun siqilish zonasining bir qismidan foydalanish kifoya qiladi. Bu esa 1-holga mos keladi.

Agar siqilgan tokchanning qarshiligi armatura qarshiligidan kam bo'lsa, muvozanatni tahminlash uchun qovurg'aning bir qismini ishga solish zarur bo'ladi, bunda neytral o'q qovurg'adan o'tadi (2-hol).

Agar $x \leq h'_f$ bo'lsa, hisob to'g'ri to'rtburchakli kesim uchun berilgan formulalar asosida bajariladi (1-hol).

Neytral o'q uchun

$$R_b b'_f x = R_s A_s, \quad (11.26)$$

$$x = R_s A_s / R_b b'_f, \quad (11.27)$$

Mustahkamlik sharti:

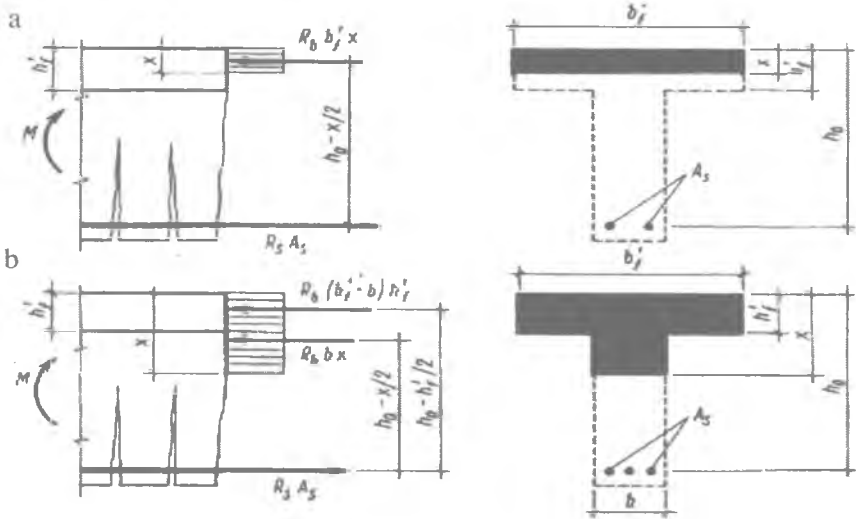
$$M \leq R_b b'_f x (h_o - 0,5x). \quad (11.28)$$

Agar $x > h'_f$ bo'lsa, neytral o'q holati (siqilish zonasi chegarasi quyidagi tenglamadan topiladi (2-hol):

$$R_s A_s = R_b b x + R_b (b'_f - b) h'_f \quad (11.29)$$

Bu hol uchun mustahkamlik sharti quyidagicha bo'ladi:

$$M \leq R_b b x (h_o - 0,5x) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_o - 0,5x). \quad (11.30)$$



11.10-rasm. Tavr shaklli kesimning hisobiy sxemasi: a – neytral o'q tokchadan o'tgan hol; b – neytral o'q qovurg'adan o'tgan hol

Tavr shaklli kesimlar uchun $x \leq \xi_R h_o$ sharti qanoatlantirilishi zarur. Cho'ziluvchi armaturaning yuzasi A_s ni aniqlash uchun 11.29 va 11.30-ifodalarni o'zgartiramiz. Bunda $x = \xi h_o$ deb olsak,

$$R_s A_s = \xi R_b b h_o + R_b (b'_f - b) h'_f \quad (11.31)$$

11.30-formulaning birinchi hadini o'zgartiramiz va

$$R_b b \xi h_0 (h_0 - 0,5h_0) g' = R_b b h_0^2 \xi (1 - 0,5\xi) = \alpha_m R_b b h_0^2. \quad (11.32)$$

U holda (11.31) formula quyidagi ko'rinishni oladi:

$$M \leq \alpha_m R_b b h_0^2 + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5h'_f). \quad (11.33)$$

A_s ni aniqlash uchun (11.33) dan α_m topiladi:

$$\alpha_m = M / R_b b h_0^2 + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5h'_f), \quad (11.34)$$

so'ngra jadvaldan ξ aniqlanadi, keyin 6-formuladan A_s topiladi.

Tavr shaklli yuzalarda neytral o'q holatini aniqlash. Neytral o'q holati quyidagi belgilar bo'yicha aniqlanadi:

– agar A_s va kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, $R_s A_s \leq R_b b_f h_f$ bo'lganda, neytral o'q tokchadan o'tadi;

– agar hisobiy eguvchi moment va kesim o'lchamlari ma'lum bo'lib, A_s noma'lum bo'lsa, u holda $M \leq R_b b_f h_f (h_0 - 0,5h_f)$ bo'lganda, neytral o'q tokchadan o'tadi, aks holda o'q qovurg'ani kesib o'tadi.

Qo'shtavr yoki qutisimon kesimli elementlarni mustahkamlikka hisoblashda, ularni teng kuchli tavr shaklli kesimga keltiriladi. Bunda cho'ziluvchi tokcha hisobga olinmaydi, chunki cho'zilish zonasida joylashgan beton darz ketgach, ishdan chiqadi. Barcha cho'ziluvchi armaturalar qovurg'aga to'planadi, ishchi balandlik ho o'zgarishsiz qolaveradi. Qovurg'aning kengligi qutisimon elementning vertikal devorlari qalinliklarining yig'indisiga yoki qo'shtavr qovurg'asi eniga teng bo'ladi.

Tavr shaklli kesimlarni hisoblashning o'ziga xosligi shundaki, agar tavrning tokchasi siqiluvchi zonada bo'lsa, hisoblash tartibi neytral o'qning holatiga ya'ni siqiluvchi zonaning chegarasiga bog'liq bo'ladi.

Agar neytral o'q tavr tokchasidan o'tsa, ya'ni $x \leq h'_f$ bo'lsa, kesimning eni tavr tokchasining hisobiy eni b'_f ga teng $b = b'_f$ to'g'ri to'rtburchakli kesimlar sifatida hisoblanadi, ya'ni

$$M \leq R_b b'_f x (h_0 - 0,5x)$$

Agar neytral o'q tavrning qovurg'asini kesib o'tsa, ya'ni $x > h'_f$ bo'lsa, u holda siqiluvchi zona tavr shaklga ega bo'ladi va hisoblash alohida-alohida (tokchasi va qovurg'asi) tartibda olib beriladi.

$$MR_b b_x (h_0 - 0,5x) + R_b (b'_f - b) h'_f (h_0 - 0,5h'_f)$$

Shuning uchun tavr shaklli kesimlarni hisoblashda, avvalo, neytral o'qning holatini aniqlab olish zarur.

1-misol. Tavr kesimli to'sin uchun ishchi armaturalar tanlan-sin: $M=180$ kN·m; $b \times h=20 \times 50$ sm; $b'_f=40$ sm; $h'_f=12$ sm, og'ir beton sinfi B20 ($R_b=11,5 \cdot 0,9=10,35$ MPa); armatura sinfi A-III ($R_s=365$ MPa). $A_s = ?$

Yechish. Kesimning ishchi balandligi $h_0=h-a=50-3,5=46,5$ sm;

Koeffitsient α_m ni hisoblaymiz:

$$\alpha_m = \frac{M}{R_s \cdot b'_f \cdot h_0^2} = \frac{180 \cdot 10^5}{10,35 \cdot 40 \cdot 46,5^2 \cdot (100)} = 0,2, \text{ bundan}$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,2} = 0,227,$$

siqiluvchi zonaning balandligi:

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,227 \cdot 46,5 = 10,5 \text{ sm} < h'_f = 12 \text{ sm}$$

Demak, neytral o'q tavr kesim tokchasidan o'tar ekan, shuning uchun kesimning eni a'_f ga teng bo'lgan to'g'ri to'rtbur-chakli kesim sifatida hisoblaymiz.

Beton siqiluvchi zonasining tavsifi:

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767.$$

Agar $\sigma_{sr}=365$ MPa, $\sigma_{sc,u}=500$ MPa bo'lsa

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{365}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1}\right)} = 0,628 > \xi = 0,227 \text{ yoki}$$

$$\alpha_R = \xi_R (1 - 0,5\xi_R) = 0,628 (1 - 0,5 \cdot 0,628) = 0,431 > \alpha_m = 0,2,$$

cho'zilishga ishlovchi ishchi armaturaning talab etilgan yuzasi:

$$A_s = \frac{\xi \cdot \sigma_f \cdot h_0 R_s}{R_s} = \frac{0,227 \cdot 40 \cdot 46,5 \cdot 10,35}{365} = 11,97 \text{ sm}^2.$$

Armaturalar sortamenti [1] 6-ilovadan

4 Ø 20 A-III, $A_s = 12,56 > 11,97 \text{ sm}^2$ deb qabul qilamiz.

2-misol. To'sin uchun zarur bo'lgan armatura miqdori aniqlansin.

Tashqi kuchdan hosil bo'lgan hisobiy eguvchi moment $M = 240 \text{ kN}\cdot\text{m}$ va tavr kesimli to'sinning o'lchamlari $h = 50 \text{ sm}$, $b = 20 \text{ sm}$, $b_f' = 40 \text{ sm}$, $h_f' = 12 \text{ sm}$ hamda og'ir betonning sinfi B20 ($R_b = 0,9 \cdot 11,5 = 10,35 \text{ MPa}$), cho'zilishga ishlovchi armaturaning sinfi A-II ($R_s = 280 \text{ MPa}$).

$$A_s = ?$$

Yechish. Kesimning ishchi balandligi:

$$h_0 = 50 - 4 = 46 \text{ sm}, a = 4 \text{ sm}$$

Neytral o'qning holatini aniqlaymiz:

$$M_f' = R_v \cdot b_f' \cdot h \cdot b_f' (h_0 - 0,5 h_f') = 10,35 \cdot 40 \cdot 12 \cdot (46 - 0,5 \cdot 12) \cdot (100) = \\ = 19872000 \text{ N}\cdot\text{sm} = 198,72 \text{ kN}\cdot\text{m} < M = 240 \text{ kN}\cdot\text{m}.$$

Demak, neytral o'q tavr kesimining qovurg'asidan o'tar ekan. Beton siqiluvchi zonasining tavsifi:

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot 10,35 = 0,767, \text{ agar } \sigma_{sr} = 280 \text{ MPa}; \sigma_{sc,u} = 500 \text{ MPa} \\ \gamma_{b2} = 0,9 \text{ desak, u holda}$$

$$\xi_R = \frac{0,767}{1 + \frac{280}{500} \left(1 - \frac{0,767}{1,1} \right)} = 0,656, \text{ bundan}$$

$$\alpha_R = \xi_R (1 - 0,5 \xi_R) = 0,656 (1 - 0,5 \cdot 0,656) = 0,441;$$

$$\alpha_m = \frac{M - R_s (\sigma_f - \sigma) h_f' (h_0 - 0,5 h_f')}{R_s \sigma h_0^2} = \frac{240 \cdot 10^5 - 10,35 \cdot (100)(40 - 20) \cdot 12(46 - 0,5 \cdot 12)}{10,35 \cdot (100) \cdot 20 \cdot 46^2} =$$

$$= 0,32 < \alpha_R = 0,441;$$

$$\xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m} = 1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0,32} = 0,4.$$

Ishchi armaturaning talab etilgan yuzasi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$A_s = \frac{[\xi \sigma h_0 + (\sigma_f - \sigma) h_f] R_e}{R_s} = \frac{[0,4 \cdot 20 \cdot 46 + (40 - 20) \cdot 12] \cdot 10,35}{280} = 22,47 \text{ sm}^2.$$

Armaturalar sortamentidan:

4 \emptyset 28 A-II, $A_s = 24,63 > A_s = 22,47 \text{ sm}^2$ deb qabul qilamiz.

Nazorat savollari:

1. Tokchanning chiqqan qismining eni qanday belgilanadi?
2. Tavr shaklidagi kesim neytral o'qining holati qanday aniqlanadi?
3. Tavr shaklidagi kesimni hisoblashning birinchi yoki ikkinchi holi qanday aniqlanadi?
4. Armaturalar yuzasi qanday aniqlanadi?
5. Tavr shaklidagi kesim mustahkamligi qanday tekshiriladi?
6. Tokchasi cho'zilgan zonada bo'lgan tavr shaklli kesim qanday hisoblanadi?

11.3. Egilishga ishlovchi temir-beton elementlarni og'ma kesim bo'yicha mustahkamlikka hisoblash

Egiluvchi elementlar og'ma kesimlarining mustahkamligini hisoblash. Egiluvchi elementlarning eguvchi moment va ko'ndalang kuchlari katta qiymatga ega bo'lgan qismlaridagi og'ma kesimlar mustahkamlikka tekshiriladi. Bunda elementlarning buzilishida quyidagi ikki hol uchrashi mumkin:

- 1) element faqat ko'ndalang kuch ta'sirida buziladi;
- 2) element ham ko'ndalang kuch, ham eguvchi moment ta'sirida buziladi.

Birinchi holda ko'ndalang kuchning katta qiymati ta'sirida og'ma kesimda siljish ro'y beradi.

Buzilish chog'ida elementning bir qismi ikkinchi qismiga nisbatan siljiydi. Bunday buzilish elementlarning o'zaro og'ishiga qarshilik ko'rsatadigan, betonga mustahkam birikkan (an-kerlangan) ishchi armatura mavjud bo'lgan holdagina ro'y berishi mumkin. Siquvchi va qirquvchi kuchlarning birgalikdagi ta'siri natijasida betonning siqilish zonasi buziladi (qirqiladi). Shuning uchun ham og'ma kesimlarning ko'ndalang kuchlar ta'siriga bo'lgan mustahkamligi majburiy ravishda hisoblanadi.

Og'ma kesimlarga ko'ndalang kuchlar ta'siri. Tajribalarning ko'rsatishicha, og'ma kesimlarning ko'ndalang kuchlar ta'siriga bo'lgan mustahkamligi yetarli darajada bo'lmasa, balka shu kesim bo'ylab yemiriladi.

Agar tashqi yuklardan hosil bo'lgan ko'ndalang kuchlar qiymati og'ma kesim qabul qila oladigan ko'ndalang kuchdan kichik bo'lsa, u holda og'ma kesimning mustahkamligi ta'minlangan bo'ladi:

$$Q_O = Q_{sw} + Q_{s,inc} + Q_b, \quad (11.35)$$

bu yerda: Q_O – tashqi yuklardan hosil bo'lgan ko'ndalang kuch; O – siqilish zonasi markazi; Q_{sw} – og'ma kesimda joylashgan xomutlardagi zo'riqishlar yig'indisi; $Q_{s,inc}$ – og'ma kesimda joylashgan og'ma sterjenlardagi zo'riqishlarning vertikal o'qqa proyeksiyalari yig'indisi; Q_b – betonning siqilish zonasi qabul qila oladigan ko'ndalang kuch.

Xomutlardagi zo'riqishlar quyidagi formulalardan topiladi:

$$Q_{sw} = \sum R_{sw} A_{sw} \text{ yoki } Q_{sw} = q_{sw} C, \quad (11.36)$$

bu yerda: C – og'ma kesim proyeksiyasi; $q_{sw} = R_{sw} A_{sw} / S$ – xomutlardagi zo'riqish intensivligi, ya'ni elementning uzunlik birligiga mos bo'lgan zo'riqish.

$Q_{s,inc}$ ning miqdori quyidagi formuladan aniqlanadi:

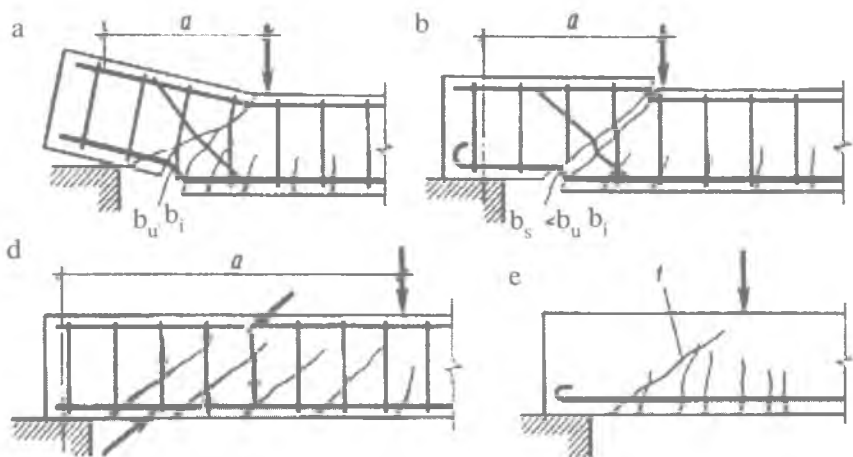
$$Q_{s,inc} = \sum R_{sw} A_{s,inc} \sin\theta. \quad (11.37)$$

Q_b kuchi quyidagicha aniqlanadi:

$$Q_b = \varphi_{b2}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_o^2/C, \quad (11.38)$$

biroq $Q_b \geq \varphi_{b3}(1 + \varphi_f + \varphi_n)R_{bt}bh_o$ dan kam bo'lmashligi lozim.

Aks holda betonning qarshiligi yetarli bo'lmaydi. Bunday holda xomutlarning soni va diametrini yoki betonning sinfini oshirish kerak bo'ladi.



11.11-rasm. Egiluvchi elementning qiya kesim bo'yicha sinish sxemalari: a – bosh kuchlanish yo'nalishining tarhi; b – og'ma kesimda ko'ndalang kuchlar ta'siri

φ_{b2} koeffitsient betonning turiga qarab 1,5...2 oralig'ida olinadi. $\varphi_{b3}=0.4...0,6$ – bu ham betonga bog'liq. Siqiluvchi tokchalarining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient quyidagi formuladan topiladi:

$$\varphi_f = 0,75(b'_f - b)h'_f/bh_o \leq 0,5. \quad (11.39)$$

Bo'ylama kuchlar ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient φ_n quyidagi formulalardan topiladi:

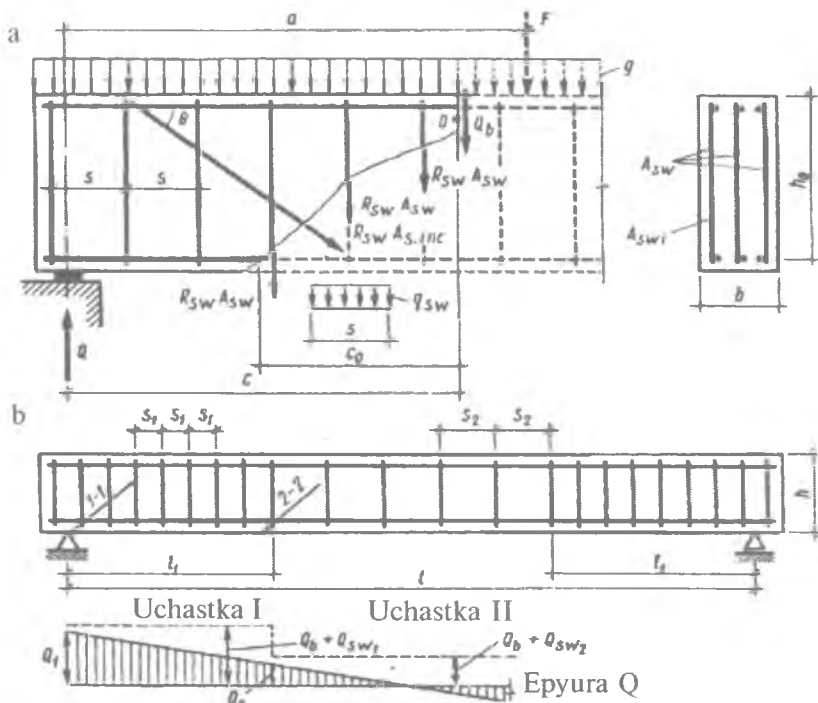
a) siquvchi bo'ylama kuchlar mavjud bo'lganda:

$$\varphi_n = 0,1N/R_{bt}bh_o \leq 0,5; \quad (11.42)$$

b) cho'zuvchi bo'ylama kuchlar mavjud bo'lganda:

$$\varphi_n = 0,2N/R_{bt}bh_0 \leq 0,5. \quad (11.43)$$

Koeffitsientlar yig'indisi $(1 + \varphi_f + \varphi_n) \leq 1,5$



11.12-rasm. Og'ma kesimning ko'ndalang kuchga hisoblash tarhi

Og'ma kesimlarga eguvchi momentlar ta'siri. Eguvchi momentning qiymati asta ortib borishi natijasida bosh cho'zuvchi kuchlanishlar ham ortib borib, betonning cho'zilishdagi qarshiligi $R_{bt,ser}$ ga yetganda, elementda qiya yoriq paydo bo'ladi. Betonning cho'zilish zonasi ishdan chiqadi, barcha cho'zuvchi kuchlar bo'ylama va ko'ndalang armaturalarga uzatiladi. Bunday holda armatura yaxshi ankerlanmagan bo'lsa, sug'urilib chiqishi, betonning siqilish zonasi kichrayib, buzilish ro'y berishi mumkin. Bunda kuchlanishlar oqish chegarasi σ_u ga yoki vaqtinchalik qarshilik σ_u ga tenglashadi.

Og‘ma kesimning eguvchi moment bo‘yicha mustahkamlik sharti quyidagicha ifodalanadi:

$$M_0 \leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc}, \quad (11.44)$$

bu yerda: M_0 – tayanch reaksiya va tashqi kuchlardan 0 nuqtaga nisbatan olingan moment; M_s – bo‘ylama armaturadagi zo‘riqishdan olingan moment; $M_s = R_s A_s Z$; M_{sw} – og‘ma kesimda joylashgan xomutlardagi zo‘riqishlardan olingan moment; $M_{sw} = \sum R_{sw} A_{sw} Z_{sw}$; $M_{s,inc}$ – og‘ma sterjenlardagi zo‘riqishlardan olingan moment:

$$M_{s,inc} = \sum R_{s,inc} A_{s,inc} Z_{s,inc}. \quad (11.45)$$

Eguvchi momentlarning og‘ma kesimlarga bo‘lgan ta‘siri elementning tayanch zonasida tekshiriladi. Agar ma‘lum konstruktiv talablarga amal qilinsa, mustahkamlikka hisoblashga hojat qolmaydi.

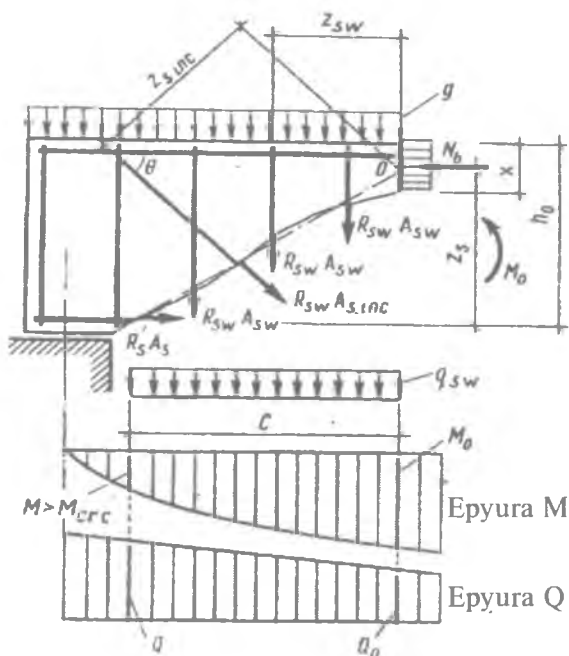
Agar normal kesim bo‘yicha aniqlangan cho‘ziluvchi armaturani tayanchlargacha davom ettirib, uchlari ankerlab qo‘yilsa, istalgan og‘ma kesimning eguvchi moment ta‘siriga bo‘lgan mustahkamligi ta‘min etilgan bo‘ladi. Ankerlashni kuchaytirish maqsadida ba‘zan tayanch zonasiga qo‘shimcha armatura joylanadi yoki sterjen uchlariga plastinalar payvandlanadi.

Og‘ma kesimlarning mustahkamligi momentlar bo‘yicha 11.44-formula yordamida tekshiriladi. Element eng xavfli og‘ma kesimining bo‘ylama o‘qqa bo‘lgan proyeksiyasi C_1 proyeksiyalar tenglamasidan topiladi. Eng xavfli og‘ma kesim tayanchga yaqin kesimdan boshlanadi. Bu kesimda tashqi kuchlardan hosil bo‘lgan moment M yoriq hosil qiluvchi moment M_{src} ga teng bo‘ladi.

Og‘ma kesimlarni hisoblashda neytral o‘q holati barcha kuchlarning bo‘ylama o‘qqa bo‘lgan proyeksiyalari tenglamasidan aniqlanadi.

Qator konstruktiv tadbirlar amalga oshirilsa, og‘ma kesimlarning moment bo‘yicha yuk ko‘tarish qobiliyati normal ke-

simlarnikidan kam bo'lmaydi; bunday hollarda og'ma kesimlarni moment bo'yicha hisoblashga ehtiyoj qolmaydi.



11.13-rasm. Og'ma kesimning eguvchi momentga hisoblash tarhi

Armaturalarni ankerlash. Elementning og'ma kesim bo'yicha mustahkamligini ta'minlaydigan konstruktiv tadbirlar quyidagilardan tashkil topadi. Avvalo, xomutlar va bukmalar orasidagi masofalar, xomutlarning diametrlari, shuningdek, bukmalarning joylanishi yuqorida keltirilgan talablar darajasida bo'lishi lozim. Qolaversa, cho'zilgan bo'ylama armaturaning betonga mustahkam birikishi (ankerlanishi) ham katta rol o'ynaydi, chunki bunda armatura imkoniyatlaridan to'la foydalaniladi. Egiluvchi element erkin tayansa, birikishni puxtalash maqsadida bo'ylama armaturaning uchi elementdan tashqariga kamida $5d$ masofaga chiqarib qo'yiladi. Agar 11.38-shart qanoatlan-

tirilmasa, ya'ni hisobga ko'ra ko'ndalang armatura talab etilsa, u holda armaturaning chiqqan qismi uzunligi $l_s \geq 10d$ olinadi (11.12-rasm).

Payvand to'rlarda silliq sirtli bo'ylama armaturalarning uchiga I_s masofada kamida bitta, agar hisob bo'yicha ko'ndalang armatura talab etilsa, kamida ikkita ankerlovchi (biriktiruvchi) ko'ndalang armatura payvandlanishi lozim. Eng chetki ankerlovchi sterjendan bo'ylama sterjenning uchigacha bo'lgan masofa $d \leq 10$ mm bo'lsa, 15 mm dan, $d > 10$ mm bo'lsa, $1,5d$ dan kam bo'lmasligi kerak. Ankerlovchi sterjenning diametri eng yo'g'on bo'ylama armatura diametrining yarmidan kichik bo'lmasligi zarur. Agar anker (biriktirgich)lar bo'lmasa, armaturaning uchidagi normal kuchlanish nolga teng bo'ladi; element uchidan uzoqlashgan sari armatura bilan beton orasidagi birikuv (spleniye) hisobiga kuchlanish orta boradi va I_{an} masofada (11.12-rasm, v) uning qiymati to'liq hisobiy qarshilik R_s ga tenglashadi. Ankerlash zonasining uzunligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$I_{an} = (\omega_{an} R_s / R_b + \Delta\lambda_{an}) d, \quad (11.46)$$

Cho'zilish zonasidagi davriy profilli armatura uchun $\omega_{an} = 0,7$ va $\Delta\lambda_{an} = 11$, tekis sirtli armatura uchun esa $\omega_{an} = 1,20$ va $\Delta\lambda_{an} = 11$. Bundan tashqari, I_{an} 250 mm dan va $20d$ dan kam bo'lmasligi kerak. Chetki ozod tayanchlarda ankerlash zonasi uzunligi ko'ndalang armatura va ko'ndalang yo'nalishdagi siqilish kuchlanishlari ta'sirini e'tiborga olgan holda hisoblanadi. Keyingi omillar ankerlash zonasini ixchamlashtiradi.

Temir-beton elementlarning qiya kesimlar bo'yicha mustahkamligi, betonning siqiluvchi zonasi, bo'ylama armatura, xomutlar yoki ko'ndalang armaturalar va qiya yoki bukilgan armaturalar hisobiga ta'minlanadi.

Egilishga ishlovchi elementlarda eng xavfli qiya kesim tayanchlarga yaqin joyda bo'ladi, chunki bu joyda nafaqat eguvchi moment, balki katta miqdorda ko'ndalang kuchlar ham ta'sir etadi. Elementlarning qiya kesimlarda buzilishi eguvchi

moment va ko'ndalang kuchlarni bir vaqtdagi ta'siridan ro'y beradi.

Lekin elementlarning qiya kesimlari mustahkamligini eguvchi momentga hisobga olmasa ham bo'ladi, chunki qiya kesim mustahkamligi elementlarning normal kesimlari mustahkamligidan kam bo'lmaydi.

Qiya kesimlarni hisoblashda, aksariyat hollarda ko'ndalang armaturalar diametri va soni bir kesim yuzasidagi qabul qilinadi hamda armaturalar orasidagi masofa S aniqlanadi.

1-misol. To'sin qiya kesim bo'yicha mustahkamlikka hisoblan-sin: tayanchdagi ko'ndalang kuch $Q=320$ kN; $b=25$ sm, $h=60$ sm, og'ir beton sinfi B20 ($R_{bt}=0,9 \cdot 0,9=0,8$ MPa, $R_b=11,5 \cdot 0,9=10,35$ MPa), ishchi bo'ylama armatura $\varnothing 32$ A-III $R_s=365$ MPa, armatura karkaslari soni $n=2$. Ko'ndalang armatura sinfi A-III, $R_{sw}=285$ MPa; $E_b=27000$ MPa; $E_s=2 \cdot 10^5$ MPa.

$$Q_{so,b} = ?$$

Yechish. Ko'ndalang armatura diametrini payvandlash sharti-ga asosan qabul qilamiz: $2\varnothing 8$ A-III, u holda

$$A_{sw}=2 \cdot 1,06=2,12 \text{ sm}^2.$$

Og'ir betonlar uchun $\varphi_{b2}=2,0$; $\varphi_{b3}=0,6$; $\beta=0,01$. Ko'ndalang armaturalar qadamini konstruktiv shartga asosan qabul qilamiz:

$$S = \frac{h}{3} = \frac{60}{3} = 20, \text{ sm};$$

to'sinning ishchi balandligi $h_0=h-a=60-4=56$ sm; $a = 4$ sm; koeffitsient $\varphi_{b1}=1-0,01 R_b=1-0,01 \cdot 10,35=0,897$;

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2 \cdot 10^5}{0,27 \cdot 10^5} = 7,4.$$

Armaturalash koeffitsienti:

$$\mu_w = A_{sw}/b \cdot s = \frac{2,12}{25 \cdot 20} = 0,00424;$$

koeffitsient φ_{w1} formuladan:

$$\varphi_{wI} = 1 + 5 \cdot \alpha \cdot \mu_w = 1 + 5 \cdot 7,4 \cdot 0,00424 = 1,16.$$

quyidagi shartlarni formula bo'yicha:

$$Q \leq 0,3 \varphi_{wI} \varphi_{bI} R_b \cdot b h_0;$$

$$Q = 320 \cdot 103 \text{ N} < 0,3 \cdot 1,16 \cdot 0,897 \cdot 10,35 \cdot 20 \cdot 56 \cdot (100) = \\ = 361850 \text{ N} = 361,85 \cdot 103 \text{ N}$$

Demak, to'sinning ko'ndalang kesim yuzasining o'lchamlari qanoatlantiradi.

$$Q \leq \varphi_{b3} R_{br} b h_0;$$

$$Q = 320 \cdot 103 \text{ N} > 0,6 \cdot 0,8(100) \cdot 20 \cdot 56 = 53,76 \cdot 103 \text{ N}$$

Demak, ko'ndalang armaturalarni hisoblashimiz talab qilina-di.

Ko'ndalang armaturalar qadamining eng katta miqdori:

$$S_{\max} = \frac{0,75 \varphi_{B2} \cdot R_{Br} \cdot b h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot (100) \cdot 20 \cdot 56^2}{320 \cdot 10^3} = 23,52 \text{ cm} < S = 20$$

U holda

$$q_{sw} = \frac{R_{sw} \cdot A_{sw}}{S} = \frac{285 \cdot (100) \cdot 2,12}{20} = 3021 \text{ N/sm}$$

$$C_0 = \sqrt{\varphi_{s2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{st} \epsilon h_0^2 / q_{sw}} = \\ = \sqrt{2(1 + 0 + 0) \cdot 0,8 \cdot (100) \cdot 20 \cdot 56^2 / 3021} = 57,6 \text{ sm}$$

Bu yerda: $C_0 = 57,6 \text{ sm} < 2h_0 = 2 \cdot 56 = 112 \text{ sm}$, $h_0 = 56 \text{ sm} < C_0 = 57,6 \text{ sm}$ deb qabul qilamiz.

Kesim yuzasi qabul qila olishi mumkin bo'lgan ko'ndalang kuch miqdori:

$$Q_{swv} = 2q_{sw} \cdot h_0 + \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_p) R_{br} \cdot b h_0^2 / C_0 = \\ = 2 \cdot 3021 \cdot 56 + 2(1 + 0 + 0) \cdot 0,8 \cdot (100) \cdot 20 \cdot 56^2 / 57,6 = 512570 \text{ N}.$$

Demak, $Q = 320000 \text{ N} < Q_{swv} = 512570 \text{ N}$ qiya kesimning yuk ko'tarish qobiliyati ta'minlangan.

Nazorat savollari:

1. Qiya kesimning hisobiy sxemasini chizing.
2. Xomutlar qadami qanday aniqlanadi?
3. Qiya kesimni hisoblashdagi shart-sharoitlar nimalardan iborat?
4. Qanday holda qiya kesim mustahkamligi tekshiriladi?
5. Qiya kesimning ko'ndalang kuch ta'siriga mustahkamligi qanday tekshiriladi?
6. Qiya kesimning eguvchi momentga mustahkamligi qanday hisoblanadi?
7. Ko'ndalang armaturasiz qiya kesim mustahkamligi qanday tekshiriladi?

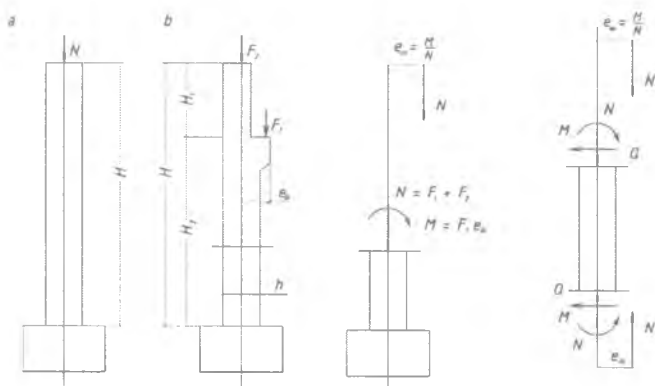
12-bob. SIQILUVCHI TEMIR-BETON ELEMENTLARINI HISOBLASH ASOSLARI

12.1. Siqiluvchi temir-beton elementlarini loyihalashning o'ziga xos xususiyatlari

Oraliqda joylashgan ustunlar, fermalarning ustki tasmalari, yuqorilovchi hovonlari, ustunlari va boshqa shu kabi elementlar shartli ravishda markaziy siqiluvchi elementlar tarkibiga kiradi. Aslida qurilish konstruksiyalarida markaziy siqilish ko'rinishda uchramaydi, elementlar hamisha tasodifiy yelkali nomarkaziy siqilish holatida bo'ladi.

Bunday elementlar xomutlar vositasida bog'langan bo'ylama ishchi armaturalar bilan jihozlanadi. Elementga qo'yiladigan yukni bo'ylama armatura beton bilan birgalikda qabul qiladi. Bu yerda ko'ndalang sterjenlar (xomutlar) bo'ylama armaturalarni muddatidan ilgari qabarishdan asrash vazifasini o'taydi.

Bo'ylama kuch yelkasi uncha katta bo'lmasa, ko'ndalang kesim yuzasi kvadrat shaklida olinadi. Eguvchi momentning qiymati katta bo'lsa, kesimning moment tekisligidagi o'lchamlari kattalashtiriladi, ya'ni to'g'ri to'rtburchak shakliga keltiriladi. Amalda qo'shtavr kesimli ustunlar ham qo'llaniladi.

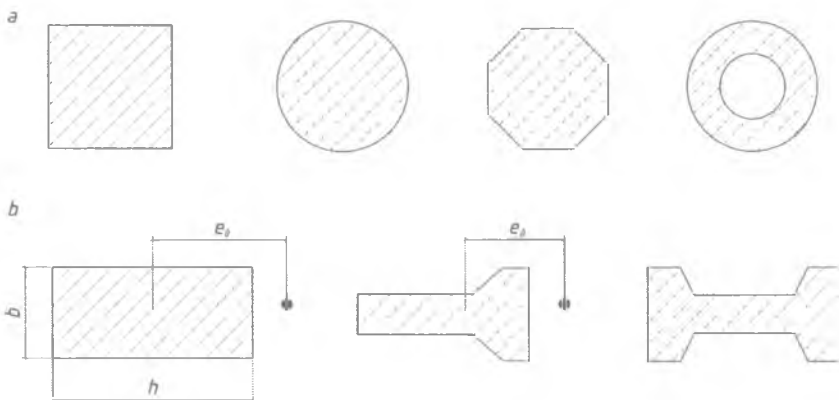


12.1-rasm. Siqilgan elementlar

Yelkaning qiymati $e_o = M/N + e_a$ formuladan topiladi; bu yerda e_a – tasodifiy yelka (ekssentrisitet).

Siqiluvchi elementlarda ishlatiladigan betonning sinfi B15 dan, agar katta yuk qo'yilsa, B25 dan kam bo'lmashligi kerak.

12.1 va 12.2-rasmlarda siqilgan elementlarning kuch sxemalari va ko'ndalang kesim yuzalari keltirilgan.



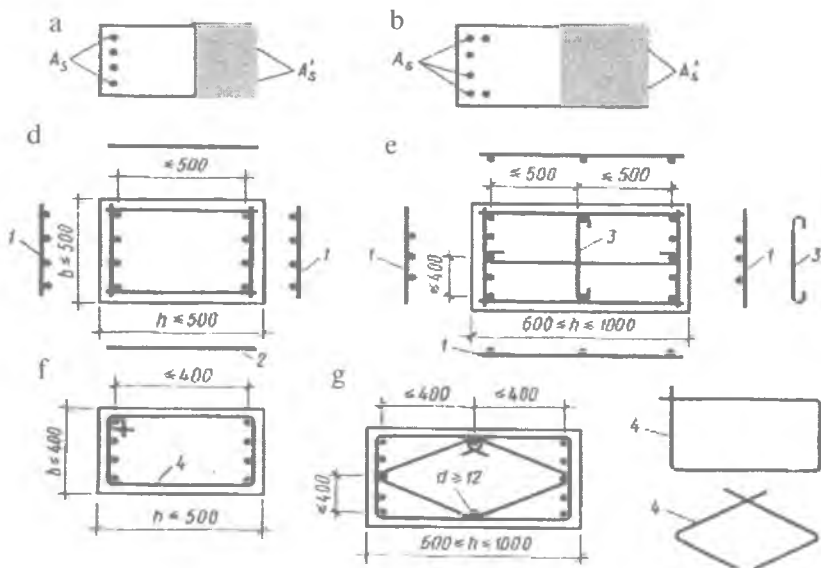
12.2-rasm. Siqilgan elementlarning ko'ndalang kesimlari

Siqilgan elementlarni armaturalash. Ustunlarning bo'ylama armaturalari diametri 12–40 mm bo'lgan A-III va A-III sinfli po'latdan ishlanadi. Ko'ndalang armatura uchun asosan A-II, A-I sinfli po'lat sterjenlar hamda B-I sinfli sim ishlatiladi.

Armaturalar yassi yoki fazoviy karkas ko'rinishida birlashtiriladi. Kesim yuzasida armatura miqdori 3% dan ortmasligi va 0,1–0,05% dan kam bo'lmashligi lozim.

Ko'ndalang kesimi 40x40 sm bo'lgan ustunlarga 4 ta bo'ylama armatura yetarli (12.3-rasm). Ishchi armaturalar orasi 40 sm dan ortsa, orasiga qo'shimcha sterjen qo'yish zarur. Ustunlarning kesim o'lchami 500 mm gacha bo'lsa, 50 mm ga karrali, agar undan yuqori bo'lsa, 100 mm ga karrali o'lchamlarga ega bo'lishi kerak.

Ko'ndalang armaturalar hisoblanmay qo'yiladi. Ular orasidagi masofa S payvandlangan karkaslarda $20d$, to'qima karkaslarda $15d$ olinadi. Har ikkala holda ham xomutlar orasidagi masofa 50 sm dan oshmasligi kerak. Ko'ndalang sterjenlarning himoya qatlami $1,5$ sm dan kam bo'lmasligi lozim. Ustunlar simmetrik ravishda armaturalanadi.



12.3-rasm. Hisobiy eksentrisitetli siqilgan elementlarni armaturalash:
 1 – payvandlangan karkaslar; 2 – biriktiruvchi sterjenlar; 3 – shpilkalar; 4 – xomutlar.

Agar egilish tekisligida bo'ylama sterjenlar orasidagi masofa 500 mm dan oshsa, unda ular orasiga diametri 12 mm dan katta bo'lgan konstruktiv bo'ylama armatura o'rnatiladi, biroq bo'ylama sterjenlar orasidagi masofa 500 mm dan oshib ketmasligi kerak (12.3-rasm, e, g).

Ko'ndalang armatura. Xomutlar ustunlarga konstruktiv mu-lohazalarga ko'ra o'rnatiladi. Ular hamma bo'ylama sterjenlarni o'rab olishi va ularni qabarib chiqishdan saqlashi kerak.

Element egilishini hisobga olish. Egiluvchi elementlarga nomarkaziy qo'yilgan kuchlar bo'ylama kuch N ning boshlang'ich yelkasi e_0 ni kattalashtiradi (12.4-rasm). Shu sababdan siqiluvchi temir-beton elementlarni hisoblashda betonning noelastik deformatsiyasini va cho'zilish zonasidagi yoriqlarni e'tiborga oluvchi tarhdan foydalaniladi.

Konstruksiya deformatsiyalanmagan tarhi bo'yicha hisoblanisa, u holda egilishning yelka e_0 ga bo'lgan ta'siri η koefitsienti orqali e'tiborga olinadi. Formulalar tarkibiga kirgan, bo'ylama kuch N bilan A_s armaturaning og'irlik markazigacha bo'lgan masofa quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$e = (e_0 + e_a)\eta + e_s, \quad (12.1)$$

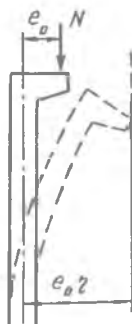
bu yerda: e_0 – bo'ylama kuch N yelkasi; e_s – element o'qidan A_s armaturadagi zo'riqishning teng ta'sir etuvchisigacha bo'lgan masofa e_a – tasodifiy yelka; koefitsient $\eta = 1/(1 - N/N_{sr})$ dan topiladi. Bunda N_{sr} – kritik kuch

$$N_{sr} = 6,4E_b/12e_f \{1/\phi_f [0,11/(0,1 + \delta e/\phi') + 0,1] + \alpha I_s\}, \quad (12.2)$$

bunda $I_s = \mu b h [(h_0 - a')]^2$.

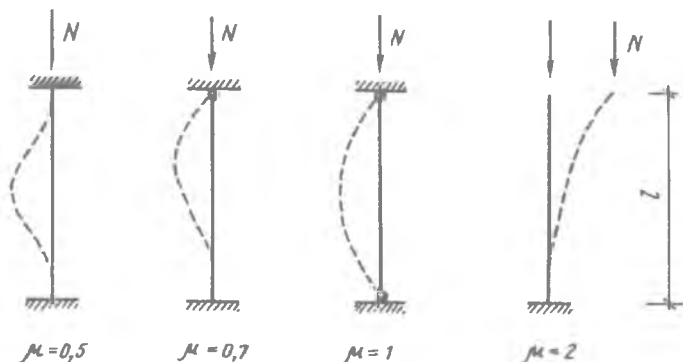
Egiluvchanlikning pastki qiymati $l_0/r < 17$, yuqori qiymati $l_0/r > 83$.

Sterjenning hisobiy uzunligi l_0 uchlarini birlashtirilish shartlariga bog'liq holda aniqlanadi $l_0 = \mu_1$



12.4-rasm. Egiluvchi elementlarda bo'ylama kuch yelkasining ortishi

Tasodifiy yelkali elementlarning egiluvchanligini hisoblash. Siqiluvchi elementlarni hisoblashdan oldin uning hisoblash tarhi tanlanadi (12.5-rasm). Elementning hisobiy balandligi uning egiluvchanligiga bog‘liq. Elementning egiluvchanligi $\lambda=l_0/r$, bu yerda r – kesimning inersiya radiusi.



12.5-rasm. Ustunning hisobiy uzunligini aniqlash.

Me‘yorlarga ko‘ra, tasodifiy e_a yelka $h/30$ yoki $l/600$ nisbatlarning kattasiga teng qilib olinishi kerak.

Nazorat savollari:

1. Siqilgan elementlar ularni armaturalashning o‘ziga xos xususiyatlariga bog‘liq holda qanday turga bo‘linadi?
2. Siqilgan elementlarning ko‘ndalang kesim yuzalari va ularning ishlashi.
3. Tasodifiy eksentrisitet nima va u nimaga teng?
4. Siqilgan elementlarning egiluvchanligi qanday aniqlanadi?
5. Sinishning ikki holi va u qanday tavsiflanadi?

12.2. Siqilgan temir-beton elementlarni mustahkamlikka hisoblash (tasodifiy yelkali)

Tasodifiy yelkali elementlarni hisoblash. Siqilishga ishlovchi temir-beton elementlar bu – ustunlar, fermalarning yuqorigi bel-

bog'lari va panjaralarining ba'zi bir elementlari, arkalar va rama konstruksiyalaridir. Lekin eng ko'p tarqalgan siqilishga ishlovchi elementlar bu ustunlardir. Amalda har qanday temir-beton elementlarga ta'sir etayotgan bo'ylama siquvchi kuchlar eksentrisitet orqali ta'sir etadi. Agar loyihada eksentrisitet ko'zda tutilmagan bo'lsa, betonning har xil jinsliliigi, montaj ishlaridagi noaniqliklar sababli tasodifiy eksentrisitet e_a hosil bo'lishi mumkin. Tasodifiy eksentrisitetni aniqlashning uch xil turi mavjud. Bunda tasodifiy eksentrisitet e_a ning qiymati element ko'ndalang kesimi balandligining $1/30$ yoki element uzunligining $1/600$ qismiga teng qilib, eng kamida 1 sm qilib olinadi. Agar elementga bir vaqtda bo'ylama siquvchi kuch — N va eguvchi moment — M ta'sir etayotgan bo'lsa, u holda eksentrisitet qiymati quyidagicha qabul qilinadi:

$$e_0 = \frac{M}{N} + e_a.$$

Tashqi kuchlarni ta'sir etish xususiyatiga ko'ra nomarkaziy siqilishga ishlovchi elementlar ko'ndalang kesimi to'g'ri burchakli, qo'shtavrli, tavrSimon, halqasimon va boshqa ko'rinishlarda bo'lib, aksariyat hollarda moment ta'sir qiladigan tekislik tomonga rivojlantirilgan bo'ladi. Bundan tashqari bu elementlar ikki tarmoq (yo'nalish)li bo'lishi ham mumkin. Nomarkaziy siqilishga ishlovchi elementlarning ko'ndalang kesim o'lchamlari shunday qabul qilinishi kerakki, ikkala yo'nalishda ham egiluvchanlik talablariga javob berishi kerak.

Nomarkaziy siqilishga ishlovchi elementlarni hisoblash usuli ularning buzilish tavsifiga bog'liq bo'lib, bu o'z navbatida eksentrisitetlar qiymatiga va elementni S va S_1 armaturalar bilan ta'minlanganlik darajasiga bog'liq bo'ladi.

Agar tashqi kuch katta eksentrisitet bilan qo'yilgan bo'lsa, ya'ni $\xi \leq \xi_R$, bunda cho'ziluvchi armatura S tomondagi betonda yoriqlar paydo bo'ladi va cho'ziluvchi armaturadagi kuchlanish

uning oquvchanlik chegarasiga yetadi, shundan keyingina siqiluvchi betonning buzilishi ro'yi beradi. Bu birinchi hisobiy holat deyiladi.

Agar tashqi kuch kichik eksentrisitet bilan qo'yilgan bo'lsa, ya'ni $\xi > \xi_R$, bunda armatura S juda kam cho'zilgan yo hattoki siqilgan bo'lib, elementning buzilishi siqiluvchi beton va armaturalardagi kuchlanish ularning vaqtli qarshiligi chegaraviy miqdoriga yetgandan so'ng yuz beradi. Bu ikkinchi hisobiy holat deyiladi.

Nomarkaziy siqilgan elementlarga, ularni hisoblash natijalaridan qat'i nazar, 12.1-jadvalda berilgan armaturalar miqdoridan kam armatura qo'yilmasligi kerak.

12.1-jadval

Nomarkaziy siqilgan elementlar uchun bo'ylama armaturalar kesim yuzasining eng kichik miqdori

Egiluvchanlik $\left(\lambda = \frac{l_0}{i}\right)$	$\lambda < 17$	$17 \leq \lambda \leq 35$	$35 < \lambda \leq 83$	$\lambda > 83$
A_s va A_{s1} %	0,05	0,10	0,20	0,25

Siqiluvchi elementlarni hisoblashdan oldin uning hisoblash tarhi tanlanadi.

Tasodifiy yelkali siqiluvchi elementning yuk ko'tarish qobiliyati 12.5-formula bo'yicha tekshiriladi (12.1-a rasm). Agar elementning ko'ndalang kesim o'lchamlari ma'lum bo'lsa, 12.5-formuladan armaturaning yuzini aniqlasa bo'ladi:

$$A_s + A'_s = (N/\eta\varphi R_{sc}) - (AR_b/R_{sc}). \quad (12.3)$$

bu yerda: φ – bo'ylama egilish koeffitsienti ketma-ket yaqinlashuv usulidan foydalanib aniqlanadi.

Elementning ko'ndalang kesim o'lchamlari va armatura yuzasini dastlabki aniqlashda quyidagi tengliklar qabul qilinadi:

$$\varphi = \eta = 1, A_s + A'_s = \mu A = 0,001A. \quad (12.4)$$

Kesim yuzasi A (12.3) dan topiladi.

$$A=N/[\eta\varphi(R_b+\mu R_{sc})]. \quad (12.5)$$

Agar $\mu=1...2\%$ ni tashkil etsa, kesim to'g'ri tanlangan bo'ladi.

Armaturalash foizining miqdori $\mu_{\min}=0,05\% < \mu < \mu_{\max}=3\%$ oralig'ida bo'ladi.

12.3. Nomarkaziy siqilgan temir-beton elementlarni hisoblash

Nomarkaziy siqiluvchi elementlarda ham, egiluvchi elementlarga o'xshab quyidagi ikki hol uchrashi mumkin:

1) yelka katta qiymatga ega bo'lgan hol. Bu hol $\xi < \xi_R$ bo'lgan shartga mos keladi.

2) yelka kichik qiymatga ega bo'lgan hol. Bunda avval $\xi > \xi_R$ bo'ladi. Kuchdan eng uzoqda joylashgan armatura yo siqilgan, yoki biroz cho'zilgan holatda bo'ladi. Yelka e_0 M va N epyuralaridan aniqlanadi.

To'g'ri to'rtburchakli kesim uchun quyidagilarni yoza olamiz:

$$A_b=bx; N_b=R_bbx; Z_b=h_0-0,5x. \quad (12.6)$$

To'g'ri to'rtburchak kesimli nomarkaziy siqilayotgan elementning mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishga ega:

$$Ne < N_b Z_b + N_s Z_s, Ne < R_b bx(h_0 - 0,5x) + R_{sc} A'_s (h_0 - a) \quad (12.7)$$

Siqilish zonasining balandligi quyidagi tengliklardan aniqlanadi:

$$a) \xi = x/h_0 \leq \xi_R \text{ bo'lganda } N = R_b bx + R_{sc} A'_s - R_s A_s; \quad (12.8)$$

$$b) \xi = x/h_0 > \xi_R \text{ bo'lganda, } N = R_b bx + R_{sc} A'_s - \sigma_s A_s \quad (12.9)$$

Bu yerda: σ_s - armatura materialiga bog'liq miqdor bo'lib, quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma_s = R_s [2(1-x/h_0)/(1-\xi_R) - 1]. \quad (12.10)$$

Elementning mustahkamligini tekshirishda siqilish zonasining balandligi aniqlanadi:

$$x = (N - R_{sc} A'_s + R_s A_s), \quad (12.11)$$

Agar $x \leq \xi_R h_0$ shart bajarilsa, elementning mustahkamligi 12.7-formula yordamida tekshiriladi. Bordi-yu, bajarilmasa, x ni 12.11-formuladan aniqlab, element mustahkamligini 12.7-formula yordamida tekshirishga to'g'ri keladi.

Siqilgan elementlar armaturasining yuzasini aniqlash. Armatura yuzalari A_s va A_{s1} larni aniqlash uchun 12.7- va 12.8-formulalarni qayta o'zgartiramiz.

$\xi = x/h_0 \leq \xi_R$ bo'lgan holni ko'rib o'taylik.

12.8-formuladan quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\begin{aligned} A'_s &= [Ne - R_b b x (h_0 - 0,5x)] / R_{sc} (h_0 - a') = \\ &= Ne - R_b b h_0^2 \alpha_m / R_{sc} Z_s \end{aligned} \quad (12.12)$$

Kelib chiqish yo'li: $x = \xi_R h_0$;

$$x(h - 0,5x) = \xi_R h_0 (h_0 - 0,5 \xi_R h_0) = h_0^2 \xi_R (1 - 0,5 \xi_R) = h_0^2 \alpha_m$$

12.12-formuladan quyidagi formula hosil bo'ladi:

$$A_s = (R_b b h_0^2 \xi_R - N) / R_s + R_{sc} A'_s / R_s. \quad (12.13)$$

Agar A'_s ni konstruktiv qabul qilsak, u holda α_m 12.8-formuladan quyidagi tartibda aniqlanadi:

$$\begin{aligned} x = (h_0 - 0,5x) &= [Ne - R_{sc} A'_s (h_0 - a)] / R_b b = \alpha_m h_0^2 \\ \alpha_b &= [Ne - R_{sc} A'_s (h_0 - a)] / R_b b h_0^2. \end{aligned} \quad (12.14)$$

Bunga asosan jadvaldan ξ aniqlanadi. 12.8-formulada $x = \xi_R h_0$ deb olsak, izlanayotgan yuza quyidagi ifodadan topiladi:

$$A_s = (R_b b h_0^2 \xi - N) / R_s + R_{sc} A'_s / R_s. \quad (12.15)$$

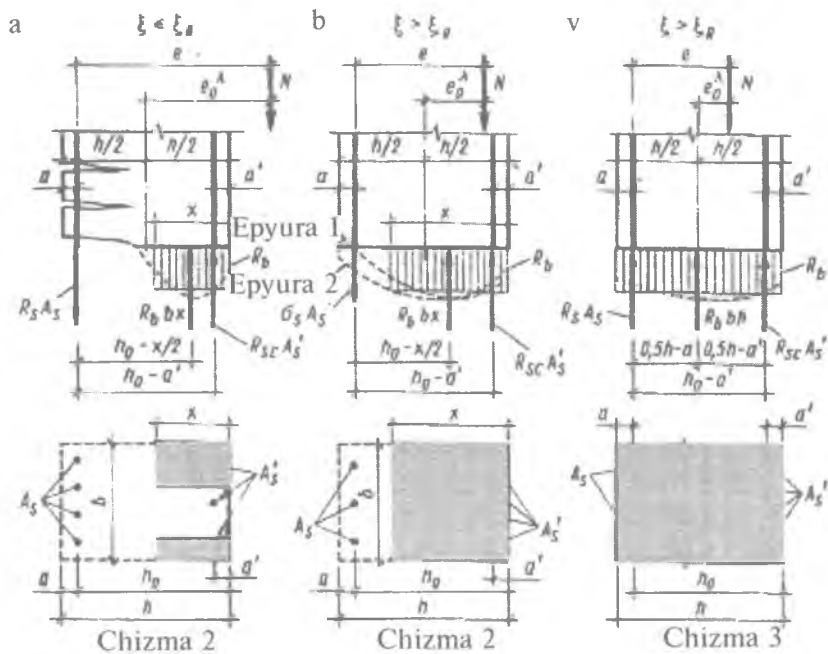
Amalda aksariyat hollarda kesimlar simmetrik ravishda armaturalanadi. Bunda $A_s = A'_s$, $R_{sc} = R_s$, $R_{sc} A'_s = R_s A_s$ bo'ladi. U holda 12.8-formuladan $x = N / R_b b$ kelib chiqadi. Bularga ko'ra 12.9-formulani quyidagi ko'rinishda yoza olamiz:

$$A_s = A'_s = [N(e - h_0 + N / 2R_b b) / R_{sc} (h_0 - \alpha')]. \quad (12.16)$$

Siqilgan elementlarning hisobiy sxemalari.

Endi $\xi = x/h_0 > \xi_R$ bo'lgan holni ko'ramiz. Bu holda armatura yuzasi quyidagi tartibda hisoblanadi:

1. Hisobga doir qiymatlar (R_b ; R_s ; R_{sc} ; E_s ; E_b) yozib olindi.



12.5-rasm. Siquiluvchi elementlarni hisoblash tarhi: a – tasodifiy yelka – I_0 ; b – $x \leq \xi_R$ bo'lgan hol uchun; v – $x \geq \xi_R$ bo'lgan hol uchun.

2. Armaturalash koeffitsienti $\mu = (A_s + A'_s)/b h$, $\mu = (0,0005 - 0,035)$ oralig'ida qabul qilinadi, N_{cr} hisoblanadi. Agar $N > N_{cr}$ chiqsa, elementning ko'ndalang kesim yuzi o'lchamlari kattalashtiriladi.

3. A_s/A'_s nisbatga qiymatlar berib, x va x/h_0 aniqlanadi, keyin 12.15 va 12.16-formulalardan foydalanib, armatura yuzasi A_s va A'_s topiladi.

4. Armatura yuzasining topilgan qiymatlari asosida armaturalash koeffitsienti qayta hisoblanadi. Agar koeffitsientning bu qiy-

mati, qabul qilingan qiymatidan 0,0005 dan kamroq farq qilsa, shu yuzani qoldirish mumkin. Farq katta chiqsa, u holda armaturalash koeffitsientiga yangi qiymat berib, hisob qaytadan bajariladi.

Nazorat savollari:

1. $\xi_s \leq \xi_{R}$ hollar uchun hisoblash sxemalarini chizib ko'rsating.
2. $\xi_s > \xi_{R}$ hollar uchun formulalarni keltirib chiqaring.
3. Simmetrik va nosimmetrik armaturalangan siqilgan elementlarni mustahkamlikka hisoblash.
4. Simmetrik va nosimmetrik armaturalangan siqilgan elementlarning mustahkamligini tekshirish.

1-misol. Nomarkaziy siqilgan elementning A_s va A'_s armaturalarining kesim yuzi aniqlansin.

Ko'ndalang kesim yuzasi $b \times h = 30 \times 60$ sm; hisobiy uzunligi $\lambda_0 = 9,0$ m; beton sinfi B20 ($R_b = 11,5$ MPa, $E_b = 24000$ MPa); armatura sinfi A-III

$$(R_s = R_{sc} = 365 \text{ MPa}, E_s = 200000 \text{ MPa}).$$

Hisobiy bo'ylama kuch va eguvchi momentlar: doimiy yukdan $N_p = 400$ kN; $M_n = 150$ kN·m; uzoq muddatli yukdan $N_e = 200$ kN; $M_e = 100$ kN·m; qisqa muddatli yukdan $N_{sh} = 150$ kN; $M_{sh} = 50$ kN·m.

$$A_s = ?; A'_s = ?$$

Yechish: Ishchi balandlik: $h_0 = h - a = 60 - 4 = 56$ sm.

Bu yerda $a = a_1 = 4$ sm eksentrisitetni aniqlaymiz.

$$e_{0p} = \frac{M}{N} = \frac{(150 + 100 + 50)}{(400 + 200 + 150)} = \frac{300}{750} = 0,4 \text{ m} = 40 \text{ sm}$$

U holda tasodifiy eksentrisitet:

$$e_a = h/30 = 60/30 = 2 \text{ sm yoki } e_e = 10/600 = 900/600 = 1,5 \text{ sm};$$

katta qiymatini qabul qilamiz: $e_e = 2$ sm.

Elementning egiluvchanligi $\lambda = \frac{\lambda_0}{h} = \frac{900}{60} = 15$;

$$\alpha_i = \mu \frac{R_{sc}}{R_b \gamma_{b2}} = 0,01 \frac{365}{11,5 \cdot 1,1} = 0,289; i = 0,289 \cdot 60 = 17,34 \text{ sm}; \mu = 0,01;$$

Umumiy eksentrisitet

$$e_0 = e_e + e_{or} = 2 + 40 = 42 \text{ sm, u holda}$$

$$e = e_0 + 0,5(h_0 - a) = 42 + 0,5(56 - 4) = 68 \text{ sm};$$

Elementning chegaraviy holatida uzoq muddatli yukni uning mustahkamligiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient, $\beta = 1$ (og'ir betonlar uchun) bo'lganda

$$\varphi_i = 1 + \beta(M_1 / M) = 1 + 1 \frac{(150 + 100 + 50)}{(150 + 100)} = 1 + 1,2 = 2,2;$$

koeffitsient $\delta_e = e_0/h = 42/60 = 0,7$, bundan

$$\delta_{min} = 0,5 - 0,01(10/h) - 0,01Rv = 0,5 - 0,01(900/60) -$$

$$- 0,01 \cdot 11,5 = 0,24 < \delta_e = 0,7,$$

qabul qilamiz $\delta = 0,7$.

$$J_e = \frac{bh^3}{12} = \frac{30 \cdot 60^3}{12} = 540000 \text{ sm}^4;$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_c} = \frac{200000}{24000} = 8,34.$$

U holda kritik kuch:

$$N_{\alpha} = \frac{6,4 \cdot E_c}{l_0^2} \left[\frac{J_e}{\varphi_e} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta_e} + 0,1 \right) + \alpha \cdot J_s \right] = \frac{6,4 \cdot 24000 \cdot (100)}{900^2} \times$$

$$\times \left[\frac{540000}{2,2} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,7} + 0,1 \right) + 8,34(30 - 4)^2 \cdot 0,01 \cdot 30 \cdot 60 \right] =$$

$$= 3027356 N > N = 750000 N.$$

$$J_s = \mu b h \left(\frac{h - a - a'}{2} \right)^2$$

Bo'ylama egilish koefitsienti:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{750000}{3027356}} = 1,328.$$

Bo'ylama egilishni hisobga olgan holda, eksentrisitet:

$$e_{0\eta} = 42 \cdot 1,328 = 55,8 \text{ sm} > 0,3h_0 = 0,3 \cdot 56 = 16,8 \text{ sm},$$

demak, element birinchi hisobiy holatga kirar ekan.

Eksentrisitet:

$$e = e_{0\eta} + 0,5(h_0 - a_1) = 42 \cdot 1,328 + 0,5(56 - 4) = 81,8 \text{ sm};$$

$$\omega = 0,85 - 0,01 \cdot R_s = 0,85 - 0,01 \cdot 11,5 = 0,735;$$

$$\sigma_{sR} = R_s = 365 \text{ MPa}; \sigma_{sc,u} = 400 \text{ MPa};$$

$$\zeta_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,A}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)} = \frac{0,735}{1 + \frac{365}{400} \left(1 - \frac{0,735}{1,1} \right)} = 0,768;$$

$$\alpha_R = 0,768 (1 - 0,5 \cdot 0,768) = 0,473.$$

Siqiluvchi armaturaning talab etilgan yuzasi shunday aniqlanadi.

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_R R_s e h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} = \frac{750 \cdot 10^3 \cdot 81,8 - 0,473 \cdot 11,5 \cdot (100) \cdot 30 \cdot 56^2}{365 \cdot (10^2)(56 - 4)} = 5,36 \text{ sm}^2;$$

$$\mu = \frac{5,36}{30 \cdot 56} \cdot 100\% = 0,319\% > \mu_{\min} = 0,2\%$$

Cho'ziluvchi armaturaning talab etilgan yuzasi:

$$A_s = \frac{R_s \cdot \zeta_R \cdot e h_0}{R_s} + \frac{R_{s,c} A'_s}{R_s} - \frac{N}{R_s} = \frac{11,5 \cdot (100) \cdot 0,768 \cdot 30 \cdot 56}{365 \cdot (100)} +$$

$$+ \frac{365 \cdot 5,36}{365 \cdot (100)} - \frac{750 \cdot 10^3}{365 \cdot (100)} =$$

$$= 40,65 + 5,36 - 20,55 = 25,46$$

$$\mu = [(A_s + A_s') / bh] \cdot 100\% = [(25,46 + 5,36) / 30 \cdot 60] \cdot 100\% = 1,7\%$$

umumiy armaturalash foizi $\mu\%$ birinchi interval uchun qabul qilingan armaturalash foiziga mos keladi. Demak, hisoblash tugadi deb hisoblanadi.

Shunday qilib, siqiluvchi armaturani 4 \varnothing 14, A-III, $A_{s1} = 6,15 \text{ sm}^2$, cho'ziluvchi armaturani 4 \varnothing 32, A-III, $A_s = 32,17 \text{ sm}^2$ deb qabul qilamiz.

2-misol. Simmetrik armaturalangan nomarkaziy siqilishga ishlovchi element uchun bo'ylama armaturaning kesim yuzasi aniqlansin.

Bunda uzoq muddatli yuk $N = 700 \text{ kN}$; qisqa vaqtli yuk $N_{sh} = 300 \text{ kN}$; eksentrisitetlar $e_0 = 5 \text{ sm}$; $e_{01} = e_a = h/30 = 1,3 \text{ sm}$; $b = h = 40 \text{ sm}$; hisobiy uzunlik $l_0 = 3,2 \text{ m}$, og'ir beton sinfi B15 ($R_b = \gamma_{b2} \cdot R_b = 1,8,5 = 8,5 \text{ MPa}$; $E_b = 23000 \text{ MPa}$); armatura sinfi A-II ($R_s = R_{sc} = 280 \text{ MPa}$; $E_s = 210000 \text{ MPa}$).

$$A_s = ?; A_s' = ?$$

Yechish: Agar $a = a_1 = 4 \text{ sm}$ desak, $h_0 = h_0' = 40 - 4 = 36 \text{ sm}$; va $Z_s = h - a - a' = 40 - 4 - 4 = 32 \text{ sm}$ ga teng

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2,1 \cdot 10^5}{0,23 \cdot 10^5} = 9,13.$$

Beton yuzasining inersiya momenti:

$$J_e = \frac{bh^3}{12} = \frac{40 \cdot 40^3}{12} = 213333 \text{ sm}^4;$$

$$e_j = e_0 + 0,5 h - a = 5 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 21 \text{ sm} = 0,21 \text{ m};$$

$$e_{j1} = e_{01} + 0,5 h - a = 1,3 + 0,5 \cdot 40 - 4 = 17,3 \text{ sm} = 0,173 \text{ m};$$

To'la bo'ylama kuch: $N = N_1 + N_{sh} = 700 + 300 = 1000 \text{ kN}$;

$$M = N \cdot e_1 = 1000 \cdot 0,21 = 210 \text{ kN}\cdot\text{m};$$

$$M_e = N_e \cdot e_{11} = 700 \cdot 0,173 = 121,1 \text{ kN}\cdot\text{m}.$$

Koeffitsient:

$$\varphi_e = 1 + \beta \cdot \frac{M_e}{M} = 1 + 1 \frac{121,1}{210} = 1,58 < 1 + \beta = 1 + 1 = 2;$$

$$\delta_{\min} = 0,5 - 0,01 \cdot l_0 / h - 0,01 R_v = 0,5 - 0,01 \cdot 3,2 / 0,4 - 0,01 \cdot 8,5 = 0,335;$$

$$\delta = e_0 / h = 5 / 40 = 0,125 < \delta_{\min} = 0,335,$$

qabul qilamiz: $\delta = 0,335$;

$$i = \sqrt{\frac{h^2}{12}} = \sqrt{\frac{40^2}{12}} = 11,56; \lambda_0 / i = 320 / 11,56 = 27,68.$$

1-jadvaldan $\mu_{\min} = 0,1\%$ deb olamiz, u holda

$$A_{s,\min} = \mu_{\min} \cdot b h_0 = 0,001 \cdot 40 \cdot 36 = 1,44 \text{ sm}^2.$$

Faraz qilamiz, har bir tomonga 3 $\varnothing 14$, A-II sinfli armaturadan qo'yilgan deb ($A_s = A'_s = 4,62 \text{ sm}^2$), u holda

$$J_s = 2 \cdot A_s \cdot (0,5h - a)^2 = 2 \cdot 4,62 (0,5 \cdot 40 - 4)^2 = 2365 \text{ sm}^4,$$

kritik kuch:

$$\begin{aligned} N_{cr} &= \frac{6,4 \cdot E \mathcal{E}}{\lambda_0^2} \left[\frac{J \mathcal{E}}{\varphi_\lambda} \left(\frac{0,11}{0,1 + \delta} + 0,1 \right) + \alpha \cdot J_s \right] = \\ &= \frac{6,4 \cdot 23000}{320^2} \left[\frac{213333}{1,58} \left(\frac{0,11}{0,1 + 0,335} + 0,1 \right) + 9,13 \cdot 2365 \right] \times \\ &\times (100) = 8012000 \text{ N} = 8012 \text{ kN} > N = 1000 \end{aligned}$$

Bo'ylama egilish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_{cr}}} = \frac{1}{1 - \frac{1000}{8012}} = 1,143;$$

$$e = e_0 \cdot \eta = 0,5h - a = 5 \cdot 1,143 = 5,717 = 5,7 \text{ sm};$$

$$e' = e_a \cdot \eta - 0,5h - a' = 1,3 \cdot 1,143 - 0,5 \cdot 40 - 4 = -14,5 \text{ sm};$$

$$\omega = 0,85 - 0,008 \cdot R_v = 0,85 - 0,008 \cdot 8,5 = 0,782;$$

$$\sigma_{sR} = 280 \text{ MPa}; \quad \sigma_{sc,u} = 400 \text{ MPa};$$

$$\zeta_R = \frac{\omega}{1 - \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,782}{1 - \frac{280}{400} \left(1 - \frac{0,782}{1,1}\right)} = 0,65;$$

$$\alpha_R = 0,65 (1 - 0,5 \cdot 0,65) = 0,439,$$

bundan $e_0 \cdot \eta = 5 \cdot 1,143 = 5,7 < 0,3 \cdot h = 0,3 \cdot 40 = 12 \text{ sm}$ bo'lganligidan

$$A_s = A_s^1 = \frac{N \cdot e - \alpha_R \cdot R_g \cdot b h_0^2}{R_s \cdot (h_0 - a')} =$$

$$= \frac{1000 \cdot (1000) \cdot 21,7 - 0,439 \cdot 8,5 \cdot 36^2 \cdot 40 \cdot (100)}{280 \cdot 32 \cdot (100)} = 2,63 \text{ sm}^2.$$

Har ikkala tomonga ham 2 $\varnothing 14$ A-II, $A_s = A_{s1} = 3,08 \text{ sm}^2$ armatura qabul qilamiz. Hisoblangan va qabul qilingan armaturalar yuzasi bir-biridan katta farq qilmagani uchun hisobni tugallangan deb hisoblaymiz.

13-bob. CHO‘ZILGAN TEMIR-BETON ELEMENTLARINI HISOBLASH ASOSLARI

13.1. Cho‘ziluvchi temir-beton elementlar to‘g‘risida umumiy ma‘lumotlar

Cho‘ziluvchi temir-beton elementlarni oldindan zo‘riqtirish imkoniyati mavjud bo‘lgan hollarda ulardan foydalanilsa, maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Konstruksiya avval chegaraviy holatlarning birinchi guruhi bo‘yicha mustahkamlikka hisoblanadi. So‘ngra qabul qilingan beton va armatura chegaraviy holatlarning ikkinchi guruhi (yoriq hosil bo‘lishi, yoriqning ochilishi, deformatsiyalar) bo‘yicha tekshiriladi.

Beton va armaturaning hisobiy qarshiliklari va elastiklik modullari qurilish me‘yorlari va qoidalari QMQ 2.03.01–96 [25] dan tanlab olinadi. Temir-beton konstruksiyalarning taranglanmaydigan armaturasi sifatida A-III sinfli po‘lat sterjen, Bp-I sinfli oddiy simlardan foydalanish tavsiya etiladi. Ko‘ndalang armatura sifatida, ayrim hollarda (gaz, suyuqlik va sochiluvchan jism bosimi ostida bo‘lgan konstruksiyalarda) bo‘ylama armatura sifatida ham A-II va A-I sinfli po‘lat sterjenlar qo‘llaniladi. Temir-beton cho‘ziluvchi elementlarning taranglangan armaturalari sifatida, agar element uzunligi 12 m dan ortmasa – A_t-V va A_t-VI sinfli mustahkam po‘lat sterjenlar, agar 12 m dan ortiq bo‘lsa, B-II, Bp-II sinfli o‘ta mustahkam simlar va K-7 hamda K-19 sinfli sim arqonlar ishlatiladi. Bulardan tashqari, A-V va A-VI sinfli armaturalardan foydalansa ham bo‘ladi.

13.2. Markaziy cho‘ziluvchi temir-beton elementlarni mustahkamlikka hisoblash

Markaziy cho‘ziluvchi elementlar deb, bo‘ylama cho‘zuvchi kuch bilan kesimdagi armaturalar cho‘zuvchi zo‘riqishlarining teng ta‘sir etuvchisi ustma-ust tushgan temir-beton elementlar-

iga aytiladi. Markaziy cho‘ziluvchi elementlar kesimning perimetri bo‘ylab simmetrik ravishda yoki to‘liq kesim bo‘yicha armaturalanadi. Markaziy cho‘ziluvchi temir-beton elementlarning armaturasi oldindan taranglanmasa, elementda nisbatan kichik yuklar ta‘sirida (armaturadagi kuchlanish $\sigma_s=20-30$ MPa bo‘lganda) ham betonda yoriqlar paydo bo‘ladi. Shu sababdan markaziy cho‘zilishga ishlaydigan elementlarning yorilishga bo‘lgan bardoshlilikini oshirish maqsadida, ulardagi ishchi armaturalar oldindan zo‘riqtiriladi. Markaziy cho‘zilishga ishlovchi elementlarning mustahkamligi armaturalar oqish chegarasiga yoki mustahkamlik chegarasiga bog‘liq bo‘ladi. Chunki element buzilishidan oldin betondagi yoriqlar kesimning butun yuzasini kesib o‘tadi.

Markaziy cho‘zilgan elementlarni hisoblashda aksariyat hollarda ularning yuk ko‘tarish qobiliyatini tekshirish yoki bo‘ylama armaturalarning (A_s va A_{sr}) kesim yuzasini aniqlash talab etiladi.

Nomarkaziy cho‘zilishga ishlovchi elementlarning buzilishi eksentrisitetining miqdoriga bog‘liq.

Agar tashqi kuch S va S^1 armaturalarning teng ta‘sir etuvchilari oralig‘iga qo‘yilgan bo‘lsa, u holda element faqat cho‘zilishga ishlaydi.

Agar tashqi kuch armaturalar teng ta‘sir etuvchilari qo‘yilgan masofadan tashqarida bo‘lsa, element mustahkamligi huddi egilishga ishlovchi elementlar chegaraviy qarshiligiga va siqiluvchi zonadagi armatura va betonning chegaraviy qarshiligiga bog‘liq bo‘ladi.

Bunday elementlarning mustahkamligi quyidagi tartibda tekshiriladi.

Bo‘ylama kuch N ning qiymati aniqlanadi:

$$N \leq R_s A_{s,tot} = \gamma_s R_s \sum A'_s + R_s \sum A_s \quad (13.1)$$

bu yerda: γ_{s6} – armaturaning ish sharoiti koeffitsienti;

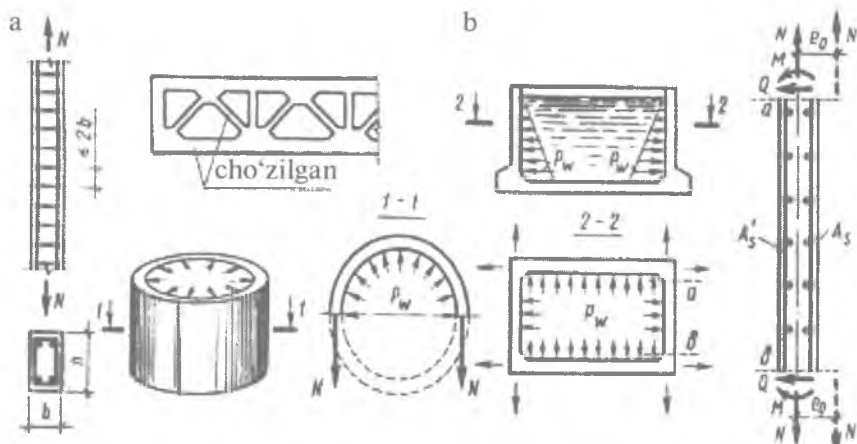
$A_{s,tot}$ – bo‘ylama armaturalarning yig‘indi yuzasi;

$\Sigma A'_s$ – taranglangan armaturalarning yig'indi yuzasi;

ΣA_s – oddiy armaturalarning yig'indi yuzasi.

Mustahkamlikni ta'minlash uchun talab etilgan bo'ylama armaturaning umumiy yuzasi quyidagi formuladan topiladi:

$$A_{s,tot} = N / R_s \gamma_{S6} \quad (13.2)$$



13.1-rasm. Markaziy (a) va nomarkaziy (b) cho'zilgan elementlarni armaturalash

Umumiy holda markaziy cho'ziluvchi elementlar ham zo'riqtirilgan, ham zo'riqtirilmagan sterjenlar bilan armaturalanganligi uchun avval zo'riqtirilmagan armaturaning yuzasi (A_s) ni aniqlab (yoki qabul qilib) olinadi. So'ngra o'ta mustahkam zo'riqtirilgan armaturaning yuzasi aniqlanadi:

$$A_{s,tot} = N - R_s A_{s,tot} / R'_s \gamma_{S6}, \quad (13.3)$$

bu yerda: γ_{S6} – o'ta mustahkam armaturaning ish sharoiti koeffitsienti.

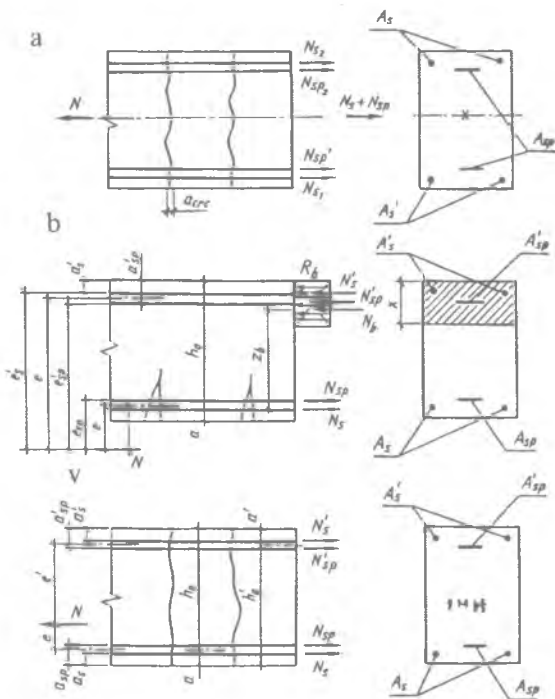
Aniqlangan umumiy yuzaga qarab jadvaldagi sortamentdan sterjenlar sonini belgilaymiz. Bunda amaldagi yuza, tejamkorlik nuqtayi nazaridan, hisobiy yuzadan 3% dan ortib ketmasligi kerak.

13.3. Nomarkaziy cho‘ziluvchi temir-beton elementlarini hisoblash

Nomarkaziy cho‘ziluvchi elementlarda quyidagi ikki hol uchrashi mumkin:

a) bo‘ylama cho‘zuvchi kuch A_s va A'_s armaturalari teng ta‘sir etuvchisining tashqarisidan o‘tadi, 2-hol (13.2-b rasm);

b) bo‘ylama cho‘zuvchi kuch A_s va A'_s armaturalari teng ta‘sir etuvchi zo‘riqishlarining orasida yotadi, 1-hol (13.2-v rasm).



13.2-rasm. Cho‘ziluvchi elementlarda kuchlarning joylashish tarhi: a – markaziy cho‘ziluvchi element; b, v – nomarkaziy cho‘ziluvchi elementlar

Bu ikki holning birinchisida element nomarkaziy siqiluvchi elementlar singari hisoblanadi. Bunda faqat bo‘ylama kuchning ishorasi teskarisiga o‘zgartiriladi. Ikkinchi holda cho‘zuv-

chi kuchning ta'sir chizig'i bilan eng ko'p cho'zilgan armatura A_s gacha bo'lgan masofa $e=0,5h-a-e_0$ ga, eng kam cho'zilgan armatura A'_s gacha bo'lgan masofa esa $e'=0,5h-a+e_0$ ga teng. Bu yerda $e_0=M/N$, M – eguvchi moment, N·mm; N – bo'ylama cho'zuvchi kuch, N.

Kichik yelkali birinchi hol uchun mustahkamlik sharti quyidagi ko'rinishga ega:

$$N'_e \leq (\gamma_{s6} R_s A'_s + R_s A_s)(h_0 - a). \quad (13.4)$$

Katta yelka uchun (2-hol) mustahkamlik sharti quyidagicha yoziladi:

$$N_e \leq R_b A_b Z_b + R_s A_s Z + \sigma_{sc} A'_s Z'; \quad (13.5)$$

$$N'_e \leq R_b b X (h_0 - 0,5X) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') + \sigma_{sc} A'_s. \quad (13.6)$$

Muvozanat tenglamasi quyidagi ko'rinishga ega:

$$R_s A_s - R_{sc} A'_s - N = R_b b x, \quad (13.7)$$

bu yerda: σ_{ss} – armaturadagi kuchlanish; R_{sc} – siqiluvchi armaturaning hisobiy qarshiligi. Shunday qilib, yelka katta bo'lganda kuchdan eng uzoqda joylashgan kesim siqiladi, siqilishga ishlaydigan beton hisobda inobatga olinadi.

Cho'zilish zonasidagi betonning ishi hisobda inobatga olinmaydi. Siqilgan betonning kuchlanishlar epyurasi to'g'ri to'rtburchak shaklli, uning qarshiligi esa R_b deb olinadi.

Element zo'riqtirilmagan A_s va A'_s hamda zo'riqtirilgan A'_s va A_s , sterjenlar bilan aralash holda armaturalanishi mumkin. Agar A_s va A'_s ma'lum bo'lsa (masalan, konstruktiv nuqtayi nazardan), oldindan zo'riqtirilgan armaturaning ko'ndalang kesim yuzasi quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$A'_s = Ne / [\gamma_{S6} R_s (h_0 - a')] - A_s (R_s / \gamma_{S6} R_s) \quad (13.8)$$

$$A'_s = N'e / [\gamma_{S6} R_s (h_0 - a')] - A_s (R_s / \gamma_{S6} R_s) \quad (13.9)$$

bu yerda: $\gamma_{S6} = \eta$ va armatura sinfiga qarab: A-IV bo'lsa, $\gamma_{S6} = 1,20$; A-V, B-II, Bp-II, K-7, K-19 bo'lsa, $\gamma_{se} = 1,15$; A-VI bo'lsa, $\gamma_{se} = 1,10$ olinadi.

1-misol. Cho'zilishga ishlovchi oldindan zo'riqtirilgan element uchun talab etilgan bo'ylama armaturalar yuzasi aniqlansin.

Tashqi bo'ylama kuch $N=680$ kN; $M=12$ kN·m; kesim o'lchamlari $b=h=24$ sm; og'ir beton sinfi B30 ($R_b=0,9 \cdot 17=15,3$ MPa); oldindan zo'riqtirilgan armatura sinfi B_p-II Ø 5 ($R_s=1055$ MPa), zo'riqtirilmagan armatura sinfi A-III ($R_s=365$ MPa).

$$A_s = ?; A'_s = ? \text{ va } A_{s'} = ?; A_{s''} = ?$$

Yechish: Qabul qilamiz $a=a'=3$ sm;

$$\text{U holda } h_0 = h - a = 24 - 3 = 21 \text{ sm}; Z_s = h - a - a' = 24 - 3 - 3 = 18 \text{ sm};$$

$$\text{ekssentrisitet } e_0 = \frac{M}{N} = \frac{12000}{680} = 1,76 \text{ sm} < 0,5Z_s = 0,5 \cdot 18 = 9 \text{ sm},$$

demak, element kichik ekssentrisitet bilan ishlaydi (ikkinchi hisobiy holat bo'yicha hisoblanadi).

$$\text{U holda: } e = 0,5h - e_0 - a = 0,5 \cdot 24 - 1,76 - 3 = 7,24 \text{ sm};$$

$$e' = e_0 + 0,5h - a = 1,76 + 0,5 \cdot 24 - 3 = 10,76 \text{ sm};$$

$$A_{s,tot}^1 = \frac{N \cdot e}{\gamma_{s6} R_s Z_s} = \frac{680000 \cdot 7,24}{1,15 \cdot 1055 \cdot 18 \cdot (100)} = 2,25 \text{ sm}^2;$$

kuchlantirilmaydigan armaturani 2 Ø 10 A-III $A_s^1=1,57$ sm² deb qabul qilamiz. U holda zo'riqtiriladigan armatura yuzasi ko'rilayotgan zona uchun:

$$A_{sp}^1 = \frac{\gamma_{s6} \cdot R_{sp} \cdot A_{s,tot}^1 - R_s \cdot A_s^1}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp}} = \frac{1,15 \cdot 1055 \cdot 2,25 - 365 \cdot 1,57}{1,15 \cdot 1055} = 1,77 \text{ sm}^2,$$

qabul qilamiz 10 Ø 5 B_p-II, $A_{sr}^1=1,96$ sm².

Boshqa zonada esa,

$$A_{s,tot} = \frac{N \cdot e'}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp} \cdot Z_s} = \frac{680000 \cdot 10,76}{1,15 \cdot 1055 \cdot 18 \cdot (100)} = 3,35 \text{ sm}^2$$

kuchlantirilmagan armaturani 2 Ø 10, A-III, $A_s=1,57$ sm² deb qabul qilamiz. U holda zo'riqtirilgan armatura yuzasi:

$$A_{sp} = \frac{\gamma_{s6} \cdot R_{sp} \cdot A_{s,tor} - R_s \cdot A_s}{\gamma_{s6} \cdot R_{sp}} = \frac{1,15 \cdot 1055 \cdot 3,35 - 365 \cdot 1,57}{1,15 \cdot 1055} = 2,28 \text{ sm}^2$$

qabul qilamiz 15 Ø 5 B_p-II, A_{sr}=2,94 sm².

Nazorat savollari:

1. Markaziy cho‘zilgan elementlarni hisoblash.
2. Hisobiy sxemani chizing.
3. Hisoblash formulalarini keltiring.
4. Temirbeton konstruksiyalarining nomarkaziy elementlarini sinishning ikki holi uchun hisoblash usuli.
5. Markaziy va nomarkaziy elementlarni armaturalash.

4-qism. TOSH VA ARMOTOSH KONSTRUKSIYALAR

14-bob. TOSH-G'ISHT KONSTRUKSIYALAR

14.1. Tosh-g'isht konstruksiyalarning qisqacha rivojlanish tarixi

Markaziy Osiyoning ko'p joylaridagi faol seysmik kuchlarning ta'sirlari binolarning buzilishiga sabab bo'lgan, chunki VII asrgacha qurilgan binolar paxsadan, IX asrgacha qurilganlari esa xom g'ishtdan qurilgan va faqat IX asrdan boshlab devor, ra-voq va gumbazlar qurilishida pishiqlik g'isht qo'llanila boshlangan. Bu esa bino mustahkamligini ancha oshirgan. Shuning uchun ham bizgacha asosan pishiqlik g'isht va paxsadan ishlangan binolargina yetib kelgan.

Bino tarhini ishlashda miqyosiy o'lchov (modul) va modul tizimidan foydalanish, simmetriyaga asoslanish, bino shakllari tomonlarini kvadrat va «oltin kesim», «oltin nisbat»larida chiqarish, ularda mutanosib proporsiyalarni qo'llash qoidalariga amal qilish eng asosiy tartiblar qatoriga kirgan.

O'rta Osiyo tarixi Uyg'onish davrida Marv, Buxoro, Samarqand, Urganch kabi shaharlar o'sha davrning eng yirik madaniy markazlari hisoblangan. IX–XI asrlarda o'z asarlarini arab tilida yozgan olimlarning eng mashhurlari O'rta osiyolik edilar. Ular orasida Muhammad ibn Muso Xorazmiy (arxitekturaviy shakllarni hisoblashda matematikani qo'llash usullari), Abu Ali ibn Sino (bino xonalarini yoritish va ulardagi havo almashinuvini ta'minlash masalalari), Abu Nasr Forobiy (obidalardagi go'zallik sirlari, mutanosiblik, garmoniya masalalari), Abu Rayhon Beruniy (qurilish uchun yer maydoni va poydevor zamini), Abdul Vafo Buzjoniy (arxitekturaviy shakllarda geometriyani qo'llash usullari) va boshqalar bor edi. Keyinroq ular safiga Mirzo Ulug'bek (binolarning hajmiy-rejaviy va konstruktiv yechimlari hamda poydevorlarning shakllari) va G'iyosid-

din Jamshid Koshiy (ravoq chizish uslubi va uni amalda qo'llash masalalari) qo'shildi.

Ma'lumki, o'rta asr Sharq olimlari antik davr yunon mualliflarining falsafa va matematikaga doir asarlarini qunt bilan o'rganganlar. Ularni butun islom dunyosiga ommalashtirib yanada rivojlanishiga katta hissa qo'shganlar. O'rta osiyolik olimlar ham dunyoviy fanlarning barcha sohalari bo'yicha, jumladan, matematika, geometriya, astronomiya, falsafa va tibbiyot bo'yicha ulkan asarlar yaratdilar. Bundan tashqari o'rta asrlarda yaratilgan Sharq va O'rta osiyolik olimlarning asarlarida me'morlar va hunarmandlarga zarur bo'lgan geometrik yasalmalar hamda mutanosiblik bilan bog'liq bo'lgan qurilishga oid qator masalalar ham keng yoritib berilgan. Masalan, Abu Nasr Forobiyning fikricha, arifmetika va geometriya barcha fanlar va san'atlar tarkibiga kirib boradi. Uning X asrda yozgan «Geometrik shakllarning nafisligi haqidagi ma'naviy go'zal usullar va tabiiy sirlar kitobi» me'morlarda katta qiziqish uyg'otdi. Unda Forobiy eng yaxshi mutanosibliklar haqidagi ijodiy izlanishlarni, go'zal nisbatlarni qarab chiqqan va san'at asarlarining geometrik uyg'unligi bilan bog'liq bo'lgan go'zallik sirlarini ochib bergan. Forobiyning ushbu asarini rus tiliga tarjima qilgan olimlar Abul-Vafo Buzjoniyning Forobiydan keyin yozilgan «Hunarmandlarga handasaviy yasalmalardan nimalar zarurligi haqidagi kitob»iga deyarli to'liq mos kelishini aytib o'tgan. Ushbu kitob, geometrik shakllar va ularning yasash uslublari haqidagi ma'lumotlar, shuningdek, yetti burchakliklarni taqribiy qurish, ko'pburchakliklarni shaklning berilgan tomoni va boshqa parametrlari bo'yicha yasash, aylana ichiga teng tomonli uchburchak, kvadrat, besh, olti, yetti, to'qqiz va o'n ikki burchakliklarni chizishga asoslangan yasalişlar hamda handasaviy qurish bo'yicha boshqa zarur ma'lumotlar keltirilgan. Forobiy o'zining «Fozil shahar aholisining qarashlari haqida»gi risolasida «shaharni ham, uyni ham inson qomatiga taqqoslash zarur» deb yozadi. Bu bilan olim fozil shaharning sof inson qomati-

ga hamohang va mos tarzda qurilishini orzu qiladi. Uning fikricha, «goʻzallik va foydalilikni bir-biridan ajratib boʻlmaydi, ularning qoʻshilishi esa uygʻunlikka olib keladi». Demak, ulugʻvorlik – oddiylikda, goʻzallik – uygʻunlikda namoyon boʻladi.

Asrlar osha bizning davrimizgacha yetib kelgan arxitektura yodgorliklari qadimgi binokor va meʼmorlarning yuksak aql-zakovati, bilimdonligidan dalolat beradi. Qadimda yashab ijod etgan binokor ustalar faqatgina boy tajribaga asoslanib qolmay, meʼmorchilikning oʻsha davrlarda mavjud boʻlgan nazariy gʻoyalari ham suyanib ish tutganlar. Qadimiy meʼmoriy obidalar bunyod etilishidan ilgari ularning loyihasi chizilgan va bu loyiha koʻzga koʻringan usta va meʼmorlarning muhokamasidan oʻtgan. Doim xavf solib kelgan zilzila dahshati Oʻrta Osiyo meʼmorlari diqqat-eʼtiboridan chetda qolmagan, albatta. Shu kunlargaacha saqlanib qolgan tarixiy obidalar fikrimizning dalilidir.

Markaziy Osiyoda bunyod etilgan koʻpgina meʼmoriy yodgorliklarni tahlil qilish natijasi qadimgi meʼmorlar zilzila kuchlarining inshootlarga taʼsir etish qonuniyatini yaxshi bilganlar, degan xulosaga olib keladi. Oʻsha davr binokor ustalari zich yoki boʻsh tuproqda tiklangan binoning zilzila jarayonidagi holatini toʻla tasavvur eta olganlar. Bu esa meʼmorlarga turli-tuman binolar va inshootlarning seysmik mustahkamligini taʼminlovchi antiseysmik chora-tadbirlar ishlab chiqish imkonini bergan. Yaʼni bino qurishda qoʻllanilgan gʻishtlarning oʻlchamlari ham inshootdagi kuchlanishlarni kesim boʻyicha tekis tarqalishini taʼminlagan, chunki gʻishtlarning oʻlchamlari kvadrat shaklda boʻlgan.

Bobokalon meʼmorlarimiz elastik qurilish materiallari va konstruksiyalari inshootlarning seysmik mustahkamligini taʼminlovchi eng yaxshi chora deb hisoblanganlar. Bu esa, oʻz navbatida, qurilish qorishmasi sifatida ganch va loydan foydalanishgan, poydevorlarning maxsus konstruksiyalarini ishlab chiqishga hamda devorlarning sokol qismida qamish tasmalar qoʻllanishiga olib kelgan.

Pishiq g'isht terishda soz tuproqdan tayyorlangan loy hamda ganch (mahalliy alebastr, gipsning bir turi) qorishmasi qo'llanilgan.

Ganch qorishmasi tez qotuvchi bo'lganligi sababli u qurilishning o'zida oz-ozdan (10–12 kg dan) tayyorlangan.

G'isht terish ishlarida ganch hech qachon sof holda ishlatilmagan: unga 1:1 yoki 1:3 nisbatan soz tuproq yoki qum qo'shib ishlatilgan. Ustalar yirik ganchdan tayyorlangan qorishmaning mustahkamligi mayda ganchga nisbatan yuqori bo'ladi, deb hisoblaganlar. Shuning uchun ham g'isht terishda yirik donali ganchdan foydalanishgan. Yirik donali ganch sekin qotadi. Qotish jarayonining sekin kechishi mustahkamlikning asta-sekin ortib borishini ta'minlaydi. Chunki qorishma tarkibidagi namlikni shimib olgan ganchning yirik donasi vaqt o'tishi bilan shu namlikning bir qismini ma'lum miqdorda chiqarib turadi, bu esa qotish jarayonining bir tekis o'tishini ta'minlaydi. Qadimiy ustalarning fikricha, ganch o'zining to'liq mustahkamligiga bir yil mobaynida erishishini oldindan bilganlar.

Ba'zan ganch qorishmasiga sog' tuproq va toza qumdan tashqari g'isht kukuni, kul va o'tin-ko'mir talqoni qo'shilgan.

Qadimgi me'morlar elastik va qayishqoq qorishmalar g'isht konstruksiyalarni zilzila ta'siridan asrovchi eng yaxshi chora deb bilib, devor choklarida uning qalinligini kattaroq (deyarli g'isht qalinligida) olishga harakat qilganlar. Odatda, binoning pastki qismida qorishma qalinroq (5 sm atrofida) olinib, devor ko'tarilgan sari, qorishma qalinligi ham sekin-asta yupqalashib borgan; ikkinchi qavat balandligida qorishma choklarining qalinligi 10–12 mm ni tashkil etgan.

Shuning uchun ham Markaziy Osiyoning monumental binolarida ganch qorishmasining hajmi devorlar hajmining deyarli 30 foizini tashkil etgan.

Toza sog' tuproqdan yaxshilab pishitib, yetiltirib tayyorlangan loyning o'ta plastik xossasi me'morlarning diqqat-e'tibo-

ridan chetda qolmadi. X–XVII asrlarda bunyod etilgan monumental g'ishtin binolarning deyarli hammasida poydevor ostiga ma'lum qalinlikda sof loy qatlami — yostiq to'shalgan.

Qadimiy binolarda ikki xil poydevor qo'llanilgan: 1) eni sokol eniga teng va o'zgarmas bo'lgan poydevorlar; 2) eni pastga tomon kengayib boradigan poydevorlar. Poydevorlarning tubi yoysimon qabariq shaklda ishlangan. Qabariqlik poydevorning loydan tayyorlangan yostiqqa osonroq joylashuviga imkon berib, inshootning bir tekis cho'kishini ta'minlagan.

Poydevor balandligi yer sirtiga yetganda, poydevor bilan sokol orasiga kuchsiz loy qorishmasida yoki toza tuproqning o'zida binoning butun (ichki va tashqi devorlari) perimetri bo'ylab, bir qator g'isht terilgan. Bu ham qadimiy me'morlarning anti-seysmik choralaridan biri hisoblangan.

Zilzila kuchini gorizontol tashkil etuvchilari, ya'ni gorizontol turtkilar poydevorni bino ostidan surib chiqarishga intiladi. Binoning pastki va ustki qismi bilan bog'lanmagan g'isht qatlami esa poydevorni sokol ostida qo'zg'alishiga imkon beradi. Natijada poydevorda vujudga kelgan zo'riqishlar binoning yuqori qavatlariga to'liq uzatilmaydi. Bu esa, o'z navbatida, binolarning zilzila ta'siriga yaxshi bardosh berishiga olib keladi.

Markaziy Osiyoning ba'zi arxitektura yodgorliklarida qo'llanilgan qamish qatlamlarini yuqoridagi g'oyaning mantiqiy davomi deyish mumkin.

Qamish qatlami binolarning sokol qismiga yotqizilgan. sokolning yer sirtiga chiqqan qatoriga avval tekis qilib qorishma yoyilgan. Qorishmaning ustiga 8–10 sm qalinlikda, devor sirtiga tik yo'nalishda qamish bostirilgan. Qamishning uzunligi devor eniga teng qilib, oldindan qirqib, tayyorlab qo'yilgan. Qamish qatlami ustiga yana qorishma yoyib, uning ustiga g'isht terilgan.

G'ishtning navbatdagi qatorlari odatdagicha davom ettirilgan. Ba'zi binolarda qamish qatlami ikki qator qilib yotqizilgan, bunda ikkinchi qatlam sokolning yuqori qismiga joylangan.

Tekshirishlarning ko'rsatishicha, vaqt o'tishi bilan qatlam o'tirgan (cho'kkan), biroq qamish poyalari sinmagan va pachoqlanmagan. Qamish yer sirtidan yuqorida joylashganligi tufayli, unga hamma vaqt havo tegib turgan va chirimagan. Ba'zi binolarda vaqt o'tishi bilan tuproq ostida qolgan qamishlar chirib, binoning mustahkamligiga putur yetgan. Buni nazarda tutgan qadimiy me'morlar qamishga doimiy ravishda shabada tegib turishini o'ylaganlar, hatto devor suvoqlari qamish qatlamiga yetganda uzib qo'yilgan, shu yo'l bilan qamish ham ichkari, ham tashqari tomondan havo olib turgan.

Ma'lumki, yer qimirlaganda zilzila manbayidan har tarafga seysmik to'liqlar tarqaladi. To'liqlarning vertikal tashkil etuvchilari inshoot poydevoriga pastdan yuqoriga qarab zarb bilan uriladi. Seysmik to'liqlarning gorizontal tashkil etuvchilari esa bino poydevoriga grizontal yo'nalishda urilib, poydevorni bino ostidan surib chiqarishga intiladi.

Bir binoni ko'z oldimizga keltiraylik. Uning loy qorishmasida pishiq g'ishtdan terilgan poydevori elastik loy qatlamiga o'rnatilgan. Poydevor bilan sokolning tutashuv yeriga qum bilan tuproq aralashmasidan yupqa qatlam (kuchsiz qorishma qatlami) berilgan. Undan yuqoriroqda qamish qatlami yotqizilgan. Binoning g'ishtin devori elastik ganch qorishmasida tiklangan, deylik.

Seysmik to'liqlarning vertikal tashkil etuvchilari dastavval poydevor ostidagi elastik loy qatlamiga duch keladi. Bu yerda biroz kamaygan to'liqin poydevorga uzatiladi, poydevorning plastik qorishmasida uning kuchi yana bir oz qirqiladi. Sokolda joylashgan qamish qatlami amortizator vazifasini o'taydi. Chunki qamish qatlami o'zining elastikligi tufayli yetib kelgan to'rtkini to'laligicha yuqoriga uzatish qobiliyatiga ega emas (agar qamish o'rnida oddiy g'isht bo'lganida, u holda turtki kuchi to'laligicha yuqoriga uzatilgan bo'lar edi). Kuchi ancha qirqilgan to'liqin g'ishtin devor bo'ylab yuqorilaydi; elas-

tik ganch qorishmasidan o'tib borgan to'liqin kuchi ko'tarilgan sari so'nib boradi.

Seysmik to'liqinlar gorizontal tashkil etuvchilarning shiddatkor ta'siridan binolarni yana o'sha qamish qatlami hamda sokol va poydevor orasiga yotqizilgan qumoq tuproq yoki o'ta kuchsiz loy yotqizig'i asraydi. Tuproq yotqizig'i poydevorni binoning ostidan siljitishga yo'l qo'yadi. Bu siljish bino devorlariga zarar yetkazmagan holda seysmik kuchlarning quvvatini qirqadi. Qamish qatlami ikkita bo'lsa, siljish va egilish kuchlanishlari yanada ko'proq so'nadi. Devor tarkibidagi ganch qorishmasi o'zining elastik xossasi tufayli qolgan kuchlanishlarning so'nishiga olib keladi.

Bino va inshootlarning zilzilabardoshligini oshirish maqsadida qadimiy me'morlar yuqorida ko'rib o'tilgan usullardan tashqari yana qator seysmomustahkam konstruksiyalarni qo'llaganlar. Ularning ichida eng diqqatga sazovorlaridan biri ravoqlar shaklining cho'qqisimon qilib olinishidir. Zilzila jarayonida cho'qqisimon ravoqlar yarim aylana shaklli ravoqlarga nisbatan yaxshi saqlanadi. Ravoqning ayrim yerlari yorilib, shikastlangan taqdirda ham ravoq sharnirli sistema sifatida ishlayveradi.

Samarqand shahri yaqinida 1502-yilda Zarafshon daryosi ustiga Shoyboniyxon tomonidan qurdirilgan suv ayirgich — ko'prikning bitta ravog'i bizning davrimizgacha saqlanib qolgan. Dastlab ko'prik 7 ravoqdan iborat bo'lgan. Davrlar o'tishi bilan suv ayirgich — ko'prik buzila boshlagan. Inshootning buzilishiga asosan suvning agressiv ta'siri sabab bo'lgan deb taxmin qilish mumkin. Chunki ko'prikni qurishda, asosan, pishiq g'isht ishlatilgan. U davrlarda sement bo'lmagan. Me'morlar biriktiruvchi qorishma sifatida o'simlik kuli, ganch va ohak kabi materiallardan foydalanganlar. Ma'lumki, bu materiallar agressiv muhit ta'siriga yaxshi bardosh bera olmaydi. Suvga tegib turgan ravoqlar asta-sekin yemirilib, buzilib ketgan. Suvdan chetroqda — qirg'oqda joylashgan ravoqning shu kunlargacha yaxshi saqlanib

qolganligi, uning seysmomustahkam konstruksiya ekanligidan dalolat beradi.

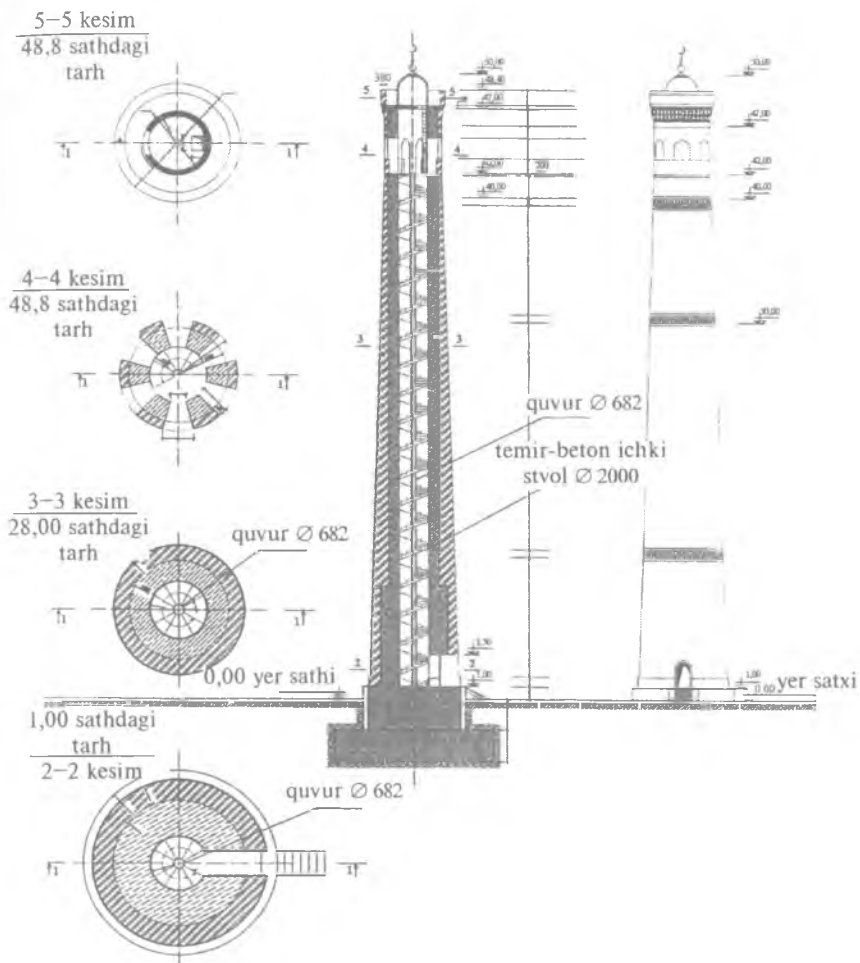
Markaziy Osiyo qadimiy me'morlarining yaratgan seysmik ta'sirlarga qarshi choralari haqida gap borar ekan, ular bunyod etgan binolarda alohida turuvchi tosh ustunlarning qo'llanmaganligini ta'kidlab o'tish zarur. Tosh ustunning zilzila ta'siriga bardoshsiz ekanligini bilgan me'morlar bino qismlarida bu elementdan foydalanmaganlar.

Shunday qilib, qadimgi me'morlar plastik konstruksiyalardan foydalanish binolarni zilzila halokatidan asrab qoladigan yagona vosita deb hisoblaganlar. Bu dunyoqarash uzviy ravishda avloddan avlodga o'tib keldi. Asrlar osha bizning davrimizgacha yetib kelgan arxitektura yodgorliklari bobokalon me'morlarimiz yaratgan uslublarning to'g'ri va yashovchan ekanligidan dalolat berib turibdi.

Toshkent shahridagi «Hazrati Imom» (Hastimom) majmuasi yirik qadamjolardan hisoblanadi. Bu majmuaning bunyod bo'lishi Qaffol Shoshiy maqbarasi qurilishidan boshlanadi.

Qaffol Shoshiy – to'liq ismi Abu Bakr Muhammad ibn Ali Ismoil Qaffol ash-Shoshiy al-Kabir bo'lib, Hazrati Imom nomi bilan mashhur bo'lgan. Bu insonning hurmatini bajo keltirish maqsadida ismi yoniga al-Kabir (ulug' va muhtaram) so'zi ham qo'shib aytilgan. Imom Shosh (Toshkent)da 903-yilda taval-lud topgan, 976-yilda vafot etgan. U yirik olim, faylasuf, muhaddis, faqh, tilshunos va shoir bo'lgan. Zamondoshlari orasida ulug' Imom (Imom al-Kabir) nomi bilan shuhrat qozongan. Uning bir qancha asarlari islom olamida mashhur. O'sha vaqtda Movarounnahrda u kishiga teng keladigan olim yo'q edi.

Qaffol Shoshiyning hozirda mavjud bo'lgan maqbarasi uning qabri ustiga me'mor G'ulom Husayn tomonidan 1541–1542-yillarda qurilgan, Hazrati Imom majmuasining eng yuqori (baland) qismida joylashgan. Majmuaning umumiy maydoni 10 gektarga yaqin.



14.1-rasm. Minoraning umumiy ko'rinishi va qirgimi

Imom Qaffol Shoshiy qulfsoz usta bo'lgan. Manbalarning guvohlik berishicha, u og'irligi 0,5 g keladigan jajji qulf-kalit yasagani uchun «Qaffol» (qulf yasovchi, qulfsoz) nomi berilgan. U kishi Qur'oni karim, fiqh va leksikologiya allomasi

bo'lgan. Ellikdan ortiq tillarni mukammal bilgan. U arab, lotin va hind tillariga oid mukammal lug'atlar ham yozgan. Qaffol Shoshiy «al-Jadal al-Hasan» («Dialektika go'zalligi»), «Kitob fi usul al-fiqh» («Fiqh usullari kitobi»), «Javomih al-kalim» («Hikmatlar to'plami») «Adab al-Qozi» («Qozining odobi»), «Daloil an-nubuvvat» (Payg'ambarlik dalillari), «Mahosin ash-shariat» («Shariat go'zalliklari») va boshqa asarlar yozgan.

«Hazrati Imom» jome masjidi hovlisida ikkita minora qad ko'targan. Minora xorazmlik va qo'qonlik ustalar tomonidan 2007-yilda qurilgan. Ularning har birining balandligi 52 m, pastki qismining diametri 6,7 m, yuqori qismining diametri 4,5 m. Bu minora Buxorodagi Minorai Kalon usulida qurilgan bo'lib, farqi diametrining kichikroq qilib olinganligidadir (14.1-rasm).

Tosh-g'isht va armotosh konstruksiyalarning olovbardoshligi, tayyorlash osonligi, chidamliligi, ulardan foydalanishda mablag'ning deyarli sarf bo'lmasligi bu xildagi konstruksiyalarning afzalligidir. Tosh-g'isht va armotosh konstruksiyalar o'z massasining kattaligi, shuningdek, nisbatan to'la industrilashtirishning imkoni yo'qligi ularning kamchiligi hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda tosh-g'isht konstruksiyalar, asosan, turli xil bino va inshootlarning devor hamda ustunlarini tiklashda ishlatiladi. Ba'zan, og'ir jinsli tabiiy toshlardan poydevorlar yotqizishda foydalaniladi. Armotosh konstruksiyalar turli xil muhandislik inshootlari, masalan, tutun chiqarish quvurlari, rezervuarlar va shu kabi inshootlar qurilishida ishlatiladi.

14.2. Tosh-g'isht konstruksiyalar uchun ishlatiladigan materiallar

Tosh-g'isht va armotosh konstruksiyalar uchun zarur bo'ladigan asosiy materiallarga toshlar (tabiiy yoki sun'iy), qorishmalar, po'lat armatura kiradi. Yengillashtirilgan devorlarda isitgich materiallar ham ishlatiladi.

Tosh-g'ishtlar bir necha sifatlariga qarab tasniflanadi. Ke-lib chiqishiga ko'ra tabiiy va sun'iy toshlar bo'ladi. Tabiiy tosh-lar karyerlardan qazib olinadi. Sun'iy tosh-g'ishtlar yuqori ha-roratda pishirish yoki bog'lovchi moddalar asosida qotirish yo'li bilan tayyorlanadi.

Toshlar katta-kichikligiga qarab balandligi 500 mm gacha va undan ortiq bo'lgan yirik (bloklar), balandligi 200 mm gacha bo'lgan mayda donali toshlar hamda balandligi 65, 88 yoki 103 mm, rejadagi o'lchamlari esa 250x120mm li g'ishtlarga ajrati-ladi.

Tosh materiallarga quyidagi asosiy talablar qo'yiladi: ular mustahkam, uzoqqa chidamli va issiqlikni saqlash xossalari-ga ega bo'lishi lozim. Tosh-g'ishtlar mustahkamligining asosiy ko'rsatkichi uning markasi hisoblanadi.

Marka ularning siqilishga bo'lgan vaqtli qarshiligi bo'yicha, g'ishtlar uchun esa egilishdagi mustahkamligini hisobga olgan holda siqilishdagi vaqtli qarshiligi bo'yicha belgilanadi. Mustah-kamligi past (4, 7, 10, 15, 25, 35, 50 markali) tosh materiallarga yumshoq ohak-toshlar, xom g'isht, yengil beton toshlar, o'rtacha mustahkamlikdagi materiallarga (75, 100, 125, 150, 200 marka-li) tabiiy yengil toshlar, beton va sopol toshlar, turli xil g'isht-lar kiradi. Yuqori darajada mustahkam (250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000 markali) tosh materiallariga tabiiy og'ir va beton tosh-lar va klinker g'ishtlari kiradi.

Toshning sovuqbardoshligi uning uzoqqa chidamliligining asosiy ko'rsatkichi hisoblanadi. Sovuqbardoshlik bo'yicha mar-kasi toshning muzlash-erish sikllarining nechtasiga bardosh berishini ifodalaydi. Tosh materiallarining sovuqbardoshlik bo'yicha quyidagi markalari belgilangan: $M_{rz}10$, $M_{rz}15$, $M_{rz}25$, $M_{rz}35$, $M_{rz}50$, $M_{rz}75$, $M_{rz}100$, $M_{rz}150$, $M_{rz}200$, $M_{rz}300$.

Materialning talab etiladigan sovuqbardoshligi konstruksi-ya turiga, uni ishlatilish sharoitlariga va talab etiladigan uzoq-qa chidamlilik (ishonchlilik) darajasiga bog'liq bo'ladi. Uzoq-

qa chidamlilikning uch darajasi belgilangan: I daraja – xizmat muddati oshirilgan (taxminan, 100 yildan ortiq) to‘siq konstruksiyalar uchun; II daraja – xizmat muddati (50–100 yil) o‘rtacha bo‘lgan to‘siq konstruksiyalar uchun; III daraja – xizmat muddati kamaytirilgan (20–50 yil) to‘siq konstruksiyalar uchun.

Issiqlik izolyatsiyasi xossalari binoning tashqi devorlarini tiklashda bir yo‘la qilinadigan sarfga ham, binoni isitishga ketadigan ekspluatatsion sarflarga ham jiddiy ta‘sir etadi. Materialning hajmiy massasi qancha katta bo‘lsa, uning issiqlik o‘tkazuvchanligi shuncha yuqori bo‘ladi, tashqi devorlar qalin bo‘lsa, qimmatga tushadi. Shu sababdan, tashqi devorlar uchun hajmiy massasi kichik bo‘lgan tosh materiallar yoki g‘ovakli g‘isht, g‘ovakdor beton, ichi bo‘sh keramik yoki beton toshlar ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Tosh-g‘isht terish uchun sementli, ohakli, gipsli, gilli va aralash qorishmalar ishlatiladi. Hajmiy massasiga ko‘ra ular og‘ir ($g \geq 1500 \text{ kg/m}^3$) va yengil ($g < 1500 \text{ kg/m}^3$) qorishmalarga bo‘linadi. Og‘ir qorishmalar uchun kvarsli, ohakli va boshqa xil qumlar, yengil qorishmalar uchun esa shlak, tuf, pemza kukunlari va boshqa yengil qumlar to‘ldiruvchi material bo‘lib hisoblanadi. Qorishma alohida toshlarni bir-biriga bog‘lab, yaxlit devorga aylantiradi. Qorishma orqali kuchlanish bir toshdan ikkinchi toshga tekis uzatiladi, shuningdek, devorning havo va nam o‘tkazuvchanligi kamayadi. Shunga ko‘ra devorning mustahkamligi, uzoqqa chidamliligi, teplotexnik ko‘rsatkichlari ko‘p jihatdan qorishmaning tarkibi va miqdoriga bog‘liq. Qorishma devorning gorizont va tik choklarini to‘ldirish uchun qulay bo‘lishi, tarkibidagi suvni tutib tura oladigan darajada qo‘zg‘aluvchan bo‘lishi kerak. Uning tarkibi bir jinsli, qotgandan keyin esa talab etiladigan darajada mustahkam va sovuqbardosh bo‘lishi kerak. Qorishmaning mustahkamligi uning markasi bilan baholanadi. Bu marka qorishmadan qirralari 7 sm li 28 kun normal sharoitda ($t = 20 \pm 2^\circ \text{C}$, namlik $65 \pm 5\%$) saqlangan kublar siqilganda

ko'rsatgan vaqtli qarshilik (kg/sm^2 da) bilan belgilanadi. Qorishmalar uchun 4, 8, 10, 25, 50, 75, 100, 150, 200 loyiha markalari belgilangan.

Armotosh konstruksiyalarga ishlatiladigan armatura A-I klassdagi qaynoq holida prokatlangan po'lat, A-II sinfdagi, diametri 6 dan 40 mm gacha bo'lgan davriy profilli po'lat, shuningdek, B_p —I sinfdagi, diametri 3—8 mm li sovuqlayin cho'zib taram-taram qilingan oddiy armatura simlardan iborat.

Tosh-g'isht devorning mustahkamligi tosh bilan qorishmaning mustahkamligiga, terish sifatiga va boshqa omillarga bog'liq. Tadqiqotlar natijasi shuni ko'rsatadiki, devorning tik choklari amalda hech qanday ish bajarmaydi, chunki qorishma qota boshlagach kirishib, tosh bilan bog'lanishi buziladi.

Yuk devorning yuqori qatorlaridan pastki qatorlariga gorizontaal choklar orqali beriladi. Qorishmaning qotishi bir xil bo'lmaganligi va toshlar notekis bo'lganligi sababli, yuk ayrim nuqtalarga bir tekis uzatilmaydi. Natijada, siqilgan devordagi toshlar faqat siqilibgina qolmay, balki egiladi va hatto darz ketadi.

O'q bo'ylab siqilish jarayonida, har qanday material singari devor ham ko'ndalangiga deformatsiyalanadi. Qorishmaning ko'ndalangiga deformatsiyalanishi, odatda, toshnikidan ortiq bo'ladi. Qorishma bilan tosh o'zaro bog'langanligi sababli, ular mustaqil deformatsiyalana olmaydi. Buning oqibatida bog'lanishning gorizontaal tekisliklari bo'ylab urinma kuchlanish paydo bo'ladi. Bu kuchlanish ta'siri ostida qorishma siqiladi, tosh esa ko'ndalang yo'nalishda cho'ziladi. Qorishma qancha kuchsiz bo'lsa, cho'zuvchi kuchlanishlar shuncha katta bo'ladi. Shu sababli qorishmaning mustahkamligi kamayadi.

Tik siquvchi yukning devorni buzish darajasiga qadar ortib borishi 4 bosqichda o'tadi. I bosqich (devordagi kuchlanish buzuvchi kuchlanishning 50% idan kam) — devor yaxlit materialdek ishlaydi, unda yoriqlar paydo bo'lmaydi; II bosqichda

ayrim g'ishtlarda mahalliy tik yoriqlar paydo bo'ladi; ular ba-landlik bo'ylab devorning 1–3 qatorigacha tarqaladi. Bu yoriqlar, odatda, hali xavfli hisoblanmaydi, chunki ular o'zgarmaydigan yuk ta'sirida boshqa tarqalmaydi, kuchlanish esa buzuvchi kuchlanishning faqat 50–70% ini tashkil etadi; shu bilan birga juda pishiq qorishma ishlatilgan devordagi kuchlanish buzuvchi kuchlanishning 70–80% iga yetishi mumkin. Yukning bundan keyingi ortishi (III bosqich)da tik yoriqlarning ayrimlari tuta-shadi, buning oqibatida material alohida ustunchalarga bo'lina-di; bu paytda devordagi kuchlanish buzuvchi kuchlanishlarning 80–90% iga teng bo'ladi. Nihoyat, devorning buzilishi IV bos-qichda boshlanadi. Bunda materialda ilgari paydo bo'lgan ayrim ustunchalar ustuvorligini yo'qotib buziladi. 10 va undan yuqori markadagi qorishmalarda tiklangan devorning siqilishga vaqt-li qarshiligi R_u (mustahkamlik chegarasi) L.I. Onishchik formu-lasidan aniqlanadi:

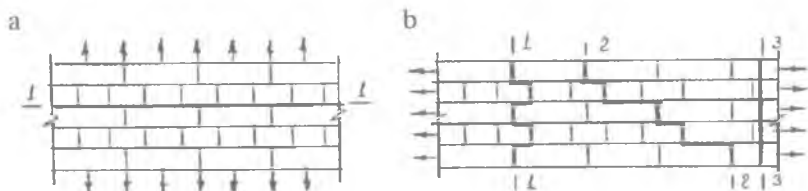
$$R_u = K_R R_1 \left[1 - \frac{a}{b + R_2 / 2R_2} \right] \quad (14.1)$$

bu yerda R_1 , R_2 – tosh-g'isht va qorishmaning tegishli-chi mustahkamlik chegarasi; a va b – devor turini hisobga oluvchi empirik koeffitsientlar: $a=0,09-0,2$; $b=0,25-0,30$; K_R – kons-truktiv koeffitsient.

Devorning siqilishga bo'lgan mustahkamligidan tashqari, ba'zi hollarda cho'zilish va kesilishga bo'lgan mustahkamligini e'tiborga olishga to'g'ri keladi. Devorning cho'zilishi bog'langan va bog'lanmagan kesimda sodir bo'lishi mumkin (14.2.-rasm).

Bog'langan kesim bo'ylab cho'zilishda devor qorishma bo'yi-cha (1-1) yoki tosh-g'isht va qorishma (2-2 yoki 3-3) bo'yicha buziladi. Bog'lanmagan kesimda devor, odatda, tosh-g'isht bi-lan qorishmaning gorizontaal choklariga tutashgan joyidagi te-kislik bo'yicha buziladi. Biroq qorishmaning cho'zilish vaqtidagi

mustahkamlik chegarasi tosh bilan qorishma o'rtasidagi bog'lanishdan kam bo'lib qolsa, unda devor qorishma bo'yicha buzilishi mumkin.

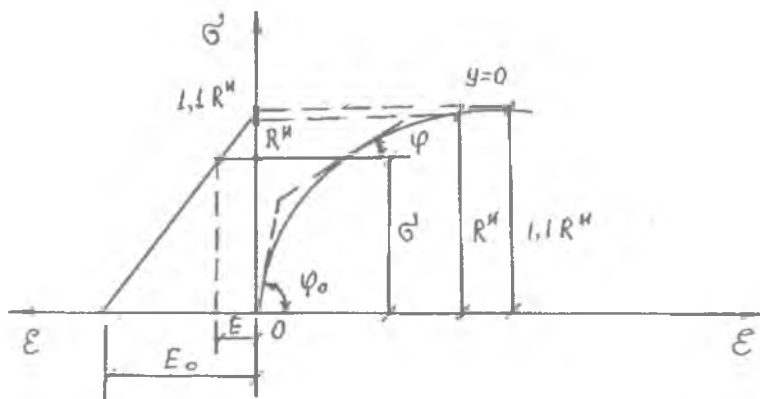


14.2-rasm. Terimning cho'zilish sxemasi:
a – bog'lanmagan kesimda; b – bog'langan kesimda

Devorning bog'langan kesim bo'ylab markaziy cho'zilishi doiraviy rezervuarlar, silos minoralari va boshqa inshootlarni hisoblashda, egilishda cho'zilishi esa devorlar va ustunlarning nomarkaziy siqilishini hisoblashda e'tiborga olinadi.

Ba'zi hollarda tosh devor kesilishga ham ishlashi mumkin.

Bunda kesilish bog'langan va bog'lanmagan kesim bo'ylab ham sodir bo'lishi mumkin.



14.3-rasm. Terimning qisqa muddatli siqilishida kuchlanish-deformatsiyalarining o'zaro bog'liqligi

Tosh-g'isht devorning deformatsiyalanishi. Devor elastik jism bo'lmaganligi uchun kuchlanishlar bilan deformatsiyalar o'rtasidagi bog'liqlik chiziqli bo'lmaydi (14.3-rasm). Tosh-g'isht terimning berilgan kuchlanishlar bo'yicha deformatsiya moduli bu kuchlanishlarga to'g'ri keladigan nuqtadagi egri chiziqqa o'tkazilgan urinma qiyalik burchagining tangensi orqali ifodalanadi.

Terim deformatsiyasining moduli L.I. Onishchik formulasidan:

$$E = E_0 \left(1 - \frac{\sigma}{1.1 R_u} \right) \quad (14.2)$$

yoki qurilish me'yorlarida belgilanganidek, $E = 0,8 E_0$ bo'yicha aniqlanadi.

Bu yerda: E_0 – elastiklik moduli; R_u – tosh-g'isht terimning siqilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasining o'rtacha qiymati.

Elastiklik modulining vaqtli qarshilikka proporsionalligi tajriba yo'li bilan aniqlangan. Armaturalanmagan terim uchun elastiklik moduli quyidagi formula orqali topiladi:

$$E_0 = \alpha R_u,$$

Bu yerda: α – terimning elastiklik xarakteristikasi.

Devorning siqilishga bo'lgan mustahkamlik chegarasi (vaqtli qarshiligi)ning o'rtacha qiymatini quyidagi formuladan aniqlash mumkin: $R_u = k \cdot R$, bu yerda: R – terimning hisobiy qarshiligi; k – xavfsizlik koeffitsienti.

14.3. Tosh-g'isht konstruksiyalarni hisoblash

Tosh-g'isht va armotosh konstruksiyalar birinchi va ikkinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. Birinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash, odatda, konstruksiyalarning yuk ko'tara oluvchanligi shakl va holatining mustahkamligi hamda ustuvorligini hisoblashdan iborat bo'ladi.

Tosh-g'isht va armotosh konstruksiya elementlari uchun mustahkamlik shartining umumiy ko'rinishi quyidagicha:

$$\sum N_i^n \cdot \gamma_f n_c \leq F(S, R_i, \gamma_s) \gamma_s \quad (14.3)$$

Bu yerda: N_i^n – me'yoriy yuklar ta'siridan paydo bo'ladigan zo'riqish; γ_f – yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti; n_c – kuchlarning qo'shilish koeffitsienti; $e N_i^n \cdot \gamma_f n_c$ – doimiy va vaqtli yuklardan hosil bo'lgan hisobiy kuchlanish; F – kuchlangan holatiga (siqilish, cho'zilish va h.) mos keladigan funksiya; S – kesimning geometrik xarakteristikasi; R_i – terimning hisobiy qarshiligi; γ_s – ish sharoiti koeffitsienti.

Devorning siqilishga ko'rsatadigan hisobiy qarshiligi ish sharoiti koeffitsienti γ_s ga ko'paytiriladi. Terimning cho'zilishga hisobiy qarshiligi, cho'zuvchi kuchning terim choklariga nisbatan yo'nalishiga, shuningdek, kuchlangan holatning xarakteriga bog'liq bo'ladi.

14.1-jadval

To'g'ri shaklli g'isht va toshlardan ko'tariladigan devorning hisobiy qarshiligi

Kuchlangan holatining turi	Hisobiy qarshilik, MPa								
	Tosh markasi								
	200	150	100	75	50	35	25	15	10
O'q bo'ylab cho'zilish R_t	0,25	0,2	0,18	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,03
Egilishdagi cho'zilish va asosiy cho'zuvchi kuchlanishlar R_{bt} , R_{tw} kesilish R_{sq}	0,4	0,3	0,25	0,20	0,16	0,12	0,10	0,07	0,05
	1,0	0,8	0,65	0,55	0,40	0,30	0,2	0,14	0,09

To'g'ri shaklli g'isht va toshlardan sement-ohakli, sement-gilli va ohakli qorishmalar bilan ko'tariladigan devorning o'q bo'ylab cho'zilishdagi R_t , egilish bilan cho'zilishdagi R_{bt} , devorning gorizontal va tik choklari bo'ylab o'tuvchi kesimni hisoblashda-

gi kesilish R_{sq} va egilishda paydo bo'ladigan asosiy cho'zuvchi kuchlanishlar R_{tw} ga ko'rsatadigan hisobiy qarshiliklari 14.1-jadvalda keltirilgan.

Kesim yuzasi A ga teng bo'lgan elementning faqat A_s qismigina yuklanganda (ferma, to'sin, ustunlar tayanib turadigan joylar) kesimning yuklanmagan qismi terimning yuklangan uchastkasi-da hosil bo'ladigan ko'ndalang deformatsiyaga to'sqinlik ko'rsatadigan halqa rolini bajaradi. Bunday kesimlar siqilishga quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$N_c \leq \psi d R_c A_c, \quad (14.4)$$

Bu yerda: N_c – mahalliy yukdan tushadigan bo'ylama siquvchi kuch; R_c – terimning ezilishga bo'lgan hisobiy qarshiligi; A_s – yuk tushadigan ezilish yuzasi; $d=1,5-0,5$ ψ – g'isht va vibrog'ishtdan ko'tarilgan terim yoki og'ir va yengil betonlardan tayyorlangan bloklar uchun; ψ – mahalliy yukdan tushadigan bosim epyurasining to'liqlik koeffitsienti.

Terimning ezilishga bo'lgan qarshiligi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$R_c = \xi R; \quad \xi = \sqrt[3]{\frac{A}{A_c}} \quad (14.5)$$

Bu yerda: A – hisobiy kesim yuzasi terim kesimi chegarasida ezilish yuzasining joylashishiga qarab aniqlanadi.

Ikkinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha yoriqlar paydo bo'lishi, ochilishi tekshiriladi va deformatsiyalarga hisoblanadi deformatsiyaga hisoblanadigan konstruksiyalarda:

a) yoriqlar (masalan, rezervuar qoplamasida) bo'lishiga yo'l qo'yilmasligi; b) yoriqlar ochilishi cheklanishi; v) birga ishlash shartiga muvofiq deformatsiyalanishlar cheklangan bo'lishi (masalan, o'zini ko'tarib turuvchi, karkas bilan bog'langan devorlar) kerak.

Tosh-g'isht konstruksiyalar siqilgan elementlarining yuk ko'tara oluvchanligi bo'ylama kuch eksentrisitetiga bog'liq

bo'ladi. Bu eksentrisitet N kuchning element og'irlik markaziga nisbatan oldindan belgilangan (hisobiy) yoki tasodifiy yuz bergan ko'chishidir. Agar element markaziy qo'yilgan N kuch va eguvchi moment M ta'sirida bo'lsa, u holda $e_0 = M/N$.

Tasodifiy eksentrisitet e_0^{tas} faqat qalinligi 25 sm gacha bo'lgan, yuk ko'taradigan va o'z yukini ko'tarib turadigan devorlarni hisoblashdagina e'tiborga olinadi. $e_0^{tas} = 2$ sm yuk ko'taruvchi devorlar uchun; $e_0^{tas} = 1$ sm o'zini ko'tarib turuvchi devorlar uchun. Armaturasiz devorda e_0 ko'pi bilan 0,9 u, eni 25 sm gacha bo'lgan devorlarda $e_0 + e_0^{tas}$ ko'pi bilan 0,8 u bo'lishi kerak, bu yerda u kesimning og'irlik markazidan siqiluvchi soha chetigacha bo'lgan masofa (14.4-rasm); to'g'ri to'rtburchak kesimda $y = h/2$ bo'ladi. Markaziy siqilishda ($e_0 = 0$) kuchlanish ko'ndalang kesim yuzasi bo'ylab tekis taqsimlanadi (14.4-a rasm). Agar kuch uncha katta bo'lmagan eksentrisitet bilan qo'yilgan bo'lsa, kuchlanish garchi notekis taqsimlansa ham, element kesimining hammasi siqilgan holatda bo'ladi (14.4-b rasm). Eksentrisitet ortsa, kesimda cho'zuvchi kuchlanish σ_t paydo bo'lishi mumkin (14.4-v rasm). Agar $\sigma_t > R_{bt}$ bo'lsa, kesimning cho'zilgan qismida yoriqlar ochiladi (14.4-g rasm) va kesim yuzasining A_s qismigina siqilishga ishlaydi.

Hisoblashda kuch o'qi N A_s yuzaga simmetrik, kuchlanish esa yuza bo'ylab tekis taqsimlangan deb qabul qilinadi (14.4-d rasm).

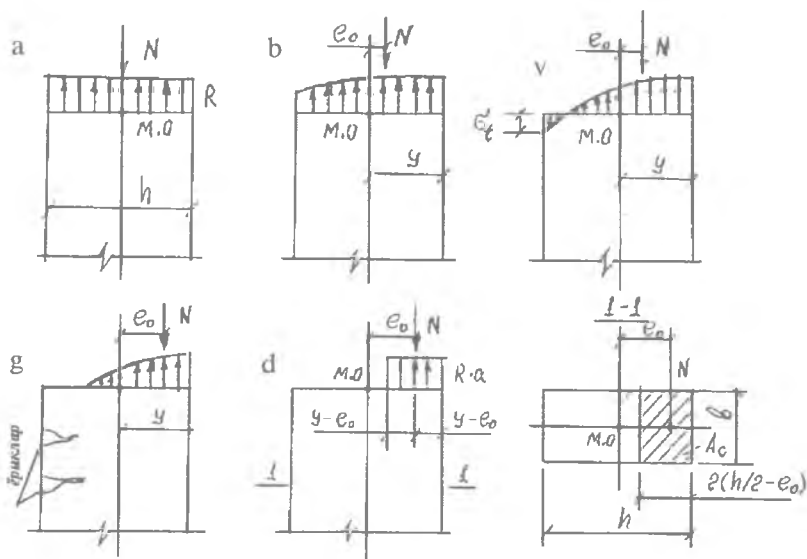
Tosh-g'isht konstruksiyalar elementlarining kesimi markaziy siqilishga quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$N = m_q \varphi R A, \quad (14.6)$$

Bu yerda: N – hisobiy bo'ylama kuch; A – elementning kesim yuzasi; R – devorning siqilishga bo'lgan hisobiy qarshiligi; φ – siqilgan elementlar solqiligining uzoq muddatli ta'sirida ularning yuk ko'tarish qobiliyatiga ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient; u devorning elastiklik xarakteristikasi α bilan keltirilgan egiluvchanlikka bog'liq holda aniqlanadi:

$$\lambda_l = \frac{l_0}{i}; \quad \lambda_h = \frac{l_0}{h}, \quad (14.7)$$

Bu yerda: l_0 – elementning hisobiy uzunligi; h , i – tegishli eng kichik o'lcham (to'g'ri to'rtburchak kesim uchun) va element kesimining inersiyasi radiusi. Devorlar va ustunlarning gorizontaal yo'nalishdagi qo'zg'almaydigan tayanchlarga sharnirli tiralishida $l_0=N$, yopmalar va boshqa gorizontaal tayanchlar bilan bog'lanmagan erkin turuvchi konstruksiyalar uchun $l_0=2N$, tayanchlarga qisman qistirib qo'yilgan konstruksiyalar uchun l_0 ning miqdori konstruksiya qay daraja siqilganligini hisobga olgan holda qabul qilinadi. Ammo $l_0=0,8N$ dan kam bo'lmashligi kerak.



14.4-rasm. Tosh-g'isht konstruksiyalar siqilgan elementlarining eksentrisitet kattalashgan sari kuchlanganlik holatining o'zgarishi: a – markaziy siqilish, b – nomarkaziy siqilish; v – cho'zuvchi kuchlanish bo'lgandagi nomarkaziy siqilish (yoriqsiz), g – cho'zilgan sohaning nomarkaziy siqilishi (yoriqli); d – cho'zilgan sohadagi yoriqlar bo'lganda kesimdagi kuchlanishlar taqsimlanishining hisobiy sxemasi

Nomarkaziy siqilish uchun hisoblash formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$N \leq m_q \varphi_1 A_s R_w, \quad (14.8)$$

Bu yerda: A_s – N kuchga nisbatan simmetrik bo‘lgan kesim siqilgan qismining yuzasi 14.4-b rasmga ko‘ra yuzasi $A = b h$ bo‘lgan to‘g‘ri to‘rtburchak kesim uchun A_s yuza quyidagicha ifodalanadi:

$$A_s = 2b \left(\frac{h}{2} - e_0 \right) = A \left(1 - \frac{2e_0}{h} \right) \quad (14.9)$$

Bo‘ylama egilish koeffitsienti:

$$\varphi = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} \quad (14.10)$$

Yuqoridagi formulalardagi φ_c – kesimning siqilgan qismi uchun bo‘ylama egilish koeffitsienti.

Markaziy va nomarkaziy siqilgan elementlar yuk ko‘tarish qobiliyatining kamayishi yuk uzoq vaqt ta’sir etib turishida faqat ko‘ndalang kesim o‘lchamlari uncha katta bo‘lmagandagina, chunonchi, kesimi to‘g‘ri to‘rtburchak elementlarda $h < 30$ sm, kesimi ixtiyoriy shaklda bo‘lgan elementlarda esa $i < 8,7$ sm bo‘lganda, koeffitsient m_g yordamida hisobga olinadi:

$$m_g = 1 - \eta \frac{N_g}{N} \left(1 + 1.2 \frac{e_0 g}{h} \right), \quad (14.11)$$

Bu yerda: h – egiluvchanlikka bog‘liq koeffitsient; N – to‘liq hisobiy kuch; N_g – uzoq vaqt ta’sir etuvchi yukdan tushadigan hisobiy bo‘ylama kuch.

Ekssentrisitetlarning chegaraviy qiymati me’yorlangan bo‘lib, u ta’sir etuvchi yuklarning asosiy turlari uchun ko‘pi bilan 0,9 u bo‘lishi kerak. Qalinligi 25 sm gacha bo‘lgan devorlarda $l_0 \leq 0,8u$.

Egiladigan elementlarni terimning elastik ishiga mo‘ljallab hisoblash kerak. Ular uchun hisobiy eguvchi moment M quyidagi shartga muvofiq aniqlanadi:

$$M \leq R_{tb} \cdot W, \quad (14.12)$$

Bu yerda: R_{tb} – egilishda devorning bog‘langan kesim bo‘ylab cho‘zilishga ko‘rsatadigan hisobiy qarshiligi, W – terim kesimining elastik qarshilik momenti. Bog‘lanmagan kesim bo‘yicha egilishga ishlaydigan tosh konstruksiyalardan foydalanishga yo‘l qo‘yilmaydi. Egiladigan elementlar ko‘ndalang kuch ta‘siriga quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$Q \leq R_{tw} b z, \quad (14.13)$$

Bu yerda: Q – hisobiy ko‘ndalang kuch, R_{tw} – egilishda terimning bosh cho‘zuvchi kuchlanishlarga hisobiy qarshiligi; b – kesim eni; z – ichki juft kuch yelkasi. U to‘g‘ri to‘rtburchak kesimda $z = 2/3 h \approx 0,67h$ deb qabul qilinadi.

Cho‘ziluvchi elementlar. Kesim markaziy cho‘zilishga quyidagi shartga asosan hisoblanadi:

$$N \leq R_t A_p, \quad (14.14)$$

Bu yerda: R_t – terimning o‘q bo‘ylab cho‘zilishga hisobiy qarshiligi; A_p – netto kesimning hisobiy yuzasi.

Kesilishga ishlaydigan elementlar. Tosh-g‘isht terimining gorizontalk choklar bo‘ylab kesilishga qarshiligi ikki tarkibiy qismdan tuzilgan:

- 1) bevosita kesilishga ko‘rsatiladigan qarshilik R_{sq} ;
- 2) terimning gorizontalk chok bo‘ylab ishqalanish qarshiligi. Ishqalanish koeffitsienti f ni terimning eng kam hisobiy bo‘ylama yukida paydo bo‘ladigan o‘rtacha kuchlanishi σ_0 ga ko‘paytirib, ikkinchi komponent aniqlanadi. Bunga 0,8 koeffitsient ham kiritiladi. U ishqalanish qarshiligini tasodifan pasayishdan saqlaydi. Shunday qilib, tosh-g‘isht elementlar kesimi kesilishga quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$Q \leq (R_{sq} + 0,8p \cdot \mu \sigma_0) A, \quad (14.15)$$

Bu yerda: Q – hisobiy kesuvchi kuch; A – kesimning hisobiy yuzasi; $p=1$ – yaxlit g‘isht va toshlardan ko‘tariladigan terim uchun; $p=0,5$ – ichi g‘ovakli g‘isht va tik bo‘shliqli toshlardan

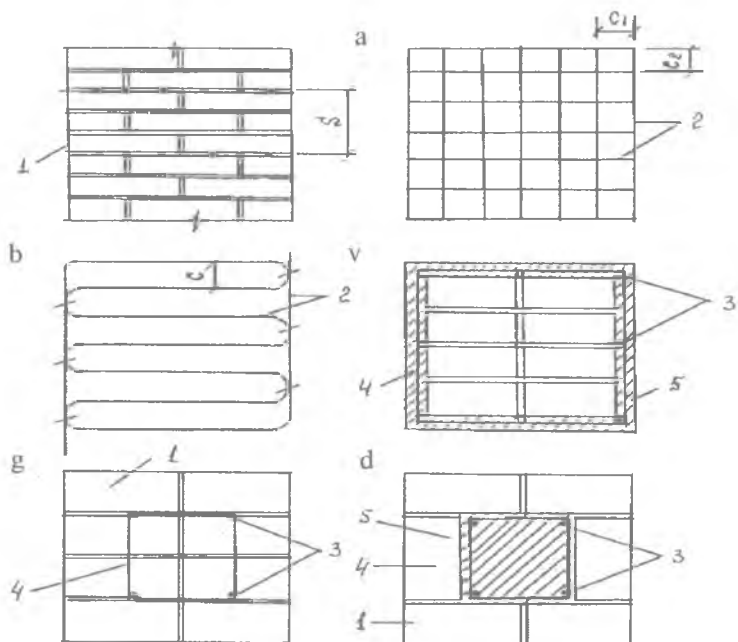
ko'tariladigan terim uchun. σ_0 miqdori yuklanish koeffitsienti 0,9 da eng kichik hisobiy yuk qiymati orqali aniqlanadi. Mun-tazam shakldagi g'isht va toshlardan ko'tariladigan terimning chok bo'ylab ishqalanish koeffitsienti 0,7 ga teng deb olinadi.

14.4. Armotosh konstruksiyalarning o'ziga xos konstruktiv xossalari va ularning hisobi

Po'lat armatura bilan kuchlantirilgan tosh-g'isht konstruksiyalar armotosh konstruksiyalar deyiladi. Armaturalash tosh-g'isht terimning mustahkamligi va ustuvorligini oshiradi. Armotosh konstruksiyalarga ishlatiladigan qorishmaning markasi kami-da 50 bo'lishi kerak. Bunday markadagi qorishma armaturani korroziyadan saqlaydi. Terimlarni armaturalashning ikkita aso-siy turi qo'llaniladi: ko'ndalang (tursimon) armaturalash (bun-da terimning gorizontaal choklariga po'lat simdan to'qilgan yoki payvandlangan turlar joylashtiriladi (14.5-a, b rasmlar) va bo'ylama armaturalash (temir-beton konstruksiyalarni armaturalashga o'xshash) (14.5-v, g rasm). Bu xilda armaturalangan terimning temir-beton yordamida mustahkamligini oshirish mumkin. Shun-day qilinganda kompleks konstruksiya hosil bo'ladi (14.5-d rasm).

Kam egiluvchan ustunlar va derazalar (eshiklar) o'rtasida-gi oradevorlarning yuk ko'tara oluvchanligini oshirishning aso-siy yo'li ko'ndalang armaturalash hisoblanadi. Tosh-g'isht terim-ni gorizontaal choklariga qo'yiladigan po'lat sterjenlar terimga nisbatan birmuncha yuqori egiluvchanlik moduliga ega bo'la-di. Bu esa terimning ko'ndalang yo'nalishda siqilishdan zo'riqi-shi ta'sirida ko'ndalang deformatsiya paydo bo'lishiga to'sqinlik qiladi. O'q bo'ylab siquvchi yuk ta'siri ostida to'rlar bilan arma-turalangan terim uch xil siqilish sharoitida ishlaydi.

O'quvchanlik chegarasi 350 MPa dan ortiq bo'lmagan arma-turalardan tayyorlangan turlar bilan armaturalash samarali hi-soblanadi. To'rsimon armaturalashning samadorligi qorishma-ni mustahkamligiga ham bog'liq bo'ladi.



14.5-rasm. Armotosh konstruksiyalar: a – to‘g‘ri to‘rtburchak sim to‘rlar bilan armaturalanganlari; b – «zigzag» tipidagi to‘rlar bilan armaturalangan; v – kompleks konstruksiya (temir-beton gardish bilan kuchaytirilgan terim); g – bo‘ylama armaturalangan terim; d – kompleks konstruksiya; 1 – terim; 2 – sim to‘r; 3 – bo‘ylama sterjenlar; 4 – xomutlar; 5 – beton

To‘rsimon armaturalashda hisobiy qarshilik temir-beton konstruksiyalardagidek olinadi. To‘rlar to‘g‘ri burchakli (diametri 6 mm gacha bo‘lgan sterjenlar ishlatilganda) yoki «zigzag» tipida (diametri 8 mm li sterjenlar ishlatilganda) bo‘lishi mumkin. Diametri 5 mm dan ortiq bo‘lgan sterjenlardan tayyorlangan to‘g‘ri to‘rtburchak to‘rlar ishlatilganda qorishma chokini juda qalin yotqizish kerak bo‘ladi. Bunda to‘r sterjenlari kesishgan joylarda kuchlanishlar konsentratsiyasi vujudga kelishi mumkin. Bu hol terim mustahkamligiga salbiy ta‘sir etadi. Shuning uchun sterjenlarning diametri katta bo‘lsa, terim «zigzag» tipidagi to‘rlar bilan armaturalanadi.

To'rt sterjenlari o'rtasidagi mas'ofa kamida 3 sm va ko'pi bilan 12 sm bo'lishi, armaturalanish koeffitsienti esa 0,1 dan 1,0% gacha bo'lishi kerak. To'rtlar elementning balandligi bo'ylab terimning har besh qatoriga qo'yib boriladi (to'rdagi sterjenlarning diametriga nisbatan chok 4 mm qalin bo'lishi kerak).

Armotosh konstruksiyalarda to'rsimon armaturalashdan tashqari sterjenlar bilan bo'ylama armaturalash ham qo'llaniladi. Bu xil armaturalashda sterjenlarni terim sirtidan yoki ichidan qo'yib, choklari xomutlar bilan bog'lanadi.

To'rsimon armaturalanadigan elementlarni hisoblash. To'rsimon armaturalanadigan markaziy siqilgan elementlar quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$N \leq m_{\varphi} R_{sk} A, \quad (14.16)$$

Bu yerda: N – hisobiy kuch; φ – bo'ylama egilish koeffitsienti; A – element kesim yuzasi; R_{sk} – hisobiy qarshilik.

To'rtlar bilan armaturalangan terimning elastiklik xarakteristikasi quyidagi formulaga asosan hisoblanadi:

$$\alpha_{sk} = \alpha \frac{R_u}{R_{sku}} \quad (14.17)$$

Bu yerda: α – armaturalanmagan terimning elastiklik xarakteristikasi; R_u – armaturalanmagan terimning siqilishga mustahkamligining o'rtacha chegaraviy qiymati; R_{sku} – shuning o'zi, biroq armaturalangan terimniki.

Markaziy siqilishda terimni to'rsimon armatura bilan armaturalash foizi quyidagi qiymatdan ortiq bo'lmasligi kerak:

$$\mu = 50 \frac{R}{R_s} \geq 0,1\%$$

To'rsimon armaturali nomarkaziy siqiluvchi elementlar ushbu formula bilan hisoblanadi:

$$N \leq m_{g1} \varphi_1 R_{skb} A_c \omega \quad (14.18)$$

Bu yerda: (1-bo'ylama egilish koeffitsienti; R_{skb} – hisobiy qarshilik; A_s – kesim siqilgan qismining yuzasi; m_g – 14.11-formuladan aniqlanadi; ω – terim hisobiy qarshiligining ortishini hisobga oluvchi miqdor, u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\omega = 1 + \frac{e_0}{h} \leq 1,45$$

Kesimi to'g'ri to'rtburchak element uchun

$$A_s = A \left(1 - 2 \frac{e_0}{h} \right)$$

bo'lsa, u holda 14.18-formulaning ko'rinishi

$$N \leq m_{g1} \varphi_1 R_{skb} A \left(\frac{1 - 2e_0}{h} \right) \omega \quad \text{bo'ladi.}$$

Bu yerda: h – kesimning eguvchi moment ta'sir etadigan yo'nalishdagi balandligi.

Nomarkaziy siqilishda to'rsimon armaturalangan terimning hisobiy qarshiligi kesim yadrosi chegarasida eksentrisitet kichik bo'lganida quyidagi formulalardan aniqlanadi:

Markasi kamida 50 bo'lgan qorishma ishlatilganda:

$$R_{skb} = R + \frac{2\mu R_1}{100} \left(\frac{1 - 2e_0}{y} \right) \leq 2R$$

markasi 25 va undan past bo'lgan korishmalar ishlatilganda:

$$R_{skb} = R_1 + \frac{2\mu R_s R_1}{(100 \cdot R_{25})} \left(\frac{1 - 2e_0}{y} \right) \leq 2R_1$$

Bunda og'irlik markazidan kesim chetigacha bo'lgan masofa eksentrisitet tomonga olinadi. Eksentrisitet kesimdan chetda bo'lganda (to'g'ri to'rtburchak kesimda $e_0 > 0,17h$) hamda egilishda $\lambda_h > 15$ yoki $\lambda_1 > 53$ bo'lganda to'rsimon armaturalash maqsadga muvofiq emas.

Armaturalangan terim uchun elastiklik moduli $E_0 = \alpha R_{sku}$.

Nomarkaziy siqilishda terimni to'rsimon armatura bilan armaturalash foizi:

$$\mu = \frac{50R}{\left(1 - \frac{2e_0}{y}\right) R_s} \geq 0,1\%$$

Quyidagilar uchun tosh-g'isht konstruksiyalarning elementlari ikkinchi guruh chegaraviy holatlarga hisoblanadi:

– $e_0 > 0,7u$ eksentrisitetda nomarkaziy siqilgan armaturalanmagan elementlar;

– terimning turli deformatsiyalanishga ega bo'lgan materiallardan ko'tariladigan elementlarida keskin farq bilan yuzaga keluvchi kuchlanishlarda ishlaydigan yondosh konstruktiv elementlar;

– sinch bilan bog'langan va yuklarni qabul qilish uchun birga ishlaydigan o'z yukini ko'tarib turuvchi devorlar;

– sinchlarni to'ldiruvchi devorlar;

– suvoq yoki plitadan ishlangan himoya qoplamalari bo'lishi talab etiladigan bo'ylama armaturalangan simlar;

– inshootlarning foydalanish shartlariga ko'ra yoriqlar paydo bo'lishiga yo'l qo'yilmaydigan yoki yoriqlar ochilishi cheklangan boshqa elementlari.

Yuqorida keltirilgan konstruksiyalar seysmik ta'sir, zarb, portlash kabi yuklar ta'sirida yoriqlar ochilishiga hisoblanmaydi.

Tosh-g'isht va armotosh konstruksiyalarni deformatsiyalarga hisoblashda me'yoriy yuklarning birgalikdagi asosiy ta'sirini, yoriqlar ochilishiga hisoblashda esa hisobiy yuklar ta'sirini e'tiborga olish kerak.

Foydalanish shartlariga ko'ra yoriqlar paydo bo'lishiga yo'l qo'yib bo'lmaydigan armaturalanmagan konstruksiyalar, cho'zilgan yuzalar deformatsiyaga hisoblash yo'li bilan quyidagi formulalar orqali tekshirilgan bo'lishi kerak:

– o'q bo'ylab cho'zilishga:

$$N < EA\varepsilon_u;$$

– egilishga:

$$M \leq E J \varepsilon_u h(h-u);$$

– nomarkaziy siqilishga:

$$N \leq \frac{EA \varepsilon_u}{[A(h-y)e_0/J] - 1};$$

– nomarkaziy cho‘zilishga:

$$N \leq \frac{EA\varepsilon_u}{[A(h-y)e_0/J] + 1};$$

Bu yerda: N va M – tegishli bo‘ylama kuch va eguvchi moment; $\varepsilon_u = 0,8..1 \cdot 10^4$ qiymatda olinadigan nisbiy deformatsiyalar chegarasi; J – kesim inersiya momenti.

Nomarkaziy siqilgan elementlar ($e > 0,7$ u da) yoriqlar ochilishiga cho‘zilgan sohada cho‘zilishning shartli kuchlanishlariga qarab hisoblanadi. Bunda kesim bo‘ylab kuchlanishlarning chiziqli epyurasi elastik jismdagi kabi qabul qilinadi va quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$N \leq \frac{\varphi R_{tb}}{[A(h-y)e_n/J]}$$

Bu yerda: R_{tb} – terimning bog‘lanmagan kesim bo‘ylab egilishida cho‘zilishga bo‘lgan hisobiy qarshilik; φ – konstruksiyaning xizmat muddatiga bog‘liq holda qurilish me‘yorlari bo‘yicha belgilangan yoriqlarning ochilishiga hisoblashda foydalaniladigan terim ish sharoitiga tegishli koeffitsient.

Bo‘ylama armaturalar bilan armaturalangan terimlarni hisoblash:

a) markaziy siqiluvchi element:

$$N \leq \varphi \cdot (0,85 \cdot m_g \cdot R \cdot A \cdot R_{sc} \cdot A_s)$$

b) nomarkaziy siqiluvchi element: 1) kichik eksstretisitetli:

$$N_n \leq \frac{\varphi \left[0,42 R_{\text{se}} \varepsilon_0^2 + R_s A'_s (h_0 - a') \right]}{e}$$

2) katta eksentrisitetli:

$$N \leq m_g \cdot \varphi \cdot (1,05 \cdot R \cdot b \cdot x + R_s \cdot A_s - R_{sc} \cdot A'_s)$$

Qurilish amaliyotidan ma'lumki, agar to'g'ri hisoblab loyihalangan, qurilish qoidalariga to'liq amal qilgan holda barpo etilgan, g'isht devorli binolar ham seysmik kuchlarga yetarli darajada bardosh bera oladi.

Barcha yuk ko'taruvchi konstruksiyalar (bo'ylama va ko'ndalang devorlar, yopmalar) bir-biri bilan mustahkam bog'langan holdagina bino zilzila kuchlariga bir butun fazoviy konstruksiya sifatida qarshilik ko'rsatadi. Agar bu bog'lanish mavjud bo'lmasa yoki zaif bo'lsa, bo'ylama devorlar ko'ndalang devorlardan ajralib ketishi va ba'zi hollarda qulab tushishi mumkin. Binolarning zilzilalardan zarar ko'rmasligi uchun sinovdan o'tgan maxsus konstruksiyalardan foydalaniladi. Masalan, binoning perimetri bo'ylab antiseysmik kamarlar tiklanadi, yopmalar bir-biriga va devorlarga puxta bog'lanadi, devor burchaklariga, kesishuv yerlariga armatura yotqiziladi va h.k.

Nazorat savollari:

1. Tosh konstruksiyalarda qanday toshlar ishlatiladi?
2. Tosh konstruksiyalarda qanday qorishmalar ishlatiladi?
3. Tosh termalarida kuchlanish bilan deformatsiya o'rtasidagi bog'lanish nimadan iborat?
4. Tosh va armotosh tuzilmalari uchun mustahkamlik sharti qanday?
5. G'ishtning hajmiy og'irligi va u nimalarga bog'liq?

5-qism. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALAR

15-bob. YOG‘OCHLARNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARI

15.1. Yog‘och konstruksiyalar haqida umumiy ma’lumotlar

Yog‘och – qurilishbop tabiiy material bo‘lgani sababli, qadimdan insonlar uni turli bino va inshootlar, turar joylar (masjid, maqbara, ko‘prik va h.k.) qurilishida ishlatib kelishgan.

Yog‘ochning qurilishda keng qo‘llanishiga sabab, birinchidan, tabiatda uning zaxirasi ko‘pligi bo‘lsa, ikkinchidan, ijobiy xususiyatlaridir (ishlov berish osonligi, yengilligi, kimyoviy agresiv muhitga chidamliligi va boshqalar). Shu bilan birga, yog‘ochni binokorlikda ishlatilish jarayonida uning salbiy xususiyatlarini ham (anizotropligi, yonishi, chirishi, mikroorganizmlar ta‘sirida buzilishi va boshqalar) hisobga olish zarur.

XIX asrning oxirida yaratilgan plastmassa esa kimyo sanoatining tez rivojlanishi hamda ko‘p molekulali birikmalar hosil qilinishi natijasida olingan material bo‘lib bugungi kunga kelib, xalq xo‘jaligining barcha tarmoqlarida, xususan, qurilishda ham keng qo‘llanilmoqda.

Agar yog‘ochning yengilligi va mustahkamligi tabiatdan bo‘lsa, plastmassalarning bunday xususiyatlari ularning tarkibi va kimyoviy birikishlariga bog‘liqdir. Bino va inshootlarda yog‘och konstruksiyalarning qo‘llanilishi, boshqa konstruksiyabop materiallarga materiallardan kam xarajatlar sarflanishiga olib keladi. Masalan: yelimlangan yog‘och konstruksiya, kimyoviy yemiruvchan muhitda temir-beton konstruksiyaga nisbatan 4–5 marta, metall konstruksiyalarga nisbatan esa 2–3 marta ko‘proq muddat xizmat qiladi, mehnat sarfi esa 1,5 marotaba kam bo‘ladi. Bu esa bino yoki inshoot tannarxining kamayishiga olib keladi. Agar o‘rmonchilik ratsional olib borilsa, yog‘och zaxirasi tuganmas boylikdir, ya‘ni har 15–25 yilda o‘rmonlarni

qaytadan ekish natijasida qurilishga yaroqli navlardagi daraxt yog'ochlarini yangidan yetishtirishni yo'lga qo'yish mumkin.

Ammo noto'g'ri loyihalangan yoki qurilgan yog'och imoratlarni tez orada chirishi, buzilishi yoki yonishi ko'pchilikda yog'ochning chidamliligiga shubha paydo qildi va so'nggi yillarda qurilishbop material sifatida (rivojlangan chet mamlakatlardan bundan mustasno) kam ishlatila boshlandi. Normal muhitda foydalanilsa, yog'och o'zining yuqori fizik-mexanik xususiyatlarini bir necha o'n yil emas, balki yuz yillar antiseptik ishlov-siz saqlab qoladi. Hozirgi kunda qurilishning barcha sohalari-da yog'och va plastmassa konstruksiyalardan oqilona foydalanish eng muhim masalalardan biridir.

Qurilish tarixiga nazar tashlasak, yog'ochning ishlatilish ko'lami jamiyatning rivojlanishi bilan bog'liq ekanligini ko'ramiz. Ibtidoiy jamoa davrida oddiy inshootlar qurilgan bo'lsa, quldorlik davrida yog'ochning bino va inshootlarda qo'llanilish ko'lami ancha kengaydi, bunga birinchidan inson ongining o'sganligi sabab bo'lsa, ikkinchidan ish qurollarining tubdan o'zgarishidir (tosh qurollardan metall qurollarga o'tish).

Feodalizm davrida qurilish ishlab-chiqarish texnologiyasi-ni rivojlanishi yog'ochni asosiy konstruksiyaviy material sifa-tida ishlatishga olib keldi. Yog'ochdan barpo etilgan va shu kun-gacha saqlanib qolgan bino va inshootlar fikrimizga dalil bo'ladi.

Kolomenskiy qishlog'ida 1667–1681-yillarda yog'ochdan barpo etilgan (Moskva ostonasida rus podshosi Aleksey Mixay-lovich uchun qurilgan), dunyoning sakkizinchi mo'jizasi deb nom olgan saroy; 1774-yilda Kondopogda qurilgan, balandli-gi 42 metr bo'lgan ibodatxona, I.P. Kulibin tomonidan Neva daryosi ustiga qurilish uchun loyihalangan oralig'i 298 metr-li ravoqli ko'prik va ko'plab inshootlarni misol qilib ko'rsa-tish mumkin. XIX asrga kelib yog'ochdan qurilgan bino va inshootlar ko'lami yanada ko'paydi, bulardan alohida e'tibor-lisi quyidagilar: 1817-yilda arxitektor Betankur tomonidan lo-

yihalangan oralig'i 48 metrli Moskvadagi manejnig tom fermasi; D.I. Juravskiy loyihalagan 61 metrli Mstu daryosi ustiga va oralig'i 54 metrli Verebyu daryosiga qurilgan (1842–51-yy.) ko'priklar va boshqa inshootlar.

Yog'och konstruksiyalarning rivojlanishiga XIX asr oxirida plastmassalarning sun'iy yo'l bilan sintez qilinishi katta turtki bo'ldi. Kimyo sanoatining rivojlanishi natijasida turli xildagi yelimlarning ishlab chiqarilishi (karbamid, fenolformaldegid, epoksid, kazein va boshqalar) yog'och konstruksiyalar tarixida yelimlangan yog'och konstruksiyalar davrini boshlab berdi. Yog'ochni eng «ekologik toza» konstruksiyaviy material hisoblagan rivojlangan chet mamlakatlar (AQSH, Olmoniya, Buyuk Britaniya, Chexiya, Slovakiya, Fransiya, Yaponiya va boshqalar), Rossiyada va Ukrainada juda ko'p jamoat binolarini loyihalashda yelimlangan yog'och konstruksiyalardan keng foydalaniladi. Misol tariqasida oraliqlari 18–100 metrli yelimlangan to'sinlar, rom va ravoqlar bilan yopilgan turli sport saroylari, ko'rgazma binolari, kinoteatr va teatr binolari, turli xildagi inshootlarni keltirish mumkin. AQSHning, «Vayerxozer» firmasi yelimlangan yog'och konstruksiyalardan foydalanib, diametri 257 metrli yopiq sport saroyining loyahasini yaratdi va uni Portlend, Filodelfiya, Detroyd va Yangi Orlean shaharlarida qurilgan imoratlarga tatbiq etdi.

15.2. Yog'och konstruksiya materiallarining fizik-mexanik xossalari

Yog'och tabiiy organik material bo'lib, tabiatda uning minglab turlari uchraydi. Yog'och daraxt barglariga qarab ikki katta guruhga ajratiladi: ignabargli va yaproqlilar.

Yog'och uchun asosiy xomashyo material yer yuzi bo'ylab keng tarqalgan o'rmonlar bo'lib, ular quruqlikning uchdan bir qismini egallaydi. O'rmonlar, asosan, Yevropa, Osiyo va Amerika qit'alarida joylashgan, ulardagi daraxt turlari har xil. Qurilish

uchun asosiy xomashyo material hisoblangan ignabargli oʻrmonlar MDH davlatlarida umumiy oʻrmonlarning 78% ini tashkil etadi (16% – qaragʻay, 11% – archa, 3,5% – pixta, 5% – kedr va boshqalar).

MDH davlatlarida oʻrmonlarni kesish 800 mln m³ ni tashkil etib, uning yarimi qayta ishlanadi. Oʻrmonlarning oʻsishi hajmi ham MDH davlatlarida juda past: yiliga 1 ga maydonning oʻsishi 1,25 m³ ni tashkil etadi (bu koʻrsatkich AQSHda – 1,5; Shvetsiyada – 2,1, Germaniyada – 4,0, Daniyada – 6,6 ni tashkil etadi) buning asosiy sababi oʻrmonzorlardagi iqlim sharoiti, daraxtlar vegetatsiya davrining davomiyligiga bogʻliq.

MDH davlatlarida oʻrmonlarning umumiy zaxirasi 80 mlrd m³ ni tashkil etadi, lekin oʻrmonchilikka xoʻjasizlarcha boʻlgan munosabat yogʻoch xomashyosining hanuzgacha kamyobligiga olib kelmoqda.

Markaziy Osiyoda oʻrmonlar juda kam. Maydonning koʻp qismi togʻliklar, suvsiz qumli va gilli yerlar – taqirlardan iboratdir. Zax koʻp toʻqayzorlarda asosan tol, terak va boshqalarni uchratish mumkin. Gʻarbiy Tyan-Shanning janubiy yon bagʻirliklarida yongʻoqzorlar, togʻlar yon bagʻirlarida archazorlar mavjud. Choʻllarda, asosan, qurilishga yaroqsiz saksovullar uchraydi.

Oʻzbekiston Respublikasi hukumatining terakzorlar barpo etish haqidagi qarori yogʻoch materialini koʻpaytirishga qaratilgan boʻlib, terakning konstruksiyaviy navlarini qurilishda keng ishlatishga olib keladi.

Yogʻochning makro va mikrostrukturasini koʻrib chiqadigan boʻlsak, daraxt tanasi organik modda boʻlib, asosan, ikki xil «prozenxim» va «parenxim» hujayralardan iboratdir. Prozenxima – grekcha soʻz boʻlib, «proz» – choʻziq va «enxima» – toʻldirilgan maʼnoni anglatadi: ikkinchisi – «parenxima», yaʼni lotincha «par» – bir xil va «enxima» – toʻldirilgan degan maʼnoni anglatadi.

Prozenxim hujayralariga koʻproq choʻziq toʻqimalar mansub boʻlib, ular traxeidlar deyiladi: ular yogʻochning 90% hajmini

tashkil etadi. 1 sm³ yog‘ochda 420000 dona traxeidlar joylashadi.

Yog‘ochning kimyoviy tarkibi asosan uglerod, vodorod, kisloroddan iborat bo‘lib, oz miqdorda boshqa kimyoviy elementlar ham uchraydi. Yog‘ochning asosiy tarkibiy qismini sellyuloza, gemisellyuloza ligninlar tashkil qiladi. Sellyuloza – yog‘och hajmining 60% ni tashkil qilsa, qolgan qismini lignin va gemisellyulozadan iborat. Daraxtning makrostrukturasini o‘rganish uchun uchta kesimini ko‘rib chiqish yetarli – ko‘ndalang, bo‘ylama va tangensial (15.1-rasm). Oddiy ko‘z bilan yog‘ochning kesimida quyidagilarni ko‘ramiz:

- yog‘ochning yillik halqalari bahorgi yumshoqroq (ertangi) va qattiqroq (kechki) qatlamlardan iborat bo‘lib, uning mustahkamligi, asosan, kechki yog‘och hisobiga bo‘ladi;

- yog‘och hujayrasi tarkibidagi qatron (smola) va rang beruvchi modda uning rangini belgilaydi. O‘sinh mintaqasiga qarab, daraxtning rangi har xil bo‘ladi. Issiq janubiy o‘lkalarda o‘sadigan daraxtlar ochroq bo‘lsa, mo‘tadil o‘lkalardagilariniki qoramtirroq bo‘ladi;

- ignabargli daraxtlar tarkibida qatron ko‘pligi ularning namlik va chirishga chidamliligini oshiradi, shuning uchun ularni barcha bino va inshootlari (turar-joy, sanoat, jamoat binolari, gierotexnik inshootlar)da qo‘llash mumkin.

Yaproqli daraxtlarning ko‘pchilik navlarida qatlamlarining to‘g‘riligi, ko‘zlarining ko‘pligi natijasida ignabarglilarga nisbatan chirishga chidamsizdir.

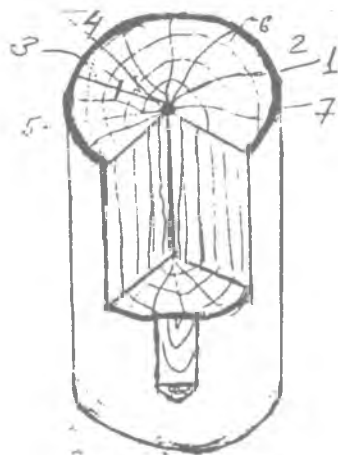
Qurilish fanerasi uchun asosiy xomashyo qayin hisoblanadi. Tog‘ terak, terak va boshqa yumshoq yaproqlilarning mustahkamligi past va chirishga chidamsiz bo‘lgani sababli inshootlarning kamroq yuklanadigan qismlarida ishlatiladi.

Qurilishda ishlatiladigan yog‘och materiallar qayta ishlangan (tilingan, yog‘och-taxtalar) va ishlanmagan (g‘o‘la) turlarga bo‘linadi.

Doiraviy kesimi yog'och-xodalar uchining diametriga qarab quyidagicha bo'linadi: ingichka-diametrli 100 mm dan kam; o'rtacha diametrli 100–130 mm gacha; yo'g'on diametrli 130–260 mm. Yog'och xodalarning me'yoriy uzunligi: 4000, 4500, 5000, 5500, 6000, 6500 mm bo'ladi, undan uzunlari 9500 mm gacha maxsus buyurtma asosida tayyorlanadi.

Xodalar tabiiy chig'ir shakliga ega bo'lib, uzunligi bo'ylab diametrining qisqarib borishi har bir metr uchun 8 mm ni tashkil etadi.

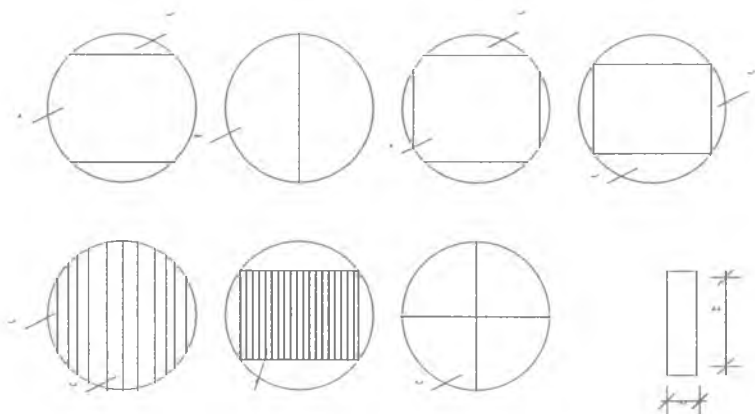
Yog'och sifatiga qarab xodalar to'rt navga bo'linadi. Har bir nav yog'och uchun ruxsat etilgan nuqsonlari bo'ladi: yog'och tanasining me'yoriy shakldan chetga chiqishi, tana egriligi, butoqlar, darzlar va boshqalar.



15.1-rasm. Yog'ochning kesimlari bo'yicha ko'rinishi: 1 – po'stloq; 2 – po'stloq osti qatlami; 3 – yangi hosil bo'lgan yog'och; 4 – yadro; 5 – o'zak; 6 – yillik halqalar; 7 – o'zak ildizlari

Yog'och ustki qatlamining mog'orlashi uni hech qaysi navga qo'shib bo'lmasligiga olib keladi. Xodalarni bo'ylamasiga tinish yo'li bilan taxta yog'och materiallar olinadi, ular ko'ndalang kesimiga qarab (15.2-rasm) quyidagilarga bo'linadi: 1 – yo'nil-

gan g'ola; 2 – yarim g'ola; 3 – dumaloq sirtli taxta (gorbil);
 4 – chala yo'nilgan chorqirra; 5 – toza yo'nilgan chorqirra;
 6 – chetlari yo'nilmagan taxta; 7 – chetlari yo'nilgan taxta;
 8 – chorak g'ola; h – taxta qalinligi, b – taxta eni.



15.2-rasm. Yog'och buyumlarining ko'ndalang kesimlari

Agar tilingan yog'och materiallarning eni (kengligi) uning qalinligidan ikki marta ko'p bo'lsa (qalinligi 100 mm-gacha bo'lganda) taxta deyiladi, aks holda chorqirra deb yuritiladi. Tilingan materiallarning qalinligi 35 mm ga bo'lsa yupqa, 40 mm dan boshlab, qalin deb yuritiladi.

Tilingan (arralangan) yog'och materiallar ignabargli (qarag'ay, oqqarag'ay, qoraqarag'ay, tilog'och, archa va yaproqli eman, zarang, shumtol, grab, ils, qayin, tog'terak, qayrog'och, terak, jo'qa) daraxtlardan tayyorlanadi.

Yaproqli qattiq daraxtlardan tilingan taxtalar uzunligi 5000–6500 mm (100 mm qadam bilan) yumshoq yaproqlilar va qayindan 2000–6500 mm (250 mm qadam bilan) gacha tayyorlanadi.

Tilog'ochdan tilingan taxtalar qalinligi 13, 16, 19, 22, 25, 28, 32, 40, 45, 50, 60, 65, 70, 75, 80, 90, 100 mm, eni (to'rt tomo-

ni tilinganda) 60, 70, 80, 90, 100, 110, 130, 150, 180, 200 mm qilib tayyorlanadi.

Ignabarglilardan tilingan taxta va chorqirralar uzunligi 1000 (6500 mm gacha 250 mm) qadam bilan tayyorlanadi, ularning ko'ndalang kesim yuzasi maxsus jadvalda beriladi (GOST 24454-80). Yaproqlilardan tayyorlangan yog'och materiallar uchta navga, ignabarglilardan tilingan beshta navga bo'linadi. Bulardan eng sarasi oliy nav, qolganlari 1, 2, 3, 4 navlar deb yuritiladi.

Ularga, asosan, quyidagilar kiradi: shishaplastiklar, yog'och qatlamli plastiklar, sotoplastlar, organik shisha, viniplast va boshqalar.

Yog'och asosida tayyorlanadiganlarga quyidagilar kiradi: qurilish fanerasi, yog'och qatlamli plastik (DSP); yog'och – qirindi taxtalar (DSP); yog'och-tolali plitalar (DVP).

Qurilish fanerasi qayin va tilog'ochning payrahasini (shpon) 0,7 MPa-gacha bosim ostida yelimlash yo'li bilan olinadi. Faneraning tashqi qatlamli ko'ylak – sirt qatlam, ichkisi o'rtalik – mag'iz qatlamli deb ataladi. Fanerani FB bakalizatsiyalangan (fenolformaldegid qatronida yelimlangan), FBS (bakalizatsiyalangan, spirtida eritilgan yelimda yelimlangan) – yuqori mustahkam va FBSV (ko'ylagi spirtida eritilgan yelimda, o'rta qatlamlari suvda eritilgan yelimda yelimlangan) turlari ishlab chiqaradi.

Yog'och qatlamli plastiklar (DSP) zichligi $1,3 \text{ t/m}^3$ bo'lib sintetik (fenolformaldegid, kreozolnoformaldegid va boshqalar) yelimlar shimdirilgan yog'och payrahalarining bir necha qatlamlarini 20 MPa bosimda issiqlayin zichlash usulida tayyorlanadi. Yog'och qatlamli plastiklarning DSP-B markasi mas'uliyatli binokorlik konstruksiyalarida, DSP-V markasi mas'uliyati cheklangan konstruksiyalarda, DSP-A va DSP-7 markalari aviasozlik va mashinasozlikda qo'llaniladi.

Yog'och qirindi taxtalar. Bu xil taxtalar yog'och chiqindilarini (yog'och kukuni, qipiq, qirindi) fenolfomaldegid yelimi-da issiqlayin zichlash usulida olinadi. Bunday taxtalar bir va uch qatlamli, payraha bilan pardozlangan va g'ovakli qilib ishlab chiqariladi.

Yog'och tolali taxtalar DVP – yog'och tola massasi kanifol emulsiyasi va fenolfomaldegid qatroni bilan shimdirilib, issiqlayin zichlanadi. Bunday taxtalar to'rt turda: o'ta qattiq (zichligi $0,95 \text{ t/m}^3$) qattiq, o'rtacha qattiq va izolyatsiyabop ($V=0,8 \text{ t/m}^3$) qilib ishlab chiqariladi, ularning biologik turg'unligini oshirish uchun tarkibiga antiseptiklar va gidrofo-bizatorlar qo'shiladi. Bunday taxtalar kam namlanadigan binolarning ichki devori, shift va yig'ma devorlarini qoplashda ishlatiladi.

Yog'ochning hajmiy og'irligi. Yog'och naysimon-tolali tuzilishga ega bo'lib, uning zichligi daraxt naviga, o'sish muhitiga, namligiga qarab $400\text{--}1000 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etadi. Quruq (namligi 12%) qarag'ayning zichligi 500 kg/m^3 ni tashkil etadi.

Yog'och juda kichik issiqlik o'tkazish koeffitsientiga ega, shuning uchun uni to'siq konstruksiya sifatida ham ishlatish mumkin.

Yog'ochning haroratdan chiziqli kengayish koeffitsienti ham juda kichik bo'lib, bu tolalarning yo'nalishiga ham bog'liq bo'ladi. Yog'ochdan qurilgan imoratlarda harorat chokini qo'ymaslik yoki konstruksiyalar tayanchlarini qo'zg'almas qilib loyihalash ham mumkin.

Yog'ochning mexanik xossalari tashqi yuk ta'siridan, ya'ni standart namunalarni sinash va natijalarni statistik tahlil etish orqali aniqlanadi. Toza, nuqsonsiz yog'och namunaning tolalar bo'ylab va tolalarga tik yo'nalishda cho'zilishga, siqilishga, ko'ndalang egilishga, yorilishga va ezilishga mustahkamligini aniqlash laboratoriya sharoitida amalga oshiriladi. Sinash nati-

jalarining o'rtacha statistik miqdori bo'yicha yog'ochning mexanik xususiyatlari belgilanadi.

Yog'ochning tabiiy nuqsonlari butoqlar, darzlar, daraxt tanasining qiyshiqligi va boshqalar yog'ochning mexanik xususiyatlariga ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun loyihalash va qurish davrida ularga katta ahamiyat berish lozim.

Nazorat savollari:

1. Yog'ochlar va plastmassalar qanday tasniflanadi?
2. Yog'och qaysi vaqtdan boshlab qurilishda qo'llanila boshlagan?
3. Neva daryosi ustiga ravoqsimon ko'priklarni kim taklif qilgan?
4. O'rmonlarning o'sish hajmi MDH davlatlari va rivojlangan chet mamlakatlarda qanday?
5. Qurilish fanerasi uchun qaysi daraxt eng yaxshi material hisoblanadi?
6. Qurilishbop plastmassalar, qanday turlarda polimerlardan tayyorlanadi?
7. Yog'och va plastmassalarning fizik xossalari nimalardan iborat?
8. Yog'och va plastmassalarning mexanik xossalari nimalardan iborat?
9. Yog'ochning hajmiy og'irligi qanday namlikda aniqlanadi?
10. Yog'ochning mexanik xossalarini o'rganish uchun qanday namunalar ishlatiladi?

16-bob. YOG'UCH KONSTRUKSIYALARNI HISOBLASH ASOSLARI

16.1. Yog'och elementlarning markaziy cho'zilish va siqilishga, nomarkaziy siqilishga hisobi

Markaziy cho'ziluvchi elementlarning mustahkamligi quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

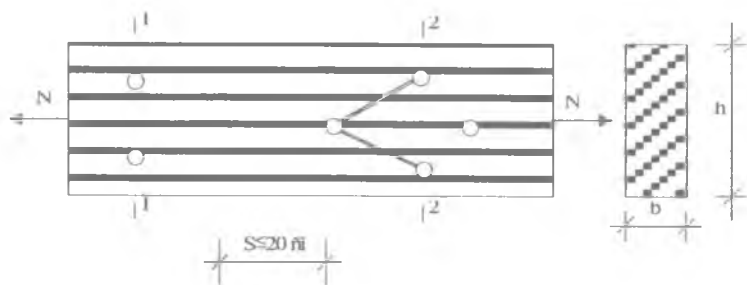
$$N / A_{nt} m_r < R_r \quad (16.1)$$

bunda: N – hisobiy zo'riqish, kN;

A_{nt} – elementning sof (netto) kesim yuzasi, sm^2 ;

$m_r=0,8$ – kuchlanishlar konsentratsiyasini hisobga oluvchi koeffitsient.

Cho'ziluvchi elementlarda zaiflashgan kesimni aniqlashda, elementning uzunligi bo'yicha 20 sm da masofalarda joylashgan barcha zaifliklar shartli ravishda bir kesimga keltiriladi va sof (netto) yuza aniqlanadi (16.1-rasm).



16.1-rasm. Markaziy cho'zilishga hisoblashda kesim yuzasini aniqlash sxemasi

Markaziy cho'zilish (siqilish)ga ishlaydigan elementlar uzunligiga qarab mustahkamlik yoki ustuvorlikka hisoblanadi.

Element uzunligining uning kesim yuzasi balandligiga nisbati yettidan kichik bo'lsa ($l/h < 7$) bunday elementlar kalta hisoblanib, mustahkamlikka tekshiriladi:

$$N_c / A_n m_i \leq R_c \quad (16.2)$$

bunda: N_c – markaziy siquvchi hisobiy zo‘riqish, kN;

A_n – elementning sof kesim yuzasi, sm^2 ;

m_i – siqiluvchi elementning ish sharoiti koeffitsienti;

R_c – yog‘ochning siqilishga hisobiy qarshiligi, MPa.

Agar elementning uzunligi $l_h > 7$ nisbatni qanoatlantirsa, unda bunday elementlar uzun hisoblanib, ularning ustuvorligi quyidagi ifoda orqali tekshiriladi.

$$N_c / m_i \cdot \varphi \cdot A_x \leq R_c \quad (16.3)$$

bunda: A_x – elementning hisobiy ko‘ndalang kesim yuzasi sm^2 , quyidagicha aniqlanadi; agar kesim zaiflashmagan bo‘lsa, o‘yiq yoki kemtiklar chetga chiqmasa (16.2-a rasm) yoki

$A_x < 0,25 A_{br}$ bo‘lsa, $A_x = A_{br}$ agar $A_x > 0,25 A_{br}$ bo‘lsa $A_x = \frac{3}{4} A_n$;

agar zaiflashtiruvchi kemtiklar kesim chetiga chiqsa (16.2-b rasm) $A_x = A_n$.

Agar elementlarda nosimmetrik yuza chetiga chiquvchi zaiflashtiruvchi kemtiklar bo‘lsa, unda element nomarkaziy siqilishga hisoblanadi. 16.3-formuladagi φ – bo‘ylama egilish koeffitsienti elementdagi kritik kuchlanishning materialning siqilishga mustahkamlik chegarasiga nisbati bilan belgilanadi (φ_{kr}/R_c); odatda bu koeffitsient birdan kichik yoki teng bo‘lib, materialning mustahkamlik xususiyatidan to‘liq foydalanish darajasini ko‘rsatadi. Ko‘p o‘tkazilgan tajribalar natijasida material elastiklik qovushoqlik modulining, mustahkamlik chegarasiga nisbati o‘zgarmas miqdor ekanligi, ya‘ni $\varphi^2 \varphi / R = \text{sonst}$ qayd etilgan. Bu qiymat yog‘och uchun 3000; qurilish fanerasi uchun 2500; yog‘och plastiklar DSP-5 uchun 1380; DSP-V uchun 110 va hokazo qiymatlarni tashkil etadi. Bo‘ylama egilish koeffitsienti egiluvchanlikka bog‘liq holda quyidagicha aniqlanadi:

agar $\lambda < 70$ bo‘lsa:

$$\varphi = 1 - 0,8 (\lambda / 100)^2, \quad (16.4)$$

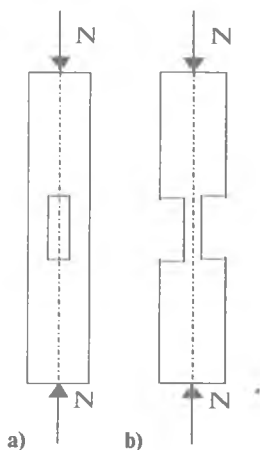
agar $\lambda > 70$ bo‘lsa:

$$\varphi = 3000/\lambda^2. \quad (16.5)$$

Elementlarning egiluvchanligi ularning hisobiy uzunligi va kesim yuzasining inersiya radiusiga bog'liq bo'lib, quyidagi ifoda orqali element aniqlanadi:

$$\lambda = l_x / r_{\min}, \quad (16.6)$$

Bu yerda: $l_x = l \cdot \mu$ – elementning hisobiy uzunligi, l – elementning geometrik uzunligi; μ – elementlarning tayanchlarida mahkamlanishiga bog'liq bo'lib, uning qiymatlari material turiga qarab belgilanadi (16.3-rasm).



16.2-rasm. Markaziy siqiluvchi elementlar: a – qirraga chiqmagan o'yoq; b – qirraga chiqqan simmetrik o'yoq

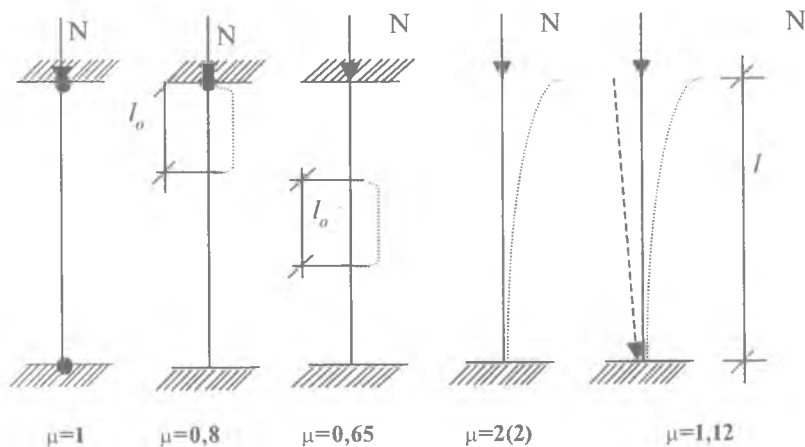
Element kesimining inersiya radiusi quyidagicha aniqlanadi:

$$r = \sqrt{\frac{I_{\delta p}}{A_{\delta p}}}; \text{ to'g'ri to'rtburchak kesimli yuza uchun } r = 0,289h \text{ va}$$

doiraviy kesim uchun $r = 0,25d$.

Siqilib-egiluvchi yoki nomarkaziy siqiluvchi elementlar deb, bir vaqtning o'zida bo'ylama kuch ta'sirida siqilib, eguvchi moment ta'siridan egiladigan elementlarga aytiladi. Bunday elementlar professor K.S. Zavriyev tomonidan taklif etilgan kesim chek-

kasi kuchlanishi nazariyasi asosida hisoblanadi. Bu nazariyaga asosan yuqori sohadagi siqiluvchi maksimal kuchlanish, element materialining hisobiy qarshiligidan oshib ketmasligi lozim. Bu nazariyaning ustuvorlik nazariyasiga nisbatan aniqligi oz bo'lsa-da, oddiy usulligi tufayli qurilish amaliyotida ishlatishga qulaydir.



16.3-rasm. Markaziy siqiluvchi yog'och elementlarning tayanchlarda mahkamlanish koeffitsienti qiymatlari

Siqilib-egiluvchi elementlarning mustahkamligi quyidagi formula bo'yicha tekshiriladi:

$$\sigma = N/A_x + M_{def}/W_x \leq R_c, \quad (16.7)$$

bunda $M_{def} = M_d/\zeta$ bo'lib,

$$\zeta = 1 - \lambda^2 N / 3100 A_{br} R_c$$

ζ – bo'ylama N kuchdan hosil bo'lgan qo'shimcha momentni hisobga oluvchi koeffitsient; M_d – tashqi yukdan hosil bo'lgan eguvchi moment; R_c – materialning siqilishga hisobiy qarshiligi.

16.2. Egiluvchi elementlar hisobi

Egilishga ishlovchi yog'och elementlar – to'shamalar, panjalar, qoplamalar, stropil oyoqlari, vassato'sinlar, to'sinlar bino va inshootlarda keng qo'llaniladi, ularni to'g'ri loyihalash mate-

riallarni tejash imkonini beradi hamda inshootlarning ishonchli ishlashini ta'minlaydi.

Egilishga ishlovchi elementlar har ikki guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi (mustahkamlik va bikrlilik). Birinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashda shartli ravishda ikkita me'yoriy chekinish qabul qilib olinadi: birinchidan materiallarning cho'zilish va siqilishda elastiklik moduli teng $E_s = E_{ch}$, ikkinchidan, kuchlanishlarning kesim balandligi bo'yicha o'zgarishi chiziqli deb hisoblanadi.

Oddiy egilishda elementlarning mustahkamligi quyidagi ifoda bo'yicha tekshiriladi:

$$\sigma = (10)M_{max} / m_u \cdot W_x \leq R_u \quad (16.8)$$

Bunda: M_{max} – maksimal eguvchi moment, kN.sm;
 m_u – elementning egilishdagi ish sharoiti koeffitsienti;
 W_x – elementning hisobiy qarshilik momenti, sm^3 ;
 R_u – materialning egilishga hisobiy qarshiligi, MPa.

Oddiy egilishda elementlarning kesim yuzasidagi eng katta eguvchi moment quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$W_{t.k.} = M_{max} / 0,1R_d \quad (16.9)$$

Bu yerda: $W_{t.k.}$ – kesim talab qilingan qarshilik momenti, sm^3
 Qarshilik momenti orqali ko'ndalang kesim o'lchamlari, yog'och buyumlar ro'yxati (sortament) bo'yicha tanlanadi.

Masalan: chorqirra kesim balandligi:

$$h_{t.r.} = \sqrt{6W_{m.k.} / b} \quad (16.10)$$

Yog'och element uchun tanlangan kesimning qarshilik momenti talab qilingan qarshilik momentidan biroz katta bo'lishi mumkin.

Ko'ndalang egilishga ishlovchi elementlarda tayanch kesimidagi maksimal kesib o'tuvchi kuchdan urinma kuchlanish quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\tau = (QS_{br} / I_{br} b_r) 10 R_{sk}, \quad (16.11)$$

Bunda: Q – maksimal kesib o‘tuvchi kuch, kN;

S_{br} – kesimning siljувchi qismining neytral o‘qqa nisbatan statik momenti, sm^3 ;

I_{br} – kesimning inersiya momenti, sm^4 ;

b_r – kesimning hisobiy eni, sm;

R_{sk} – yog‘ochning yorilishga bo‘lgan hisob qarshiligi, MPa.

Egiluvchi elementlar bikrlikka ikkinchi chegaraviy holatlar bo‘yicha ham tekshiriladi:

$$A_0 = KR_n I^3 / EI_{br}, \quad (16.12)$$

Bu yerda: K – yuklanish turiga bog‘liq koeffitsient bo‘lib, tekis yoyilgan yuk uchun

$$K = 5/384.$$

Kichik elastiklik moduliga ega bo‘lgan plastmassa elementlar uchun bikrluk quyidagicha topiladi:

$$A = A_0 [1 + S(h/l)^2] \quad (16.13)$$

Bunda: A_0 – surilishni hisobga olmasdan topilgan nisbiy egilish.

Qiyshiq egilish deb, yukning ta‘sir etuvchi tekisligi, element kesim yuzasining bosh simmetriya o‘qiga to‘g‘ri kelmaganda hosil bo‘ladigan egilishga aytiladi.

Bunday holatda ta‘sir etayotgan zo‘riqish kesimning asosiy o‘qlari bo‘ylab tashkil etuvchilarga ajratiladi va elementdagi kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma = M_x / W_x + M_y / W_y \leq R_e, \quad (16.14)$$

Bunda: $M_x = g_x l^2 / 8$; $M_y = g_y l^2 / 8$ – o‘qlar bo‘yicha ta‘sir etuvchi yuklardan hosil bo‘ladigan eguvchi momentlar.

Elementda hosil bo‘ladigan solqilik o‘qlar bo‘yicha hosil bo‘lgan solqilikning geometrik yig‘indisidan iborat bo‘lib, ruxsat etilgan qiymatdan kichik bo‘lishi lozim:

$$A = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} \leq [f] \sqrt{t_x^2 + t_y^2} \quad (16.15)$$

Kesimli doiraviy va kvadrat shakldagi elementlarda qiyshiq egilish hosil bo'lmaydi.

Cho'zilib-egiluvchi elementlarida bo'ylama cho'zuvchi kuch ta'siridan hosil bo'ladigan qo'shimcha eguvchi moment, tashqi yukdan hosil bo'lgan eguvchi moment yo'nalishiga teskari bo'lib, elementdagi hisobiy momentning kamayishiga olib keladi. Lekin yog'ochning tabiiy nuqsonlari uning cho'zilishga mustahkamligiga katta ta'sir etadi. Cho'zuvchi kuchdan hosil bo'ladigan eguvchi momentni hisobga olmay, elementning mustahkamligi quyidagi formula bo'yicha tekshiriladi:

$$\sigma = N_r/A_{nf} + M_q/W_{nr} \leq R_r \quad (16.16)$$

Bu yerda: N_r – elementga ta'sir etuvchi cho'zuvchi kuch, kN;
 R_r – element materialining cho'zilishga hisobiy qarshiligi, MPa.

Nazorat savollari:

1. Konstruksiyalarni chegaraviy holatlar usuli bo'yicha hisoblashning mohiyati nimada?
2. Birinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha konstruksiyalar qanday hisoblanadi?
3. Ikkinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha konstruksiyalar qanday hisoblanadi?
4. Markaziy siqilgan va cho'zilgan elementlar qay tarzda mustahkamlikka va ustuvorlikka tekshiriladi?
5. Nomarkaziy siqilgan elementlarni mustahkamlik bo'yicha hisoblash?
6. Yog'och elementlarda ko'ndalang egilishdagi normalar va urinma kuchlanishlar qanday aniqlanadi?
7. Ko'ndalang egilishdagi solqilik qanday topiladi?
8. Qiyshiq egilishda solqilik qanday aniqlanadi?
9. Siqilib egiluvchi elementlarning mustahkamligi qanday tekshiriladi?
10. Siqilib-egiluvchi elementlarda qanday eguvchi momentlar hosil bo'ladi?

17-bob. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALARNING BIRIKMALARI

17.1. Yog‘och konstruksiyalar birikmalarining turlari

Yaxlit yog‘och buyumlarining ko‘ndalang kesim o‘lchamlari va uzunligi turli texnik shartlar bo‘yicha cheklangan. Shuning uchun bino va inshootlarning yuk ko‘taruvchi va to‘sin konstruksiyalari kichik o‘lchamdagi buyumlardan har xil biriktirish yo‘llari bilan tuziladi. Jumladan, jipslashtirish — ko‘ndalang kesim o‘lchamlarini kattalashtirish uchun, ulab uzaytirish — buyumning uzunligini orttirish uchun, tugunli biriktirish esa buyumlarni burchak ostida ulashda qo‘llaniladi.

Yog‘och elementlarini biriktirish yelim, bolt, mixlar yordamida, o‘yib ulash, yapasqi ponalar, yelimlangan o‘zaklar yordamida amalga oshiriladi.

Biriktirish jarayoniga qarab, birikmalar zavodda yoki qurilish maydonida bajarilishi mumkin. Yelimli birikmalardan tashqari barcha birikmalar ko‘chuvchanlik xossasiga ega, shuning uchun ularni hisoblashda yuk ta‘siridan 0,2 dan 2,0 mm gacha o‘zaro siljishga ruxsat etiladi.

Birikmaning siljuvchanligi ezilish va egilish deformatsiyasiga bog‘liqdir.

Qovushqoq va yumshoq shakl o‘zgarishidan tashqari birikmalarda birikmaning yuk ko‘tarish qobiliyati chegarasida yog‘ochga xos qoldiq shakl o‘zgarish kuzatiladi. Ularning sezilarli qismini dastlabki yuklanishda sodir bo‘ladigan boshlang‘ich shakl o‘zgarishi tashkil etadi. Birikmalarni loyihalashda va tayyorlash jarayonida boshlang‘ich shakl o‘zgarishining kamroq bo‘lishiga intilsa, birikmaning jipsligi ta‘minlanadi.

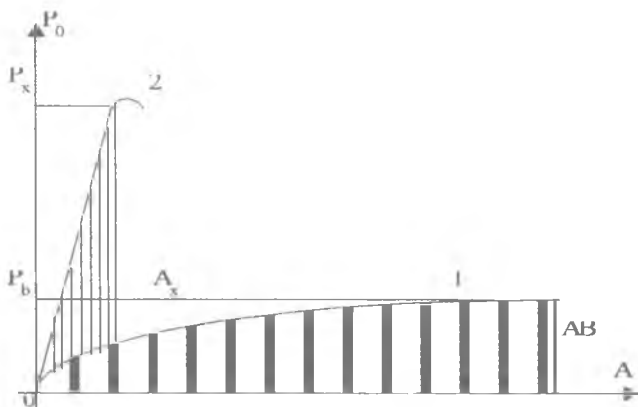
Konstruksiyaning ishlash sharoitini o‘rganishda uning buzilish sifati katta ahamiyatga ega. Agar buzilish yumshoq shakl o‘zgarishining kuchli rivojlanishi bilan asta-sekin yuz bersa, birikma mo‘rtmas deb ataladi. Buzilish to‘satdan sodir bo‘lsa, bunday

birikma mo'rt deb ataladi. Bunday buzilish yog'ochning ko'chishi va yorilishidan yoki tolalarning ezilishidan sodir bo'ladi, mo'rtmas birikmalarda esa mustahkamlik ezilishga bog'liq (17.1-rasm). Agar egri chiziq hosil qilgan ishni A_x va A_b bilan belgilasak, mo'rtmas birikmaning solishtirma ishi mo'rt birikmaning solishtirma ishidan katta:

$$A_b / R_b > A_x / R_x$$

Shuning uchun mo'rtmas birikma takroriy yuklanganda, uning qarshiligi kafolat bilan ishonchni oqlaydi. Konstruksiyalarning bir qismining kam yuklanishi, ikkinchi qismining esa haddan tashqari zo'riqishi natijasida mo'rt buzilish sodir bo'ladi.

Siljuvchan mo'rtmas birikmalar konstruksiyalarning barcha qismiga zo'riqishni bir tekis taqsimlashi evaziga birikmaning ishonchli ishlash kafolatini beradi.



17.1-rasm. Bog'lovchilar sonining birikma mo'rtligiga ta'siri grafigi

Birikmaning mustahkamligini tekshirishda, yog'ochning butog'i, darzi, qiyshiq tolaligi kabi nuqsonlariga e'tibor berish kerak. Nuqsonlarning ta'siri kam sonli mustahkam bog'lovchili birikmada ko'proq bo'ladi. Shuning uchun birikmalarda zo'ri-

qishlarni tekis tarqatish maqsadida ko'p sonli mayda bog'lovchilardan foydalanish kerak. Bu o'z navbatida ko'chib-siljish tekisliklari sonini ko'paytirib, yorilishdan va sinishdan sodir bo'ladigan xavfni ancha kamaytiradi (17.1-rasm).

Birikmadagi barcha bog'lovchilar bir turda bo'lishi va bir xil bikrlikka ega bo'lishi hamda ular element o'qiga nisbatan simmetrik joylashishi, qo'shimcha zo'riqish hosil qilmasligi kerak. Buyumning birikkan joyida kesim yuzasini kamroq bo'shashtirishga intilish kerak.

Ishlab chiqarish nuqtayi nazaridan tayyorlash va yig'ish sodda, tekshirib turilishi qulay birikmalar afzal hisoblanadi.

Yog'och konstruksiyalari elementlarining birikmalari hisobi QMQ 2.03.08-98 ga muvofiq olib boriladi. Alohida bog'lovchi yoki birikmaga ta'sir etuvchi hisobiy zo'riqish, ularning yuk ko'tarish qobiliyatidan ortmasligi kerak.

Hisoblash jarayonida zo'riqishlar bog'lovchilarning yuk ko'tarish qobiliyatiga mos ravishda taqsimlanadi deb faraz qilinadi.

Birikmalarda zo'riqishning bir qismini bevosita, boshqa qismini bog'lovchi orqali o'tkazishga ruxsat etilmaydi. Birikmaning va unda qo'llanilgan bog'lovchining turiga qarab bog'lanuvchi materialda ezilish va yorilish, bog'lovchida esa egilish sodir bo'ladi.

Birikmaning yuk ko'tarish qobiliyati quyidagi shartlar orqali hisoblanadi:

- yog'ochning ezilish sharti bo'yicha:

$$N_{sm} \leq T = R_{sk\alpha} A_{sm}; \quad (17.1)$$

- yog'ochning siljishda yorilishning sharti bo'yicha:

$$N_{sk} \leq T = R_{sk\alpha}^{sr} A_{sm}; \quad (17.2)$$

- bog'lovchining egilishga ishlash sharti bo'yicha:

$$Nn \leq T\alpha;$$

Bu yerda: N_{sm} , N_{sk} – ezuvchi, siljitib-yoruvchi hisobiy zo‘riqishlar;

T – birikmaning yoki alohida olingan bog‘lovchining hisobiy yuk ko‘tarish qobiliyati;

R_{ska} – yog‘ochning burchak ostida ezilishga hisobiy qarshiligi;

A_{sm} ; A_{sk} – ezilish va yorilish hisobiy yuzasi;

$N_n = hn$ – bir dona bog‘lovchi uchun hisobiy zo‘riqish (R – siljish yuzasi bo‘yicha zo‘riqishlar yig‘indisi);

n – siljishdagi bog‘lovchilar soni;

T_i – egilishga ishlovchi bog‘lovchining yuk ko‘tarish qobiliyati;

R_{ska}^{sp} – burchak ostidagi siljib-yorilish yuzasi bo‘yicha o‘rtacha hisobiy qarshilik:

$$R_{ska}^{sp} = \frac{R_{ska}}{1 + \beta \frac{l_{sk}}{e}}; \quad (17.3)$$

Bu yerda: R_{ska} – tolalar yo‘nalishiga nisbatan burchak ostida yog‘ochning yorilishga hisobiy qarshiligi; β – siljituvchi zo‘riqishning qo‘yilish sharoitiga bog‘liq koeffitsient: $\beta = 0,25$ – yorilish simmetrik bo‘lganda; $\beta = 0,125$ – yorilish bir yoqlama bo‘lganda; l_{sk} – siljish yuzasining hisobiy uzunligi; e – siljituvchi zo‘riqishlar yelkasi.

Zarur deb topilsa, birikmaning qo‘shimcha elementlari ham hisoblanadi. Bunday elementlarga xavfsizlik bolti, qoplamalar, qistirma, yostiqlar va boshqalar kiradi.

Birikuvchi elementlar zaif kesim bo‘yicha murakkab qarshilikka, cho‘zilishga, siqilishga bo‘lgan mustahkamligi tekshiriladi.

Ishqalanish kuchining yordamchi ta‘siri doimiy emasligi sababli u hisoblash paytida e‘tiborga olinmaydi. Birikmaning mustahkamligi faqat ishqalanish kuchi orqali ta‘minlansa, sirt-

lardagi bosim doimiy bo'lib, dinamik ta'sir bo'lmagan holda ish-qalanish kuchlari hisobga olinadi. Bunda ishqalanish koeffitsientlari: tolalari parallel sirtlar uchun 0,2, tolalari o'zaro tik sirtlar uchun 0,3 ga teng deb qabul qilinadi. Agar ishqalanish kuchi konstruksiyaning ishlash sharoitiga salbiy ta'sir ko'rsat-sa va buyumlarda ortiqcha kuchlanish paydo qilsa, ishqalanish koeffitsienti 0,6 ga teng qilib qabul qilinadi.

17.2. Bevosita va o'yib biriktirish

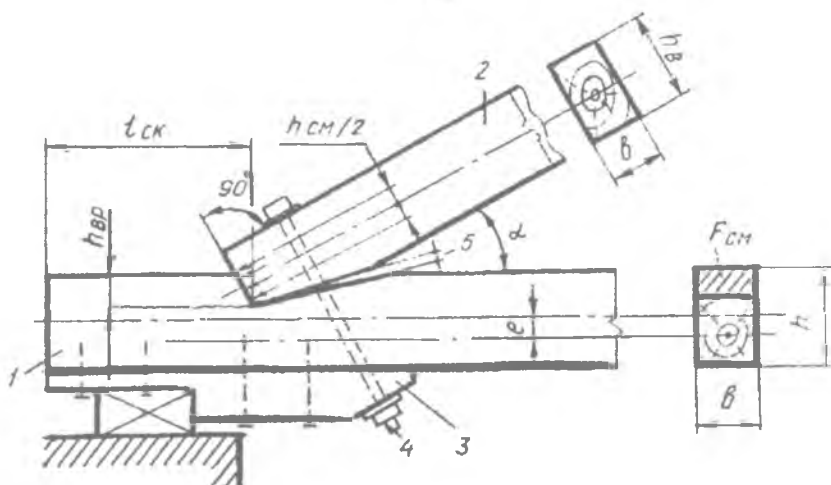
Bevosita birikma yog'och konstruksiyalarda keng qo'llanila-di va siqiluvchi yog'och elementdan zo'riqishni ikkinchisiga bur-chak ostida yoki element o'qi bo'ylab uzatishda qo'llaniladi. Bunday birikmalar ferma belbog'ining oraliq va tayanch tugun-larida (17.2-rasm), tekis va fazoviy murakkab konstruksiya ele-mentlari tutashmalarida keng tarqalgan. O'yib biriktirish xoda va chorqirralardan yasalgan konstruksiyalarda qo'llaniladi. O'yib biriktirish bir va ikki tishli bo'lishi mumkin; sodda va ishonchli ishlashi uchun bir tishlisi keng tarqalgan. Ezilish tekisligi ta'sir kuchiga nisbatan 90° burchak ostida bo'ladi, tutashuvchi ele-ment o'qi esa shu yuza markazidan o'tishi kerak. Bu tadbirga ko'ra, yorilish tekisligi bo'yicha ishqalanish kuchi sodir bo'la-di, natijada birikmaning siljishga yaxshi ishlashi ta'minlanadi (17.3-rasm).

O'yima chuqurligi element balandligining $1/3$ ulushidan osh-masligi, chorqirra uchun 2 sm dan, xodalar uchun 3 sm dan kam bo'lmasligi kerak. Oraliq tugunlarda esa o'yima chuqurligi balandlikning $1/4$ ulushidan ortmasligi kerak, siljib-yorilish te-kisligining uzunligi (lsk) o'ymaning 10 barobar kattaligidan osh-masligi va 1,5h dan kam bo'lmasligi kerak. Fermaning tayanch tuguni uchun o'ymaning hisobiy chuqurligi 17.1-formulaga mu-vofiq aniqlanadi.

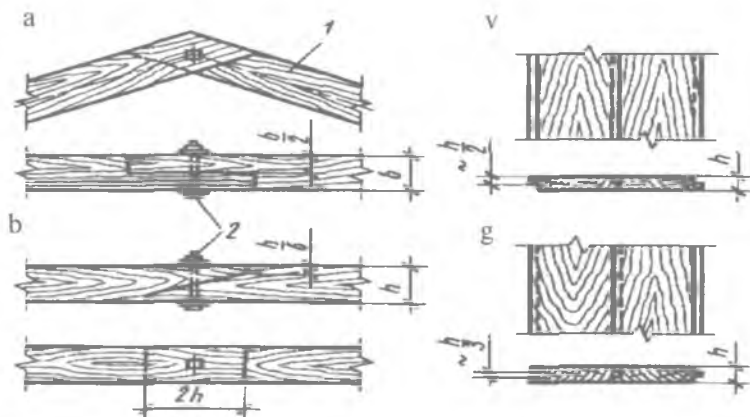
Siljib-yorilish yuzasining hisobiy uzunligi 17.2-formulaga muvofiq aniqlanadi:

$$h_{vr} = (N_c \cos \alpha) / R_{sm} \alpha \cdot b \quad (17.4)$$

$$l_{ck} = \frac{N_c \cos \alpha}{R_{ck}^{cp} \cdot \delta} \quad (17.5)$$



17.2-rasm. Bir tishli o'yib biriktirish: 1 — ostki belbog'; 2 — ustki belbog'; 3 — belbog' osti taxtasi; 4 — xavfsizlik bolti; 5 — belbog'lar orasidagi tirqish (2 mm)



17.3-rasm. Bevosita va o'yib biriktirish: a — yarim taxtali; b — qiya kesilgan; v — yarim taxtali jipslashgan; g — shiplar bilan jipslashgan

Bu yerda: N_c – ustki belbog‘ zo‘riqishi, kN; α – ustki va ostki belbog‘ orasidagi burchak; $R_{sm}\alpha$ – α burchak ostidagi hisobiy qarshilik, MPa;

R_{sk}^{sr} – yorilish yuzasi bo‘yicha o‘rtacha hisobiy qarshilik, MPa.

Boshqacha ko‘rinishdagi o‘yib biriktirishlar oraliq taxta-yositiqcha va ponalar yordamida yuqoridagi qoidalarga asosan amalga oshiriladi.

Konstruktiv o‘yib biriktirishlar hosil bo‘ladigan zo‘riqishlar birikmaning yuk ko‘tarish qobiliyatidan ancha kam bo‘ladi. Bularga misol qilib, yarim yog‘ochli, qiya kesilgan shipli va yarim taxtali jiplashgan biriktirishlarni (17.3-rasm) ko‘rsatish mumkin.

Yarim yog‘ochli o‘yib biriktirishlar, chorqirra yoki g‘o‘larning uchini yarmigacha kesib, bir-biriga ulashda ishlatiladi, so‘ngra ular xavfsizlik bolti bilan mahkamlanadi. Bunday birikmalar stropilalarni bir-biriga biriktirishda ishlatilishi mumkin (17.3-a rasm).

Qiya kesib biriktirishlar yog‘och chorqirra yoki g‘o‘larning uzunligi bo‘yicha biriktirish zarur bo‘lganda ishlatiladi, ular ham konstruktiv bolt bilan mahkamlanadi (17.3-b rasm).

Yarim taxtali biriktirishlarda taxtalarining (17.3-v rasm) ikki tomonida ariqcha ochib, qo‘shni taxtalar jiplashtiriladi.

Shipli biriktirishlarda yoki shpuntlarda taxtaning bir tomonida ariqcha, ikkinchi tomonida ship (17.3-g rasm) ochiladi va taxtalar bir-biriga jiplashtiriladi, bu holatda qo‘shni taxtalar yuk ostida birga ishlaydi.

17.3. Yelimli va nagelli birikmalar

Yelimlangan yog‘och konstruksiyalar va birikmalar QMQ 2.03.08-98 qoidalari hamda tavsiyalariga muvofiq loyihalanishi, tayyorlanishi va ishlatilishi lozim. Yelimli bog‘lovchi birikmaning butunlay yaxlitligini ta‘minlaydi.

Yelimli birikmalar kalta va mayda yog'och elementlardan ixtiyoriy kesim va shaklga ega konstruksiyalar barpo etish imkonini beradi.

Yelimlangan yirik kesimli buyumlar konstruksiyalarining ayrim qismlarida hosil bo'lgan kuchlanganlikka qarab joylashtirish mumkin. Ko'p qatlamli yelimlangan buyumlarda yog'och nuqsonlarning bir maydonga joylashish ehtimoli kamligi tufayli ular ustki mustahkamlikka ega bo'ladilar. Undan tashqari, yelimlash jarayonida yog'ochning ishga yaroqsiz qismlarini kesib tashlash mumkin. Yelimlangan birikma, asosan, yelim choki bo'ylab siljishga ishlaydi. Ayrim hollarda yelimlangan choklarda cho'zuvchi zo'riqishlar ham paydo bo'lishi mumkin.

Yelimlayotganda yog'och buyumlarni turli teshik va kemtiklar bilan kuchsizlashtirish shart emas. Yelimlash vositasida kesimlarga qo'shtavr, qutisimon va boshqa samarador shakllar berilishi mumkin.

Ijobiy xossalar bilan bir qatorda yelimli birikmalarning ayrim kamchiliklarini ham e'tiborga olish kerak. Yelimlangan konstruksiyalar vaqt o'tishi bilan iqlimning davriy va ichki kuchlanishlar ta'sirida darz ketishi va yorilishi mumkin. Yelimlangan konstruksiyalarda qo'llaniladigan taxtalar sifati uchun qo'yilgan talab yog'ochning ishlatilish koeffitsientini kamaytiradi.

Yelimlash uchun mo'ljallangan taxtalar namligi 8–12% bo'lishi va davlat me'yoriy talablarini qondirishi kerak.

To'g'ri chiziqli elementlarni tayyorlash uchun qalinligi 50 mm dan (randalanguncha) kichik bo'lgan yog'och taxtalar qo'llaniladi.

Egrilik radiusi $1/150$ gacha bo'lgan yelimlangan elementlarda esa taxa qalinligi 40 mm dan oshmasligi kerak.

Taxtalardan yelimlanuvchi elementlarda, yog'ochning qurishi va mexanik ishlov berishni hisobga olgan holda eniga quyidagicha qo'shimchalar qabul qilinadi: 80 dan 100 gacha — 10 mm; 110 dan 180 gacha — 15 mm; 200 dan 250 gacha — 20 mm.

Yelimlanadigan taxta yuzasi silliq randalangan, changdan, moy va dog'lardan tozalanishi kerak.

Taxtalarni uzunligi bo'yicha yelimlashda ko'proq tishli yoki qiya tekislik choki qo'llanilishi kerak.

Tishlarning me'yoriy o'lchamlari 17.1-jadvalda keltirilgan.

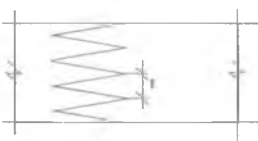
Taxtalarni uzunasiga yelimlash uchun, agar taxta qalin bo'lsa – I-32, yupqa bo'lsa – P-20 turdagi, egri chiziqli element uchun esa P-20 turdagi tishli birikmadan foydalanish kerak.

Ko'p qatlamli yuk ko'taruvchi konstruksiyalarni yelimlashda I-50 va I-32 turdagi biriktirishlar qo'llaniladi. Faneralarning bo'yi va eni bo'ylab yelimlash uchun N-10 va N-20 navli biriktirishlar qo'llaniladi.

Konstruksiyalarni tayyorlashda sun'iy qatronlar asosidagi suyuq yelimlar qo'llanilishi lozim.

Konstruksiyalar jarayonida ustki namlikka ega (75% ko'proq) muhit ta'sir etsa, bunda yelim choklarining namlik va uzoq mud-datga chidamliligini ta'minlovchi KB-3 toifali fenolformaldegid, FR-12 toifali rezortsin-formaldegid, FR-100, DFK-1AM yelimlarini qo'llash tavsiya etiladi.

17.1-jadval

Chizma tasviri	Birikma turlari	O'lchamlari, mm		
		uzunligi	qadami	o'tmaslanishi
	I-50	50	12	1,5
	I-32	32	8	1,0
	II-20	20	6	1,0
	II-10	10	3,5	0,5
	II-5	5	1,75	0,2

Konstruksiyalar uchun ishlash jarayonida namlik me'yorida bo'lsa, O'QS, KS-68, 19-62 toifadagi mochevina formaldegid (karbamid) yelimlarini qo'llash mumkin.

Me'yoriy haroratda yelimlash jarayoni ko'p vaqtni talab qiladi, buyumlarni yelimlash davri cho'ziladi, ishlab chiqarish maydoni turli-tuman asbob va moslamalar bilan uzoq vaqt band bo'ladi.

Zamonaviy korxonalarda yelimlash jarayonini tezlashtirish uchun taxtalar sirtidan yoki ustki o'zgaruvchan tok yordamida quritiladi.

Agar sovuq holda yelimlashga 12 soat talab etilsa, qizdirish usulida 1 soat, ustki o'zgaruvchan tok maydonida 1,5 minut talab etiladi.

Yelimlash jarayonida taxtadagi yillik halqalarning bir-biriga mos kelishiga harakat qilish kerak, shu yo'l bilan taxtaning qurib qayishishi natijasida choklarda cho'zuvchi kuchlanish paydo bo'lishining oldini oladi.

Taxtalar tishlari yondan ko'rinib turadigan choklar orqali biriktiriladi, shu bilan birga ulanuvchi taxtalar uzunligi 1500 mm dan kam bo'lmasligi kerak. Qo'shni taxtalar o'qlari orasidagi masofa ularning qalinligidan kam bo'lmasligi kerak.

Yelimlangan kesim eni bir necha taxtadan tashkil topsa, taxtalardagi chok uzunligi 4 sm dan kam bo'lmasligi kerak.

Yelimlangan tayyor elementlar bo'ylamasiga tishli biriktirilayotganda chok tishlari taxtaning sirtiga va yonlariga chiqarib joylashtirishga ruxsat etiladi.

Tolalararo burchak $30-45^\circ$ bo'lganda, yelimli biriktirilayotgan taxtalarining eni 15 sm dan oshmasligi, cho'zuvchi zo'riqishlar bolt, burama mixlar tomonidan qabul qilinishi talab etiladi.

Taxtani fanera bilan yelimlashda faneraning ustki qatlami va taxta tolalarning yo'nalishlari mos kelishiga e'tibor berish kerak. Agar tolalar orasidagi burchak 90° bo'lsa, unda taxtalarining eni 10 sm dan ortmasligi kerak, bu talab materiallar elastiklik modullarining turlicha ekanligiga bog'liq.

Jiplashtirilayotgan elementlarning o'zaro siljishiga qarshilik ko'rsatish uchun qo'yilgan doiraviy yoki yapasqi ponalar nagel

deb ataladi. Metall konstruksiyalardagi bolt va parchinlardan farqli o'laroq, nagellar qirqilish va ezilishiga ishlamaydi. Chunki jipslashtiruvchi materialning qattiqligi nagel materialidan bir necha barobar kam. Shuning uchun bunday birikmalarda nagel egilishga, materiallar esa nagel tutashgan sirtlarda ezilishga ishlaydi. Nagellar qattiq jinsli yog'ochlar (chinor, akatsiya, eman), shishaplastlardan, yog'och qatlam plastiklardan, po'lat yoki alyuminiydan tayyorlanadi (17.4-rasm).

Boltlar, mixlar, burama va parchin mixlar doiraviy nagellar guruhiga, po'lat (qo'yiladigan va qoqiladigan) va yog'och yassi ponalar esa yapaski nagellar guruhiga kiradi.

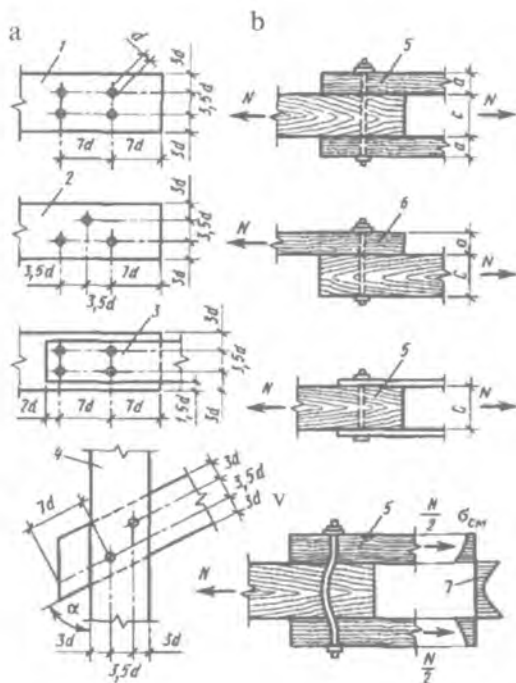
Egilish shakliga qarab nagellar simmetrik va nosimmetrik birikmalarga ajratiladi. Jipslashtirish elementlarning surilish tekisligi soniga qarab bir qirqimli, ikki qirqimli va ko'p qirqimli («qirqim» – so'zi shartlidir) birikmalarga bo'linadilar. Birikmaning ko'chuvchanligini ta'minlash maqsadida ingichka egiluvchan nagel ishlatilsa, yog'ochning yorilish xavfi birikmaning mo'rt buzilishiga olib keladi.

Doiraviy kesimli po'lat nagellar 2 mm oraliq qadam bilan 12–24 mm yo'g'onlikda tayyorlanadi, qattiq yog'ochdan esa 4 mm qadam bilan yo'g'onli 12–30 mm bo'lgan nagellar qo'llaniladi.

Nagellar oldindan tayyorlangan kengligi o'z yo'g'onligiga teng teshikka qoqiladi. Kimyoviy jihatdan salbiy muhitda metall nagellar o'rniga AG-4s va DVP-B plastmassalardan bosim ostida tayyorlangan nagellar, boltlar, gaykalar va shaybalar ishlatiladi. Yo'g'on burama mixlar (№10 mm) joyiga burab qo'yilishdan oldin o'zidan kichikroq teshik ochib olinadi.

Mixlarning yo'g'onligi 6 mm gacha bo'lganda yaxlit yog'ochlarga to'g'ridan-to'g'ri qoqilaveradi, 6 mm dan ortiq bo'lganda esa o'zidan kichik teshik hosil qilib qoqiladi.

Nagel biriktiriluvchi material ichida jips joylashganligi sababli uning kuchlanganlik holati va egilishi yog'ochning holatiga bog'liq bo'ladi.



17.4-rasm. Nagelli birikmalar: a – nagellarning joylashuvi; b – hisob sxemasi; v – ishlash sxemasi; 1 – to‘g‘ri joylashtirish, 2 – shaxmat usulda joylashtirish; 3 – temir qoplamalar yordamida; 4 – burchak ostida.

Bir qirqimli bitta nagelning yuk ko‘tarish qobiliyati quyida-gicha aniqlanadi: o‘rtadagi elementning egilishga ishlash shartiga ko‘ra:

$$T_{smI} S = K_1 s d, \quad (17.9)$$

chekkadagi elementning ezilishga ishlash shartiga ko‘ra:

$$T_{smI} a = K_2 a d, \quad (17.10)$$

Nagelning egilishga ishlash shartiga ko‘ra:

$$T_n = K_3 d^2 + K_4 a^2, \quad (17.11)$$

Bu yerda: S va α – ichki va tashqi birikuvchi elementlarning qalinligi (mixli birikmalarda, mixning o‘tkir qismi uzunligi 1,5

d ni a -dan chegirib tashlanadi: $\alpha-1,5d_{gv}$); d -nagel yo'g'onligi, sm ; K_1, K_2, K_3, K_4 — koeffitsientlar.

Birikma yuk ko'tarish qobiliyatini aniqlashda hisoblab chiqilgan miqdorning eng kichigi olinadi. Keltirilgan ifodalar orqali tola bo'ylab ishlaydigan birikmalar hisoblanadi.

Agar nagel orqali uzatilayotgan kuchlanish tolaga nisbatan burchak ostida bo'lsa, hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati ustkidagi ifodalardan jadvalda keltirilgan K_x koeffitsientini hisobga olish orqali aniqlanadi; 17.9-formulasi uchun esa $\sqrt{K\alpha}$ ga ko'paytirish orqali amalga oshiriladi.

Plastmassali nagel birikmalarda yog'ochning ezilishga, nagelning egilishga ishlashidan tashqari nagelning o'zida qirqilish ham hosil bo'lishi mumkin. Bunday ko'rinishdagi qarshilikda bir qirqilishga ishlaydigan nagelning yuk ko'tarish qobiliyati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T_{sr} = \frac{\pi d^2}{4} R_{sr}, \quad (17.12)$$

Bu yerda: R_{cr} — nagel materialining qirqilishdagi hisobiy qarshiligi.

Birikmadagi nagellar soni quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$n_n = NhT_{min} P_{sr} \quad (17.13)$$

Bu yerda: N — birikmaning hisobiy zo'riqishi; T_{min} — bir qirqimli bitta nagel uchun minimal yuk ko'tarish qobiliyati; n_{sr} — nagelning shartli qirqilishlari soni.

Yog'och tolali bo'ylab doiraviy nagellar o'qlari orasidagi masofa S_1 , tolaga ko'ndalang o'qlar orasida S_2 va o'qdan taxta yon chetigacha — S_3 masofalar me'yorlarda belgilangan kattaliklardan ko'p bo'lishi kerak.

Eslatma: oraliq burchak va diametrlar uchun K_e qiymati interpolyatsiya yo'li bilan aniqlanadi: po'lat nagellar uchun $S_1=7d$, $S_2=3,5d$, $S_3=3d$; alyuminiy va plastmassa nagellar uchun $S_1=6d$,

$S_2=3,5d$, $S_3=3d$; dub nagellar uchun $S_1=5d$, $S_2=3d$, $S_3=2,5d$; jipslanuvchi taxtalarining jami qalinligi $10d$ dan kam bo'lsa: metall-plastmassa nagellar uchun $S_1=6d$, $S_2=3d$, $S_3=2,5d$; dub nagellar uchun $S_1=4d$, $S_2=S_3=2,5d$.

Cho'zilishga ishlovchi birikmalarda nagellar ikki yoki to'rt qator qilib joylashtiriladi. Fulalardan tashkil topgan konstruksiyalarda esa nagellarni shaxmat tarzida joylashtirish tavsiya etiladi.

Nagellar uchun teshik ochishda vaqtincha qisqich bilan yig'ilgan elementlarni romli yo'naltiruvchi elektrparma bilan teshish tavsiya etiladi. Tayyor teshikka nagel yengil zarba bilan ohista qoqiladi.

Birikmalarda nagellar umumiy miqdorining 25–40 foizini tortqich boltlar tashkil qilishi kerak.

Qalin yog'och elementlar bilan yupqa buyumlarni material birlashtirishda nagel, bolt va burama mixlar qo'llaniladi. O'zi o'yar burama mix, naysimon va portlovchi parchinlar odatda osmadevor va yirik to'shamalarning tashqi qoplamalarini o'zaro va qobirg'alar bilan birlashtirishda qo'llaniladi. Ushbu bog'lovchilar qirqilishda va ezilishda metall konstruksiyalar kabi hisoblanadi.

Yelimlangan o'zaklar egiluvchi elementlarni jipslashtirishda, cho'ziluvchi elementlarni ulashda, elementlarni poydevorga qistirib mahkamlashda va boshqa hollarda qo'llaniladi (17.5-rasm).

Yog'ochga yelimlanuvchi o'zak sifatida o'zgaruvchan kesimli A-P, A-SH, sinfli, 12–25 mmli armatura po'latlar qo'llaniladi. O'zaklar joylashadigan ariqcha ularning belgilangan yo'g'onligidan 4–6 mm ga kattaroq qilib o'yiladi. Teshik va ariqlar boshi berk, birikuvchi elementlar g'ovakli bo'lmasligi kerak.

Po'lat o'zak bilan yog'ochni o'zaro yelimlashda rezorsin FR-12, fenolezorsin FRF-50, epoksid EPS-1 yelimlarini qo'llash tavsiya etiladi. Yog'ochning yelimlangan o'zakni sug'urishga

yoki tortib chiqarishga hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T = R_{sk} \pi (d + 0,005) l_1 K_c, \quad (17.14)$$

Bu yerda: d – yelimlanadigan o'zakning ingichka joydagi bandligi, mm; l_1 – o'zakning yelimlash uzunligi, talabdagi yuk ko'tarish qobiliyatiga nisbatan hisoblab topiladi, lekin 10 mm dan kam va 30 mm dan ortiq bo'lmasligi kerak; K_c – urinma kuchlanishning yelimli chokda notekis tarqalishini hisobga oluvchi koeffitsient quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$K_c = 1,2 - 0,002(l \times d) \quad (17.15)$$

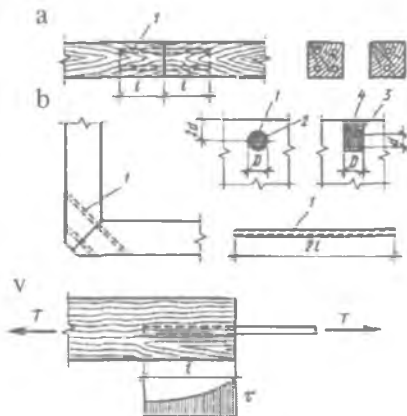
Bu yerda: K_{ck} – yog'ochning yorilishga hisobiy qarshiligi MPa.

Siljishga nisbatan yuk ko'tarish qobiliyati A-II sinfli po'lat uchun quyidagicha aniqlanadi:

$$T_N = 2d^2 + 0,02(l \times d) \quad (17.16)$$

lekin $3,2d^2$ dan oshmasligi kerak; A-III armatura uchun:

$$T_N = 2,5d^2 + 0,02l_1^2, \quad (17.17)$$



17.5-rasm. Yelimlangan po'latni o'zak orqali birlashtirish: a – bo'ylama yelimlangan; b – qiya tekislik bo'yicha yelimlangan; v – ishlash sxemasi; 1 – po'lat o'zak; 2 – o'zak uchun qoldirilgan tekislik; 3 – o'zak uyasi; 4 – taxta reyka

lekin $-3,7d^2$ dan oshmasligi kerak. T_n ning eng katta qiymati uchun $l_1 \geq 8d$ to'g'ri keladi; d va l_1 — sm da.

Burchak ostida birikkan yelimgan o'zakning yuk ko'tarish qobiliyati maxsus koeffitsientga ko'paytirib aniqlanadi.

Og'ma yelimgan o'zaklarning joylashtirilish masofalari quyidagicha qabul qilinadi:

— ikki qator joylashtirsa $S_3 \geq 3d$, $S_2 \geq 6d$;

— shaxmat shaklida joylashtirsa $S_3 = S_2 \geq 3d$.

O'zaklar o'qlari orasidagi bo'ylama masofa $S_1 \geq 8d_{otv}$.

Po'lat qoplamalar, tasmaimon zulfinlar, tortqichlar metall konstruksiyalar kabi hisoblanadi.

Yassi metall changaklar yog'och fermalar, romlar, yirik to'shama qobirg'alari kabi konstruksiyalarning tugunlarini birlashtirishda qo'llaniladi.

Yassi metall changaklar yordamida birlashtirish avvaldan yig'ilgan konstruksiya elementlariga bosim hosil qiluvchi maxsus mexanizatsiyalashtirilgan dastgohda bajariladi.

Bitta yassi metall changakning siljishdagi hisobiy yuk ko'tarish qobiliyati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T = R_{pl} A', \quad (17.18)$$

Bu yerda: R_{pl} — surilishga hisobiy qarshiligi: changak turi va materialiga, yog'ochning navi va namligiga, har bir birikuvchi element uchun tolalarga nisbatan zo'riqish yo'nalishi orqasidagi burchakka bog'liq; A' — hisoblanayotgan elementga to'g'ri kelgan yassi metall changakning choki atrofidan 10 mm li yo'lakni chiqarish bilan hisoblangan kesim yuzasi.

Yuk ko'taruvchi konstruksiyalar yog'och elementlarini YaMCH bilan birlashtirishda bir xil o'lchamdagi ikki bog'lagich qarama-qarshi tarafidan bir xil joylashtiriladi.

Kesilishga ishlovchi elementlar mustahkamligi o'zaro tayanch hisobiga ta'minlanadi, yassi metall changakning bu yerdagi vazifasi tugunni o'z joyida ushlab turishdan iborat bo'ladi.

Fermalarda cho‘ziluvchi va siqiluvchi belbog‘larning ulangan yerlari tugunga yaqin bo‘lishi kerak, uzluksiz siqilib-egiluvchi belbog‘larning ulangan joyi, eguvchi momentning nolga teng nuqtasida bo‘lishi kerak.

Yassi metall changaklar chekka tishi bilan taxtalar chekkalari orasidagi masofa 10 mm bo‘lishi kerak. Yassi metall changak bilan qoplanishi har bir birikuvchi elementning hisobiy yuzasi 50 sm^2 dan kam bo‘lmasligi kerak.

Cho‘zilgan bog‘lovchilar bilan biriktirish. Cho‘zilgan bog‘lovchilarga – sug‘urilishga ishlovchi mixlar, burama mixlar, boltlar, changaklar, xomutlar va tortqichlar kiradi.

Sug‘urilishga ishlovchi mixlar qarshiligi faqat ikkinchi darajali elementlar, shuningdek, shift qoplamasi, pol qoqishda va to‘shamalar hisobida e‘tiborga olinadi.

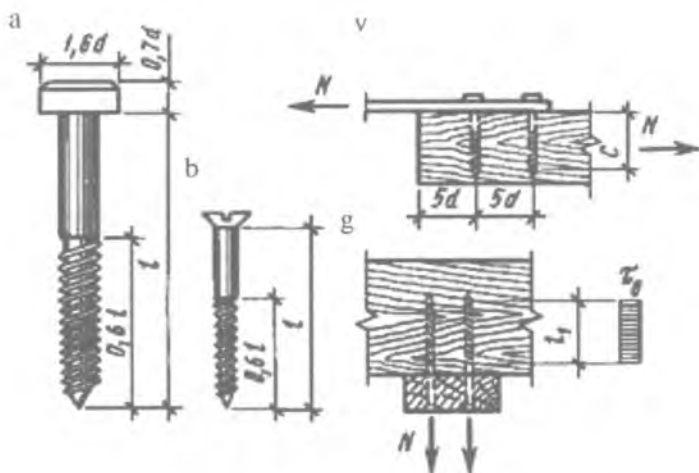
Burama mixlar yuk ko‘taruvchi konstruksiyalar elementlarini bog‘lab mahkamlashda qo‘llanilishi mumkin (17.5-rasm). Sug‘urilishga ishlovchi mix yoki burama mixning hisobiy yuk ko‘tarish qobiliyati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T=R_{vid} \pi d R_p, \quad (17.19)$$

Bu yerda: R_{vid} – sug‘urilishga hisobiy qarshilik, quruq yog‘och uchun – 0,3 MPa, nam yog‘och uchun – 0,1 MPa, burama mix uchun – 1,0 MPa qabul qilinadi; l_1 – mix va burama mixning hisobiy uzunligi.

Odatda, changaklar ko‘ndalang kesimi doiraviy po‘latdan tayyorlanib ($d=12-18$ mm) yig‘ma to‘sinlarni jiplashtirish yoki tugunlarni bog‘lashda qo‘llaniladi. Xomutlar birikuvchi elementlarni bolt va gaykalar yordamida o‘zaro bir-biriga tortib mahkamlanadi. Ular ko‘ndalang kesimi doiraviy yoki yassi po‘latdan (tagligi bilan) yasilib, yog‘och elementning ko‘ndalang ezilishga qarshiligini ta‘minlaydi.

Cho‘zilishga ishlovchi boltlar, tortqichlar, sirtmoqlar, zulfinlar fermalarning cho‘zilishga ishlovchi elementlarida, ravoqlar tortqichlarida qo‘llaniladi.



17.6-rasm. Burama mixlar yordamida biriktirish: a – gluxar; b – burama mix; v – egilishga ishlash sxemasi; g – sug'urilishga ishlash sxemasi

Boltlar bir tomonida burama murvati va ikkinchi tomonida galpoqchadan iborat bo'ladi. Tortqichlar ikkala tomonlama burama murvatli yoki bir tomoni burama murvatli va ikkinchi tomoni ilgakli bo'lishi mumkin.

Tortqich burama murvatli bo'lsa, u ko'ndalang zaif kesimi yuzasi bo'yicha hisoblanadi. Tortqich va boltlarning kesim yuzalari metall konstruksiyalarini hisoblash qoidasiga asosan aniqlanadi, shaybalar yuzasi esa $\alpha=60-90^0$ burchak ostida ezilish hisobiga binoan aniqlanadi:

$$A_4 \geq N / (R_{sm} \alpha), \quad (17.20)$$

Shaybaning qalinligi egilish hisobidan aniqlanadi. Katta zo'riqishlarda shaybalar murakkab kesimli po'lat buyumlardan qabul qilinadi.

Ko'chuvchan bog'lovchili yig'ma elementlar. Yaxlit kesimning cheklanganligi sababli yig'ma elementlar ishlatiladi, ular katta to'sinlar, fermalar, romlar va ravoqlarda qo'llaniladi.

Qo'llanilayotgan bog'lovchi turiga qarab elementlar kesimi bikr yoki ko'chuvchan bo'lishi mumkin. Egilishga ishlovchi yig'ma elementlarning uch turi taqqoslanadi: birinchisi – bog'lovchisiz, ikkinchisi – ko'chuvchan bog'lovchili, uchinchisi – bikr yelimplangan. Keltirilgan kesimlarning inersiya momentlari:

$$I_0 = r \frac{bh^3}{12} = \frac{bh^3}{6}, \quad I_y = \frac{b(2h)^3}{12} = \frac{4bh^3}{6}$$

Ko'chuvchan kesim inersiya momenti quyidagi nisbatda bo'ladi:

$$I_0 < I_n < I_{ts} \quad (17.21)$$

va shunga muvofiq salqiliklar nisbati:

$$A_0 > A_n > A_{ts} \quad (17.22)$$

Bu yerda:

$$I_n = (A_u/A_n)I_u = K_j I_u \quad (17.23)$$

Shunday qilib, ko'chuvchan bog'lovchili kesim uchun qarshilik momentini topamiz: $W_n = K_w W_{ts}$

Bu yerdagi K_j va K_m koeffitsientlari konstruksiyada ishlatilgan bog'lovchilarning ko'chuvchanligini hisobga oladi.

Qisilgan yig'ma elementlarni hisoblashda ularning keltirilgan bikrligini bilish kerak, u esa egiluvchanlikka keltirilgan inersiya momentiga bog'liq:

$$\lambda = \frac{l}{\gamma_n} = \frac{l}{\sqrt{\frac{I_n}{F}}} = \frac{l}{\sqrt{K_{\infty} \sqrt{\frac{I_u}{F}}}} = \frac{1}{\sqrt{K_{\infty}}} \lambda_u = \mu \lambda_u \quad (17.24)$$

Shunday qilib, yig'ma elementlarning hisobiy koeffitsientlarini ko'ndalang kesimning asosiy geometrik ko'rsatkichlari va hisobiy egiluvchanligiga ko'paytirish orqali e'tiborga olish kerak. K_j , K_m koeffitsientlarining qiymatlari turli bog'lovchilar uchun QMQ 2.03.08.98 keltirilgan.

Nazorat savollari:

1. Metall changaklardan foydalanish qachon samarali hisoblanadi?
2. O'yib biriktirishda birikma yuk ko'tarishi nimalarga bog'liq?
3. Elementlarda ko'chuvchanlik qaysi koeffitsientlar orqali hisobga olinadi?
4. Bevosita o'yib biriktirish deganda nimani tushunasiz?
5. Cho'zilishga ishlovchi bog'lovchilar deb nima aytiladi?
6. Yelimlangan po'lat o'zaklar qayerlarda ishlatiladi?
7. Qaysi elementlar payvand yordamida biriktiriladi?
8. Po'lat o'zak bilan yog'ochni yelimlashda qanday yelimlardan foydalaniladi?
9. Yelimlangan po'lat o'zakning yuk ko'tarish qobiliyati qanday aniqlanadi?
10. Bitta yassi metall changakning yuk ko'tarish qobiliyati qanday aniqlanadi?

18-bob. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALAR

18.1. Yog‘och to‘siq konstruksiyalar

Binolarning to‘siq konstruksiyalarida (qavatlararo to‘shamarlar, tom yopmalari, devorlar par devorlarda) yog‘ochning issiqlikni kam o‘tkazishi, sovuqqa chidamliligi, ustki solishtirma mustahkamligi, ishlov berishning osonligi, mavsumga bog‘liq emasligi kabi afzalliklaridan keng foydalaniladi.

Binoning vazifasiga qarab to‘siq konstruksiyalar issiqlik saqlovchi va saqlamaydigan qilib tayyorlanadi. Tom yopmalari joyida sanoat usulida tayyorlanishi mumkin. Joyida tayyorlanganda tom alohida elementlardan (to‘sin, vassato‘sin, taxta qalqon) yig‘iladi va ayrim hollarda tom uchun yig‘ma-qalqon tayyorlanadi. Bunday uslub, albatta, qurilish ishlarining zamonaviy talabiga javob bermaydi. Keyingi paytlarda sanoat usulida tayyorlangan katta o‘lchamli to‘shamalardan foydalanish keng tarqalmoqda.

To‘shamalarni joyiga o‘rnatib, mahkamlansa va choklar biritirilsa, tayyor tom to‘sig‘i hosil bo‘ladi.

Isitgich qatlamsiz tom konstruksiyasi eng oddiy bo‘lib, uning tarkibiy qismiga to‘shama, vassato‘sin, panjara va tom to‘sini kiradi.

Tomni yopishda o‘ramli yumshoq ashyolar (mumqog‘oz) qo‘llanilsa, unda tomning nishabligi kichik (2,5% gacha) olindi; o‘ramli ashyoni yopishtirish qulay bo‘lishi uchun yaxlit to‘shama qo‘llanilishi talab qilinadi. Donali tom yopish ashyolari (to‘lqin-simon asbest va shishaplastik buyumlar, cherepitsa, tunuka) qo‘llanilsa, tom nishabi katta (25% dan ortiq) olinib taxta yoki chorqirradan oralari ochiq asos tayyorlanadi.

Tom asosini yig‘ma-qalqonli qilib tayyorlash ishni tezlashtiradi, bunda mehnatning asosiy qismi ustaxonada yoki zavodda bajariladi. Yig‘ma qalqonlar uzra bir qatlam mumqog‘oz (agar tom yumshoq o‘ramli ashyodan yopilsa) avvaldan yopishtirib qo‘yilishi mumkin. Isitgichsiz tomlar uchun, odatda, yax-

lit to'shamalar ikki qatlamli: ostkisi — yuk ko'taruvchi, ustkisi — himoyalovchi qilib yasaladi. Bu tadbir o'ramli yumshoq materiallarni tom choklari bo'ylab yirtilishdan asraydi.

Isitigich qatlamli tomlar o'zining belgilangan vazifasi bo'yicha uch talabga javob berishi: yog'ingarchilikdan hosil bo'lgan namlikdan saqlash, bino ichidagi haroratni ushlab turishni, isitigich qatlamni bug'lardan asrash kerak.

To'shamaning asosi yog'och taxtalardan bir qatlamli qilib yasalishi mumkin, bu holda isitkich qatlam o'ramli ashyo choklarini yirtilishidan saqlaydi.

To'shamaning isitkich qatlami serg'ovak plitalar yoki sochiluvchan ashyolardan bo'lishi mumkin. Bunda himoya qatlami (mumqog'oz, pergamin, bitum qatlam) isitgich bilan to'shama orasiga qo'yiladi.

To'shama va panjaralar tomga ta'sir qiluvchi doimiy va vaqtinchalik yuklardan hosil bo'luvchi eguvchi moment ta'siriga mustahkamlik va salqilikka tekshiriladi. Hisob sxema sifatida ikki oraliqli uzluksiz to'sin qabul qilinadi.

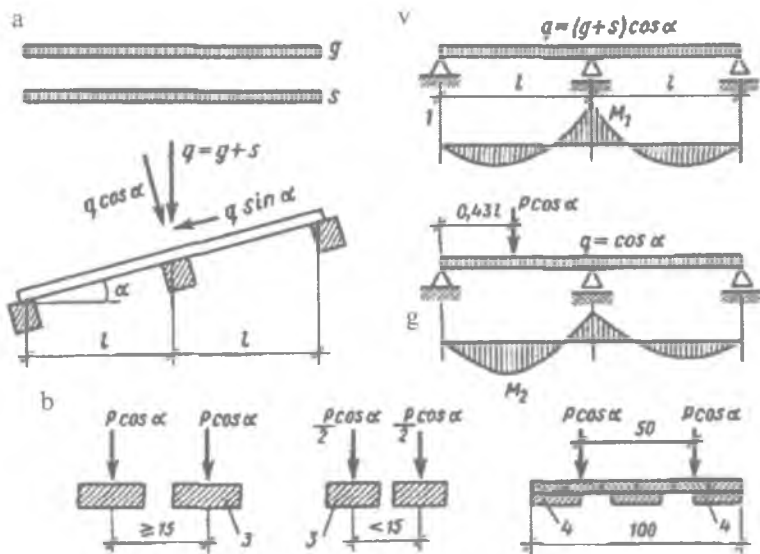
Odatda, yuklarning ikki xil yig'masi ko'rib chiqiladi: birinchisi — tomning xususiy og'irligidan hosil bo'lgan doimiy va qordan hosil bo'lgan vaqtinchalik yuk; ikkinchisi — faqat to'shamaning xususiy og'irligi va asbob-uskuna ko'targan ishchining og'irligi (18.1-rasm).

Xususiy yukni tomning gorizontal tekisligi bo'yicha tekis taqsimlangan deb qabul qilish qulaylik beradi. Unda yukning haqiqiy qiymatining tom nishab burchagi α ning $\cos\alpha$ ga nisbati olinadi. Ishchi og'irligidan tashkil topgan yig'iq yukning me'yoriy qiymati $R_n=1,0$ kNga, hisobiy qiymati esa $R=1,2$ kN ga teng. Qisqa muddatga ta'sir etuvchi shamol yuki, asosiy yukka teskari yo'nalishda bo'lganligi uchun to'shamani hisoblashda ko'pincha e'tiborga olinmaydi.

To'shamaga ta'sir etuvchi qiya yuklar, hisob jarayonida tom tekisligi va unga tik bo'lgan tekislikdagi tashkil etuvchilarga ajratiladi. U holda yuklarning birinchi yig'masi

$$g_x = (g+r)\cos^2\alpha \text{ va } g_y = (g+p)\cos\alpha \sin\alpha \text{ ning}$$

hisobiy qiymatlaridan hosil bo'lgan egilish kuchlanishi, ashyoning oshirilgan (15%) hisobiy qarshiligi bilan taqqoslanadi.



18.1-rasm. To'shamalar hisob sxemasi: a – tekis yoyilgan yukdan; b – to'planma yukdan; v – zo'riqishlar sxemasi; 1 – yuklarning birinchi yig'masi; 2 – yuklarning ikkinchi yig'masi; 3 – to'shamaning qirqilgan taxtasi; 4 – to'shamaning ishchi taxtasi

To'shama buzilishining tomning umumiy buzilishiga ta'siri ehtimolligi kamligi uchun hisob qarshiligi 1,15 koeffitsient orqali 15% ga oshirib olinadi.

Yuklarning me'yoriy qiymatlaridan aniqlangan salqilik oraliqning 1/150 qismiga teng chegaraviy salqilik bilan taqqoslanadi. Yuklanishning ikkinchi yig'masi – to'shama xususiy og'irligi va ishchining anjomlari bilan og'irligi, $g_x = g\cos^2\alpha$; $g_y = g\cos\alpha \sin\alpha$; $R_k = R\cos\alpha$ dan hosil bo'lgan egilish kuchlanishi yanada kattaroq qarshilik $R_e = 13 \cdot 1,15 \cdot 1,2 = 18$ MPa bilan taqqoslanadi. Odam og'irligining qisqa muddatli ta'sirini hisobga olgan holda, qo'shimcha 1,2 koeffitsient kiritiladi.

To'shamalar yuklarning ikkinchi yig'masi ta'siridan salqilikka tekshirilmaydi. Yuklarning birinchi va ikkinchi yig'masi ta'siridan o'rtadagi tayanchda hosil bo'luvchi maksimal eguvchi momentlar quyidagi ifodalardan topiladi:

$$M_1=(g_x l^2)/8; M_2=0,07g_x l^2+0,21R_x l \quad (18.1)$$

To'shamaning eng katta nisbiy salqiligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$f/l=(2,13/384) (q^h \cdot l^3/EI) \quad (18.2)$$

Vassato'sinlar. Vassato'sinlar ustidan tushayotgan yukni qabul qilib, uni joylashgan konstruksiyalar: to'sinlar, fermalar, romlar va ravoqlarga uzatish uchun xizmat qiladi. Vassa to'sinlarning bir necha turlari mavjud bo'lib, ular muhandislik talablariga ko'ra tanlanadi. Yaxlit chorqirra kesimli yoki tik birikkan qo'sh taxtadan tayyorlangan uzluksiz vassato'sinlar talab etilgan qoidaga asosan hisoblanadi. Uzlukli vassato'sinlar tayanchlarda ulanadi. Materialning sarfiga ko'ra uzlukli vassato'sinlarga nisbatan ulog'i tayanchda joylashmagan uzlukli va uzluksiz juftlangan vassato'sinlar afzal hisoblanadi, ammo ularni yasash murakkab. Ulog'i tayanchda joylashmagan vassato'sinlar ko'proq yoyiq yuk ta'sir etuvchi qavatlararo va tom yopmalarida qo'llaniladi; ulanish joylari oralatib joylashtiriladi (bir oraliq tashlab keyingisida ikkita uloq).

Ulanish joyi bilan tayanch orasidagi masofa ikki variantda olinadi. Birinchi variantga asosan $x=0,15l$, bunda tayanch va oraliq momentlar o'zaro teng bo'ladi:

$$M_{op}=M_{pr}=ql^2/16 \quad (18.3)$$

Momentlar tengligini saqlash uchun oxirgi oraliqlar (0,8–0,85) gacha kamaytiriladi. Uloqsiz oraliqda vassa to'sinning eng katta salqiligi kuzatiladi:

$$f=2ql^4/384EI \quad (18.4)$$

Uzlukli vassa to'sin salqiligini (18.4) bo'yicha topiluvchi qiymatini 40%ni tashkil qiladi. Ikkinchi muqobilga asosan $x=0,21l$, bunda barcha oraliqlarda bir xil salqilikka erishiladi. Bu turdagi vassato'sinlar asosiy mezon salqilik bo'lgan hollarda qabul qilinadi. Bir xil salqilik muqobilidagi vassato'sinlar uchun eng katta momentlar:

$$M_{op} = ql^2/12; M_{pr} = ql^2/16 \quad (18.5)$$

Vassato'sinlarning ulanish joylarida qiya tekislik bo'yicha o'yib biriktirish qo'llaniladi va bitta bolt yordamida mahkamlab qo'yiladi. Chorqirralarning uzunliklari chegaralanganligi sababli ulab uzaytirilgan vassato'sinlar ularga tayanch vazifasini o'tovchi ostki konstruksiyalarning qadami $B=4,0$ m gacha bo'lganda qo'llaniladi. Bu holda qo'llanadigan taxta yoki chorqirra uzunligi $2x+B$ dan kichik bo'lishi zarur.

Uzluksiz vassa to'sinlar ikkita taxtani mixlar yordamida jips biriktirib hosil qilinadi. Bunday vassato'sinlar taxtalarining ulog'i bir xil salqilik muqobiliga asosan olinadi, ya'ni $x=0,21l$. Bir oraliqda faqatgina bir uloq joylashadi, ushbu uloq uchun qoplama bo'lib ikkinchi uzluksiz taxta xizmat qiladi. Bunday vassato'sinlarda uzunroq element bo'lmaydi, hammasining uzunligi «B» ga teng. Ulangan joylari momentining eng kichik qiymatli kesimga o'rnatiladi, tayanchdan uloqqacha bo'lgan masofa $X=(0,15+0,21)B$. Ulangan joyda bitta uzluksiz taxtaning mavjudligi kesimga tushayotgan zo'riqishni qabul qilishga kifoya qiladi. Eng katta moment hosil bo'lgan kesimlarda chok qo'yilmaydi, uzluksiz vassa to'sinlar o'zgarimas kesimli to'sin deb qaraladi. Birinchi oraliq va ikkinchi tayanchda momentlar kattaligi sababli uchinchi taxta bilan kuchaytiriladi. Ulanuvchi taxtaning uchlari uzluksiz taxtaga mixlar yordamida biriktiriladi.

Har bir taxta uchiga qoqiladigan mixlar soni n_{gv} , ko'ndalang kuch ta'siridan aniqlanadi:

$$n_{gv} = ql^2/32X_{gv}T_{gv} \quad (18.6)$$

Bu yerda: X_{gv} – tayanch o‘qidan mixlar qoqish maydoni markazigacha bo‘lgan masofa; T_{gv} – bir qirqimli bitta mixning yuk ko‘tarish qobiliyati.

Ulangan joydagi hisoblangan mixlardan tashqari, taxtalar 0,5 m qadam bilan konstruktiv ravishda o‘zaro qo‘shimcha mixlanadi.

Sanoatda tayyorlanadigan yirik o‘lchamli to‘shama va osma devor panellari bir qatlamli (isitilmaydigan) va uch qatlamli (isitilgan) bo‘lishi mumkin. Bir qatlamli to‘shamalar rom shaklidagi qobirg‘a va uning bir tomoniga qoplangan tekis yoki to‘lqin-simon listlardan tashkil topadi. Tuzilishi va hisobi jihatdan ular to‘shama va vassato‘singa mos keladi.

Uch qatlamli to‘shamalar (yoki osma devor panellari) mustahkam sirtqi qoplamalardan tashkil topib, ularning oralarida yengil yaxlit to‘ldirgich yoki qobirg‘ali panjara joylashadi. Ular tashqi yukni qabul qilish bilan birga xonalarni tashqi issiq-sovuqdan asraydi. Uch qatlamli konstruksiyalarda ishlatiladigan asosiy materiallar: qoplama uchun – shishaplastiklar, suvga chidamli fanera, asbest-sement listlar, alyuminiy qotishmalari, zanglamaydigan po‘lat tunuka; o‘rta qatlam uchun – yog‘och, turli katakplastlar, ko‘pikplastlar, mineral momiqlar; biriktirish esa yelim yordamida va turli mexanik usullarda bajariladi.

Konstruksiyada turli jinsli material yoki ishlatilganligi sababli, harorat va namlik ta‘siridan qatlamlararo birikmalarda ichki kuchlanishlar hosil bo‘ladi. Ularni e‘tiborga olish va hisobiy yuklaridan hosil bo‘lgan kuchlanishlarga qo‘shish kerak. To‘shamalarning ishonchli ishlashi ko‘proq birikmalarning qarshilik ko‘rsata olish qobiliyatiga bog‘liq. Qoplama va o‘rta qatlam materiallarning chiziqli kengayish koeffitsientlari mos kelgan holda yoki o‘rta qatlam ashyo yumshoq materialdan bo‘lsa, birikmada urinma kuchlanish katta bo‘lmaydi va unda yelimli birikma qo‘llanilishi mumkin. Aks holda mustahkamlikni ta‘minlash maqsadida yelimli mexanik yoki mexanik birikmalar qo‘llanila-

di. Uchqatlamli to'shamalar o'z belgilariga ko'ra quyidagicha tur-
lanadi: nur o'tkazish xossasi bo'yicha: yorug'lik o'tkazuvchan va
yorug'lik o'tkazmaydigan; tuzilishi jihatidan: yaxlit o'rta qatlamli
va qovurg'ali; haroratdan himoyalash jihatidan: isitkich qatlemsiz
va isitkich qatlamli, shakliga qarab: tekis va fazoviy.

Bo'ylama qovurg'alar orasidagi masofa $b=0,05l$ bo'lsa I tur
serqobirg'a to'shama qatoriga, $b>0,05l$ bo'lsa, II tur siyrak qo-
birg'ali to'shamalar qatoriga kiradi. Agar qovurg'alar faqat kon-
tur bo'ylab qo'yilib, qoplamalar orasi quyma ko'pikplast bilan
to'ldirilsa, bunday to'shama III tur, qovurg'alarsiz bo'lib, yax-
lit o'rta qatlam tayyorlansa, IV tur to'shamalar guruhiga man-
sub bo'ladi.

To'shama va osma devorlarni mustahkamlik va bikrlikka
hisoblanayotgan paytda ularning keltirilgan geometrik ko'rsat-
gichlarini e'tiborga olish kerak. Issiq to'shamalar uchun teplotex-
nik hisob bo'yicha isitkichning qalinligini loyihalash tarjibasiga
asoslanib, avvaldan qoplamalarning qalinliklari va ularning joy-
lashish tartibi belgilanadi.

To'shama va osma devorlar statik jihatdan bir oraliqli, ikki
cheti bilan erkin tayangan to'sindir.

To'shama hisobini, fanera qoplama konstruksiya misolida
ko'rib chiqamiz. To'shamaning o'lchamlarini $6 \times 1,5$ m deb ola-
miz (18.2-rasm). Odatda, to'shama balandligi oraliqning $1/30$
+ $1/40$ qismini tashkil etadi. Fanera sirtqi qatlami tolalari-
ning yo'nalishi to'shama bo'yiga mos kelishi kerak, bunda fa-
nera qoplamani uzunasiga qiya tekislik usulida yelimlash, uning
mustahkamligidan to'liq foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Bo'ylama qovurg'alar soni, asosan, sirtqi qoplamaning egi-
lishiga mustahkamligiga bog'liq. Agar qabul qilganimizdek,
qoplama faneradan bo'lsa, uni yig'iq kuch ta'siridan tolalarga
ko'ndalang egilishga oralig'i bo'ylama qovurg'a qadamiga teng
to'sin sifatida hisoblash zarur, yig'iq yuk (ishchining anjomlari
bilan og'irligi) $1,2$ kN ga teng.

Bunda yig'iq kuchning ta'siri eni 100 sm bo'lgan oraliqqa tarqaladi deb hisoblanadi. U holda eng katta moment:

$$M_{\max} = \frac{\gamma_n \cdot P \cdot c}{8} \quad (18.7)$$

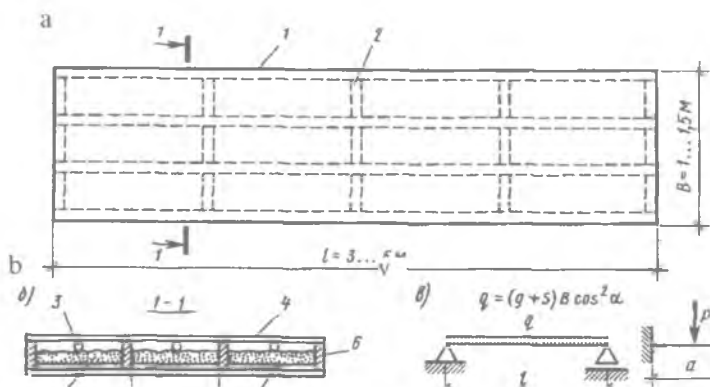
Egilishdagi ustki fanera qoplama tolalariga ko'ndalang kuchlanish:

$$\sigma = \frac{M}{W_0} = \frac{\gamma_n \cdot P \cdot c}{8} \cdot \frac{6}{\delta_0^2} \leq m_u \cdot R_{yf} \quad (18.8)$$

Bu yerda: $m_u = 1,2$.

Bu ifodadan qobirg'alar o'qlari orasidagi masofani topish mumkin:

$$c \leq \frac{m_u \cdot R_{yf} \cdot 8 \cdot \delta_0^2}{\gamma_n \cdot 6000} \quad (18.9)$$



18.2-rasm. Yelimfanerali to'shama: a – to'shama rejasi; b – to'shama qirqimi; v – to'shamaning hisob sxemasi; 1 – bo'ylama qobirg'a; 2 – ko'ndalang qobirg'a; 3 – ventilyatsiya uchun teshik; 4 – qurilish faneraasi; 5 – namdan himoya qatlam; 6 – to'shama qobirg'asi; 7 – issiqlik saqlovchi qatlam

Yelimlangan fanerali konstruksiyalar ularda qo'llanilgan yog'och va faneraning elastiklik modullari har xilligini e'tibor-

ga olgan holda hisoblanadi. Buning uchun keltirilgan geometrik ko'rsatkichlar hisoblab topiladi. Qaysi qismda kuchlanish tekshirilayotgan bo'lsa, geometrik ko'rsatkichlar shu materialga keltirib hisoblanadi.

Faneraga keltirilgan inersiya va statik momentlari:

$$I_{pr} = I_f + \frac{I_{dr} \cdot E_{dr}}{E_f} \quad (18.10)$$

$$S_{pr} = S_f + \frac{S_{dr} \cdot E_{dr}}{E_f} \quad (18.11)$$

ko'ndalang kesim yuzasi:

$$A_{pr} = A_f + \frac{A_{dr} \cdot E_{dr}}{E_f} \quad (18.12)$$

qarshilik momenti:

$$W_{pr} = \frac{I_{pr}}{y} \quad (18.13)$$

bu yerda y – neytral o'qdan eng uzoq tolagacha bo'lgan masofa, ko'ndalang kesim simmetrik bo'lsa $y=h/2$;

I_f, S_f, A_f, E_f – mos holda kesimning inersiya va statik momenti, ko'ndalang kesim yuzasi va faneraning elastiklik moduli;

$I_{dr}, S_{dr}, A_{dr}, E_{dr}$ – yog'och uchun ustidagilarning o'zi. A_f ni aniqlashda qo'llaniladigan hisobiy eni $b_h=0,9l_0$ qoplamada bo'ylama kuchlanishlarning notekis taqsimlanishini hisobga oladi.

Qoplamalardagi normal kuchlanishlar quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi:

1. Ustuvorlikni hisobga olgan holda ustki siqiluvchi qoplama uchun:

$$\sigma \leq \frac{M_{\max}}{\varphi_f \cdot W_{pr}} \quad (18.14)$$

bu yerda φ_f – bo‘ylama egilish koeffitsienti:

$$\left. \begin{aligned} c / \delta_f \geq 50 : bo'lsa, \varphi_f &= \frac{1250}{(c / \delta_f)^2} \\ c / \delta_f \geq 50 : bo'lsa, \varphi_f &= 1 - \frac{(c / \delta_f)^2}{5000} \end{aligned} \right\} \quad (18.15)$$

2. Ostki cho‘ziluvchi qoplama uchun (qiya tekislik usuli bilan yelimlangan uloqdan kesimning zaiflashgan hisobga olgan holda):

$$\sigma = \frac{M_{\max}}{W_{pr} \cdot K_f} \leq R_{jf} \quad (18.16)$$

bu yerda: K_f – ulangan joyda kesimning zaiflashganini e‘tiborga oluvchi koeffitsient.

Urinma kuchlanishlar faneraning qobirg‘aga yelimlangan joyida hisoblanadi. Faneraning qatlamlari orasidagi urinma kuchlanish:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_f}{I_{pr} \cdot \sum \delta_r} \leq R_{ckf} \quad (18.17)$$

Bu yerda S_f – qoplamaning to‘shama o‘qiga nisbatan statik momenti; δ_r – qobirg‘a eni.

Qobirg‘aning yorilishi bo‘yicha urinma kuchlanishi:

$$\tau = \frac{Q \cdot S_{pr}}{I_{pr} \cdot \sum \delta_r} \leq R_{ckdr} \quad (18.18)$$

Umumiy holda to‘shamaning nisbiy egilishi:

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q^H \cdot l^3}{E \cdot J_{pr}} \leq \frac{1}{150} \quad (18.19)$$

18.2. Yog'och to'sinlar

Hozirgi davrda qishloq xo'jaligi va fuqaro qurilishlarida yelimlangan va yelimfanerali to'sin konstruksiyalarini qo'llash keng tarqalgan, ularni markazdan uzoqda, salbiy va sernam muhitda qo'llanilishi samarali hisoblanadi. Yelimli, o'zakli va yelimfanerali to'sinlar turar-joy va ma'muriy binolarning qavatlararo va chordoq yopmalarida, sanoat binolari, omborxonalar, qishloq xo'jalik binolarining tomni yopishda, avtomobil ko'priklarida, yopiq yo'laklarda, yuk o'tkazuvchi galereya va estakadalarda keng qo'llaniladi. Ko'p qatlamli taxta to'sinlar nishabsiz, qo'sh nishabli, yoysimon qilib tayyorlanadi.

Qo'shtavr kesimli to'sinlar tokchalarining qalinligi o'rtacha (1/6)h bo'lganda yog'och taxta ancha tejaladi, to'g'ri to'rtburchak kesimli to'sinlar oson tayyorlanadi va yelimlanuvchi choklari yaxshi jipslashadi. To'sin uzunligining o'rtasida kesim balandligi qo'shnishabli to'sinlar uchun — 1/10 dan kam bo'lmasligi kerak, nishabsiz to'sinlar uchun — 1/12, egib yelimlangan to'sinlar uchun — 1/15 (18.1-rasm).

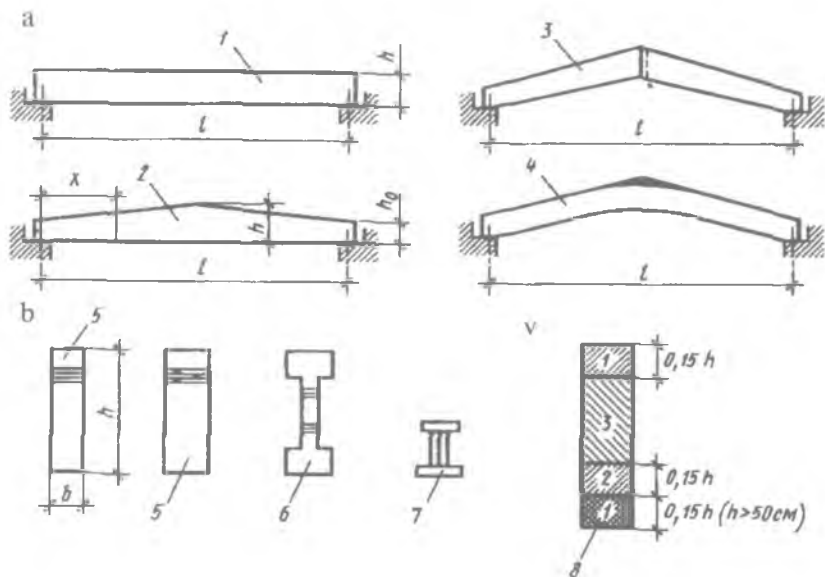
Kesim balandligining eniga nisbati egilish tekisligi bo'yicha to'sining ustuvorligini hisobga olgan holda chegaralanadi: nishabsiz to'sinlar uchun bu nisbat 7 dan, qo'shnishablilari uchun 8,5 dan kam bo'lmasligi lozim.

Siqiluvchi qismining turg'unligi ta'minlangan nishabsiz to'sinning mustahkamlikka hisobi ($l_r < 70 b^2/h$) va (18.15) ifodalar orqali olib boriladi.

Elementning hisobiy uzunligi l_r siqiluvchi qism bog'lovchilari tutashgan nuqtalar orasidagi masofaga teng. Yoyliq yuk ta'siridan qo'shnishabli to'sinlarning hisobiy kesimi tayanchdan quyidagi masofada bo'ladi:

$$x_m = lh_{op} / 2h_{sr} \quad (18.19)$$

taxtachalardan yelimlangan to'sinlarda $l_r > 70b^2/h$ bo'lsa, egilish tekisligi bo'yicha ustuvorlik hisoblanadi:



18.3-rasm. Yelimlangan to'sinlar: a – to'sin turlari; b – to'sinlarning kesim shakllari; v – to'sinlarda qo'llanilgan taxta navlari; 1 – tekis to'sin; 2 – qo'shnishabli to'sin; 3 – qo'shnishabli ulangan to'sin; 4 – egib yelimlangan to'sin; 5 – to'g'ri to'rtburchak kesim; 6 – qo'shtavr kesim; 7 – relssimon to'sin; 8 – taxta navlari

$$\sigma = \frac{M_x}{W_x \cdot m_\delta \cdot \varphi_\delta} \leq R_u \quad (18.20)$$

Bu yerda: M_x – kesim yuzasidagi hisobiy eguvchi moment;
 W_x – hisobiy kesim yuzasidagi qarshilik momenti;
 m_δ – kesim balandligiga bog'liqlik koeffitsient;
 φ_δ – ustuvorlik koeffitsienti, elastiklik chegarasida quyidagi ifoda orqali hisoblanadi:

$$\varphi_\delta = \frac{140 \cdot b^2}{l_p \cdot h \cdot K_f} \quad (18.21)$$

Bu yerda: K_f – oraliqdagi eguvchi moment epyurasining shakliga bog'liq koeffitsient.

To'g'ri to'rtburchak kesimli taxtalardan yelimlangan to'sinlarning solqiligi urinma kuchlanishlar ta'sirini hisobga olgan quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$f = \frac{f_0}{K} \left[1 + c \left(\frac{h}{l} \right)^2 \right] \quad (18.22)$$

Bu yerda: f_0 – urinma kuchlanishsiz topilgan solqilik; h – eng katta kesimning balandligi; l – to'sin oraliği; K – kesim balandligini hisobga oluvchi koeffitsient, o'zgarmas kesim uchun $K=1,0$; c – ko'ndalang kuchdan hosil bo'lgan siljishni hisobga oluvchi koeffitsient.

Yelimlangan taxta to'sinlarning yuk ko'tarish qobiliyati, bikrligi va mustahkamligini oshirish maqsadida ular A-II, A-III, A-IV sinf po'lat sterjenlar bilan armaturalanadi. Aramaturalash koeffitsienti umumiy kesim yuzasining 0,01–0,08 qismini tashkil qiladi. Tadqiqot ishlari shuni ko'rsatadiki, armaturalash evaziga yelimlangan taxta to'sinning mustahkamligi va bikrligini 1,4÷3,2 marta oshirish mumkin.

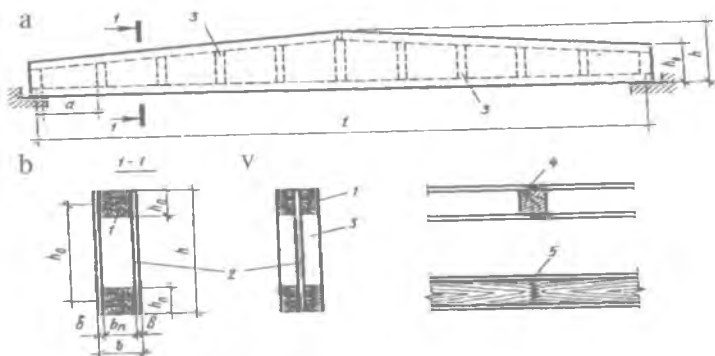
Po'lat armatura epoksid qatroni smola asosidagi yelim to'ldirilgan ariqchaga botirilib, ustidan taxta qoqib qo'yiladi. Yog'ochdagi ariqcha freza yordamida ochiladi. Ular yarim doira yoki to'rtburchak kesimli bo'lishi mumkin va armatura yo'g'onligidan 1–1,5 mm katta bo'ladi. Armaturali to'sinning ko'ndalang kesimidagi normal va urinma kuchlanish quyidagi ifodalar orqali tekshiriladi:

$$\sigma = M/W_{pr} \leq R_n; \tau = Q_{max} S_{pr} / v_r I_c \leq R_{ck} \quad (18.23)$$

Bu yerda: $W_{pr} = 2I_{pr}/h$ – keltirilgan qarshilik momenti; keltirilgan inersiya momenti: $I_{pr} = bh^3/12(1+3n\mu)$, armaturalar simmetrik joylashganda;

$I_{pr} = bh^3/12[(1+4_n\mu)/(1+4_n\mu)]$ – armaturalar bir yoqlama joylashganda; $\mu = A_s/bh$ – armaturalash koeffitsienti; $n = E_s / E_q$ – po'lat va yog'ochning elastiklik modullari nisbati.

Yelimlangan fanerali to'sinlarning belbog'leri tik joylashgan taxtalardan, devori esa faneradan tashkil topib, qo'shtavr kesim hosil qiladi. Belbog' va devorlari yelim bilan yopishtirib biriktiriladi (18.4-rasm). Yelimlanayotgan taxta eni 100 mm dan ortmasligi shart. Qutisimon kesimli fanerali to'sin devorlari tashqi ikki sirtida joylashib, ustki va ostki qismlarida gorizontall joylashgan taxta qatlamidan belbog'lar yelimlanadi. Agar belbog' balandligi 100 mm dan ohsa, unda 30–50 mm chuqurlikdagi iz bilan shu balandlik bo'lib qo'yiladi. Bu chala yelimlangan chok tolalarning o'zaro tik joylanishidan yuzaga keluvchi qayishishdan hosil bo'luvchi kuchlanishni kamaytirishga xizmat qiladi.



18.4-rasm. Yelimlangan fanerali to'sin: a — asosiy ko'rinishi; b — kesim yuzalari; 1 — yelimlangan taxta belbog'; 2 — fanera devor; 3 — taxta devor; 4 — belbog' ulog'i; 5 — devor ulog'i.

Fanera devorga qalinligi kesim balandligining $1/130$ qismiga teng qilib, lekin kamida 8 mm qabul qilinadi. Devorga ishlatiladigan fanera ustki qatlamining tolalari to'sin o'qiga mos tushishi tavsiya etiladi.

Fanera devorining o'z tekisligi bo'yicha ustuvorligi $a=(1/8 \div 1/10)R$ masofada qo'yilgan qobirg'alar yordamida ta'minlanadi. Odatda, qobirg'alar oralari faneralar ulangan joylariga mos tushadi. Fanera ulangan chok qiya tekislik usulida yelimlanadi. Fanera devorli to'sinlarni hisoblashda cho'ziluvchi ostki,

siqiluvchi ustki belbog'ni va fanera devorni X masofada joylashgan kesimida keltirilgan qarshilik momentini hisobga olgan holda tekshiriladi:

$$\sigma_p = \frac{M}{W_{np\alpha}} \leq R_p; \sigma_* = \frac{M}{W_{np\alpha}\varphi} \leq R; \sigma_{p\phi} = \frac{M_x E_\phi}{W_{np\alpha} E_q} \leq R_{p\phi} m_\phi \quad (18.24)$$

Bu yerda: φ – bo'ylama egilish koeffitsienti; m_ϕ – fanera chokning cho'zilishga qarshilik ko'rsatishini hisobga oluvchi koeffitsient:

$$W_{prx} = 2I_{prx} h h_x; \quad h_x = h_{op} + i_x; \quad (18.25)$$

i – ustki belbog' nishabligi.

Kesimning keltirilgan geometrik ko'rsatkichlari quyidagi ifodalar orqali aniqlanadi:

$$I_{np} = I_q + I_\phi \frac{E_\phi}{E_q}; \quad F_{np} = F_q + F_\phi \frac{E_\phi}{E_q} S_{npq} = S_q + S_\phi \frac{E_\phi}{E_q};$$

Belbog'lar bilan devor orasidagi chokda hosil bo'ladigan urinma kuchlanish quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_q E}{I_{np\alpha} n h_n E_\phi} \leq R_{\phi\max} \quad (18.26)$$

Bu yerda: S_q – neytral o'qqa nisbatan yarim belbog'ning statik momenti;

h_p – belbog' balandligi (uyma iz eni hisobga olinmaydi);

n – choklar soni.

Yelimgan to'sinning solqiligi keltirilgan bikrligni hisobga olgan holda aniqlanadi:

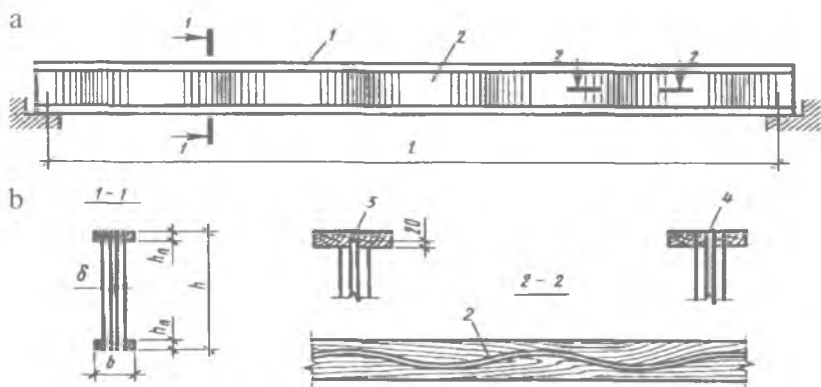
$$\tau_{pr} f_{pr} = (E_q I_q + E_f J_f) K_j K_\tau, \quad (18.27)$$

K_j – QMQ – 2.03.08-98 [II] bo'yicha ilovadan olinadi; K_τ – urinma kuchlanishning solqilikka ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsient quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$K_\tau = 1/1 + 100(h'_c/l)^2, \quad (18.28)$$

h'_{sr} — to'sin o'rta kesimida belbog'lar o'qlari orasidagi masofa.

To'lqinsimon devorli yelimlangan fanerali to'sinlar. O'zi yengil bo'laturib anchagina yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lgan to'lqinsimon devorli yelimlangan fanerali to'sinlarning bir necha turlari ishlab chiqilgan (18.5-rasm). Fanera devorining ustuvorligi devorga to'lqinsimon shakl berish bilan ta'minlanadi, shu sababli mustahkamlik qobirg'alari qo'yilishga ehtiyoj qolmaydi. To'sin belbog'larini yaxlit yoki yelimlangan yog'ochdan yasash mumkin, devori uchun qalinligi 6 mm dan oshmagan nambar-dosh fanera qabul qilinadi.



18.5-rasm. To'lqinsimon fanera devorli to'sin: a — asosiy ko'rinishi; b — kesim yuzasi; 1 — taxta belbog'lar; 2 — to'lqinsimon fanerali devor; 3 — devor bilan belbog'ning ariqcha ulog'i; 4 — devor bilan belbog'ning to'liq ulog'i.

Belbog'ning eni balandligining 2—2,85 qismiga teng deb qabul qilinadi. Bunday to'sinlar uch xil usulda tayyorlanadi:

— to'sin belbog'larida arralab ochilgan sinusoida izga yassi fanera kesmasi bosim ostida kirgizilib yelimlanadi;

— belbog'larda kengligi ikkilagan to'lqin balandligiga teng ariqcha ochib, unga to'lqinsimon shakl berilgan fanera devor kiritiladi, bo'sh qolgan oraliqlar yelim bilan to'ldiriladi;

– belbog‘dagi to‘g‘ri chiziqlar orasiga tekis fanera o‘rnatilib so‘ng yog‘och ponalar yordamida unga to‘lqinsimon shakl berib, yoriqqa qatron qo‘yiladi.

Ikkinchi va uchinchi usullarda qatron ko‘p sarflanadi, birinchi usul esa ko‘p mehnat talab qiladi. Yoriqning chuqurligi 2,5 h dan kam bo‘lmasligi kerak, eni esa δ_f ga teng olinadi. Izga tushgan faneraning cheti ponasimon bo‘lishi, uning nishablighi 1:10 bo‘lishi tavsiya qilinadi. To‘lqinlarining balandligi belbog‘ enining 1/3 qismidan kam bo‘lmasligi kerak, to‘sin balandligining uzunligiga nisbati 1/12 – 1/18 oralig‘ida bo‘lishi kerak.

Fanera devori kerakli uzunlikda qiya tekislik usuli bilan yelimlanib tasma holiga keltiriladi, uning tashqi qatlami to‘sin o‘qiga tik qilib olinadi. To‘sinning tayanch kesimi qobirg‘a bilan ta‘minlanadi. To‘lqinsimon devorli fanerali to‘sinni hisoblashda geometrik ko‘rsatkichlari va qiymatlarini aniqlashda to‘lqinsimon devorning ko‘chuvchanlik xossasini e‘tiborga olish zarur. Buning uchun qarshilik va inersiya momentlariga tuzatish koefitsientlari kiritiladi:

$$K_w = \frac{1}{1 + \frac{h_n}{B}}, \quad K_j = \frac{1}{1 + B}, \quad (18.29)$$

$$B = \pi^2 \frac{S_n}{\delta_f l^2} \cdot \frac{E_q}{G_f}, \quad S_n$$

bu yerda: S_n – og‘irlik markaziga nisba-

tan belbog‘ning statik momenti; δ_f – fanera devorining qalinligi; l – to‘sin oralig‘i; h_p – belbog‘ kesimining balandligi; h – to‘sin kesimi balandligi; G_f – faneraning siljish moduli.

$$W_p = \frac{2 \cdot I_p}{h} K_w; \quad I' = I_b K_j \quad (18.30)$$

I_b – ko‘chuvchanlikni hisobga olmay hisoblangan kesim inersiya momenti:

$$I_{\delta} = 2 \left[\frac{b_n h_n^3}{12} + F \left(\frac{h'}{2} \right)^2 \right] \quad (18.31)$$

Ostki cho'ziluvchi belbog'ning kuchlanishi quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

$$\sigma = M/W' \leq R' \quad (18.32)$$

Devorning neytral o'qi bo'yicha urinma kuchlanishlarga qarshiligi ustuvorlikni hisobga olgan holda quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

$$\tau = \frac{Q_{\max} S_n}{I_n \delta_f} \leq R_{sf} \varphi_{bs}, \quad (18.33)$$

bu yerda: φ_{bs} – to'liqinsimon devorning ustuvorlik koeffitsienti:

$$\varphi_{vs} = K_1 K_2 / \lambda_{bs}^2 \quad (18.34)$$

bu yerda: $K_1 = 0,55 \sqrt{e_f G_a}$ K_2 – to'liqin balandligining uzunligiga nisbatiga bog'liq $\frac{h_b}{I_b} = \frac{1}{12}; \frac{1}{15}; \frac{1}{18}$ qiymatlarda mos ravishda 0,45; 0,41; 0,39 ga teng.

λ_{bs} – to'liqinsimon devorning egiluvchanligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$\lambda = \frac{h - 2h_n}{\sqrt{\delta_f h_b}} \quad (18.35)$$

Devor bilan belbog' yelimli birikmaning qo'shimcha mustahkamligi quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

$$\tau_{uu} = \frac{Q_{\max} S_n}{I_n 2b_{uu}} \leq R_{skf} \quad (18.36)$$

b_{uu} – devorning o'yiqa tushirilgan chuqurligi.

Yelimlanmagan yig‘ma to‘sinlarga xoda va chorqirralardan yalpoq nagel va ponalar bilan biriktirilgan, yelimlangan po‘lat armaturalar bilan jihozlangan va mixlangan taxta to‘sinlar kiradi.

Ikkita va undan ortiq chorqirrani jipslantirish uchun dub nagelli (58x12 mm) qo‘llaniladi, ular elektr o‘yish dastgohi yordamida parmalab ochilgan joyiga o‘rnatiladi. To‘sinni tayyorlash jarayonida unga, albatta, 1/200 nisbatga teng teskari egrilik beriladi. Bitta dub nagelning yuk ko‘tarish qobiliyati quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$T_{pl} = 0,75 b_{pl}, \quad (18.37)$$

Bu yerda: b_{pl} – nagel eni, odatda, chorqirra eniga teng qilib olinadi.

Oraliqning yarmidagi nagellar soni:

$$n = \frac{T_{l/2}}{T_{pl}} \quad (18.38)$$

T_1 – oraliqning yarmidagi siljish kuchi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi.

$$\frac{T_1}{2} = 1,5 \frac{MS_n}{I_n}, \quad (18.39)$$

M – eng katta eguvchi moment; S_n – chorqirra kesimining statik momenti; I_n – yig‘ma kesimning inersiya momenti.

Nagellar tayanchdan 0,4l uzunlikda 9 δ_k qadam oralatib joylashtiriladi. To‘sin o‘rtasining 0,2l qismida nagel qo‘yilmasa ham bo‘ladi (agar yuklar simmetrik ta‘sir etayotgan bo‘lsa). Boshqa ko‘chuvchan bog‘lovchilar bilan birikkan to‘sinlar ham shunga o‘xshash hisoblanadi.

Yelimlanmagan yig‘ma to‘sinlar vaqtinchalik qurilayotgan inshootlarda qo‘llash uchun tavsiya etiladi.

18.3. Yog'och ramalar, ravoqlar va fermalar

Ramalar yuk ko'taruvchi yog'och konstruksiyalarning eng ko'p tarqalgan turiga kiradi, ular sanoat va ma'muriy binolarining ko'ndalang qirqimiga juda mos tushadi. Statik nuqtayi nazardan ramalar sharnirli tayanchida va qulfida joylashgan uch sharnirli, sharnirli ustun bilan to'sin birikmasida joylashgan yoki tayanchlarida joylashgan ikki sharnirli bo'ladi (18.6-rasm). Ramaning barcha turlari uchun to'sinlar nishabi 0,25–0,3; qadami 3–6 m olinadi. Asosiy geometrik o'lchamlari: bo'g'ot kesimining balandligi $h_e = \left(\frac{1}{12} + \frac{1}{30} \right) l$, qulf tugunida $h_k = 0,3$, ustunlar

tayanchida $h_{on} = 0,3 h_k$;

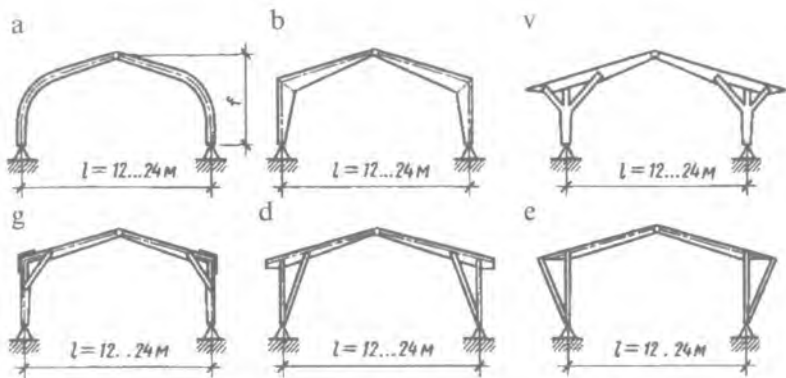
Ramalarining tuzilishi tayyorlash usuliga bog'liq. Yelimlangan taxta va fanerali ramalar, asosan, zavodlarda tayyorlanadi. Yelimlangan to'g'ri to'rtburchak kesimli elementlardan tashkil topgan uch sharnirli ramalar hozirgi paytda keng qo'llanilayotgan ramalar jumlasiga kiradi. Ustun va to'sin qismlarining ulanish joyini egish yo'li bilan tishli yelimlash, metall yoki fanera qoplama yordamida yelimlangan metall armaturalar vositasida amalga oshirish mumkin.

Ramalarining statik hisobi qurilish mexanikasi qoidalari-ga asosan olib boriladi. Tayanch va tortqich reaksiya kuchlari aniqlanadi, so'ngra kesimlardagi zo'riqish quyidagi ifodalardan hisoblanadi:

$$\begin{aligned} M_n &= M_\delta - NU_n, \quad N_n = Q_\delta \sin \varphi_n + H \cos \varphi_n; \\ Q_n &= Q_\delta \cos \varphi_n - H \sin \varphi_n \end{aligned} \quad (18.40)$$

bu yerda: M_b , Q_b – to'sinda aniqlangan eguvchi moment va ko'ndalang kuch;

φ_p – kesimdagi urinmaning o'qqa nisbatan og'ish burchagi.



18.6-rasm. Yelimlangan uch sharnirli ramalar: a – egib yelimlangan; b – to‘g‘ri chiziqli; v – to‘rt xovonli; g – ikki xovonli; d – ichki tayanch xovonli; e – tashqi tayanch xovonli

Kesimdagi normal kuchlanish quyidagi formula bo‘yicha tekshiriladi:

$$\sigma_n = \frac{N}{F_{pn}} + \frac{M_n}{\xi W_{pn}} \leq R_{cm} m_{sn} \quad (18.41)$$

Yarim rama elementlarining birikish joyi hisobiy kesimiga to‘g‘ri keladi:

$$W_{pn} = \frac{(0,85h_k)^2}{\delta} m_{\delta}, \quad (18.42)$$

0,85 – kesimda kuchlanishlarning notekis taqsimlanishini hisobga oluvchi koeffitsient.

Yarim ramalar poydevorga birikish tugunida erkin tayanaadi. Poydevorda po‘lat tagyostiq ishlatilib, unda qisuvchi bo‘ylama tayanch kuchi tola bo‘ylab ezuvchi kuchlanishlar, ko‘ndalang tayanch kuchi esa tolada ko‘ndalang ezuvchi kuchlanish hosil qiladi:

$$\sigma_{cm} = \frac{N}{F_{cm}} \leq R_{cm}; \quad \sigma = \frac{H}{F_{cm}} \leq R_{cm} q_1 \quad (18.43)$$

Ushbu shartlarga ko'ra boshmoq o'lchamlari aniqlanadi.

Bo'g'ot tugunini boltlar bilan mahkamlangan yog'och qoplama bilan biriktirish mumkin. O'zaro tiralgan yuzalardagi ezilish kuchlanishi quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

$$\sigma_{sm} \beta = H / F_{sm} \leq R_{sm} \beta \quad (18.44)$$

β – rama to'sini nishabi.

Qoplamalar rama nosimmetrik yuklangandagi ko'ndalang kuch ta'siridan egilishga hisoblanadi:

$$M_n = \frac{Ql_1}{2}, \quad (18.45)$$

Boltlarga ta'sir etuvchi zo'riqishlar:

$$R_1 = Q / (1 - l_1 / l_2) \quad R_2 = Q / (l_2 / l_1 - 1) \quad (18.46)$$

Boltlarning yuk ko'tarish qobiliyati tolaning ko'ndalang yo'nalishini hisobga olib aniqlanadi va ular ta'sir etuvchi zo'riqishlardan (R_1 va R_2) katta bo'lishi kerak.

Ustunlari biki mahkamlangan ikki sharnirli ramalar. Bunday ramalarning ustunlari yaxlit va panjarasimon, o'zgarmas va o'zgaruvchan kesimli bo'lishi mumkin. Rama to'sini sifatida yelimgan to'sin yoki fermalar qo'llaniladi. Ustun biki mahkamlanganligi sababli ustun va to'sinlarni alohida-alohida tayyorlash va yig'ish mumkin.

Ramaning hisobi unga ta'sir etayotgan tik va gorizontalkuchlardan hosil bo'lgan kuchlanishlarni aniqlashdan iborat.

Ustun bilan to'sin o'zaro sharnirli birikma hosil qilgani sababli ularning hisobi alohida-alohida olib boriladi. Bu holda ustunlar to'singa ta'sir etayotgan tik kuchni yig'iq kuchdek qabul qiladi. Kuchning ta'siri to'sinning tayanchdagi reaksiya kuchiga teng bo'lib, ustunning o'q yo'nalishi bo'yicha ta'sir qiladi. Tashqaridan tushadigan yuklar tayanch reaksiya bo'lib, tom-dagi hamma konstruksiyalarning xususiy og'irligidan tashkil topadi. Qordan hosil bo'lgan reaksiya to'sin tayanchi orqali uzatiladi.

Shamol kuchi tomning tashqi ko'rinishi va shakliga bog'liq. To'sin ustun bilan birikkan joyida (tayanchida) gorizontol W_1 , W_2 hamda shamol ta'siridan ustunga qo'yilgan gorizontol yoyiq yuk noma'lum reaksiya hosil qiladi.

Bir oraliqli statik noaniq ramalardagi reaksiya kuchi quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$X = \pm [0,188 l (P_1 - P_2) + 0,6(W_1 - W_2)] \quad (18.47)$$

Ustun mustahkamligini tekshirish, qistirib (bikr) mahkamlangan to'sin kabi olib boriladi. Ustunning eng mas'uliyatli kesimi eguvchi momentni qabul qiluvchi qistirib mahkamlangan tayanchidir. Eguvchi moment yetarlicha katta bo'lmasa, tayanch zulfing boltlar yordamida bajariladi. Yelimlangan yog'och ustunlarni poydevorga qistirib mahkamlash uchun yelimlangan po'lat sterjenlar qo'llanilishi ham mumkin. Bikr tayanch zulfingda cho'zuvchi zo'riqishning eng katta qiymatini hosil qiluvchi turli yuklanishlar ta'siriga hisoblanadi. Cho'zuvchi kuchni quyidagi ifoda orqali hisoblash mumkin:

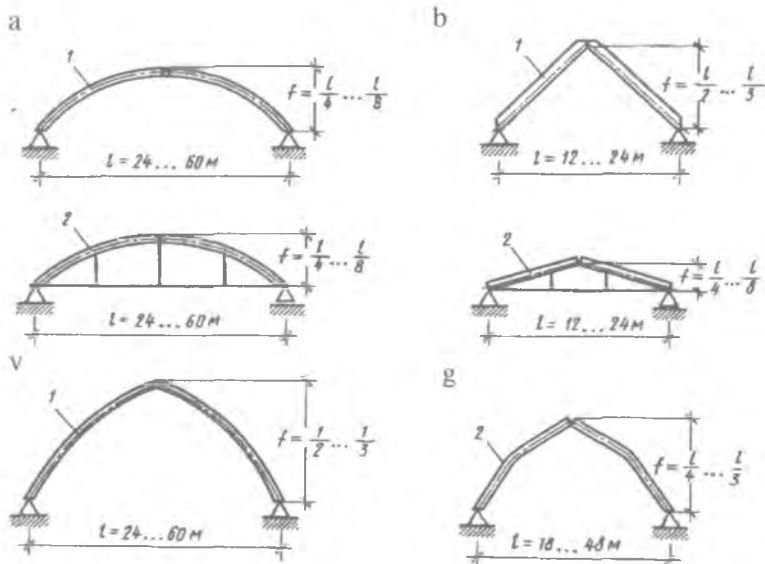
$$N_p = \frac{N}{2} + \frac{M}{\zeta e}, \quad (18.48)$$

Bu yerda: N va M — tayanch kesimdagi bo'ylama kuch va eguvchi moment;

ζ — bo'ylama kuchdan hosil bo'lgan qo'shimcha momentni hisobga oluvchi koeffitsient;

e — juft kuchning yelkasi, uning biri N — kuchidir, boshqa esa h_1 — kenglikda siquvchi kuchlanishlarning teng ta'sir etuvchisi N' ; zo'riqishlarning eng katta qiymatiga asosan ustunning bir tomonidagi boltlar yoki yelimli armaturalar soni aniqlanadi.

Yog'och ravoqlar yuk ko'taruvchi konstruksiya sifatida qishloq xo'jaligi, sanoat va ma'muriy binolarda keng qo'llaniladi. Ravoqlar statik tuzilishiga ko'ra uch sharnirli va ikki sharnirli bo'lishi mumkin (18.7-rasm).



18.7-rasm. Yelimlangan ravoqlar: a – segmentsimon; b – uchburchak; v – yoysimon; g – siniq yoysimon; 1 – tortqisiz; 2 – tortqili

Tayanch sxemasiga ko'ra, ravoqlar tortqichsiz (tortqich vazifasini tayanch bajaradi) va tortqichli (kuchni tortqich qabul qiladi) bo'ladi. O'qlarining shakliga ko'ra ravoqlar uchburchakli, (to'g'ri chizikli elementlardan tashkil topgan), aylanma (doiraviy) va uchi o'tkir (ikkita yarim ravoqlar, o'qlari ikki doiraga joylashgan) bo'ladi. Tuzilishiga ko'ra yaxlit kesimli yelimlangan va panjarasimon elementlardan tashkil topgan bo'lishi mumkin. Qurilishda eng ko'p tarqalgani uch sharnirli ravoqlardir. Ular statik aniq va zo'riqishlari tayanch va tortqichdagi ko'chishga bog'liq emas. Yig'ish jarayonida yuqori qismida sharnirli biriktirish qiyinchilik tug'dirmaydi.

Ikki sharnirli ravoqlar ayrim hollarda, shakli yoysimon va yelimli bo'lsagina qo'llaniladi.

Poydevorga tayanuvchi tortqichsiz ravoqlar oddiy hisoblanadi. Ular, asosan, uchta tugunda birikkan ikki yirik element –

yarim ravoqlardan tashkil topadi. Bunday ravoqlar baland, o'rtalarida devorlar bo'lmagan, masalan, omborlar, sport inshootlari kabi binolarning tomini yopishda ishlatiladi.

Tortqichli ravoqlar to'sin va fermalardek tom yopishda qo'llaniladi, ular ustun yoki devorlarga tayanadi. Yelimlangan taxta ravoqlar, mehnat sarfi kam bo'lgani uchun, kesim yuzasi to'g'ri to'rtburchak shaklida tayyorlanadi. Oraliq katta bo'lganda bunday ravoqlar kesimini moment qiymati o'zgarishiga mos ravishda o'zgaruvchan qabul qilish mumkin. Egish qulay bo'lishi uchun taxtalarning qalinligi egish radiusining 1/300 qismidan oshmasligi va 33 mm dan ortiq bo'lmashligi kerak. Ravoqlarning mustahkamlikka hisobi va tomning sirti shakliga ko'ra turli yuklar ta'siriga qurilishda me'yoriy qoidalar talablari asosida bajariladi.

Buning uchun ravoq o'qi bo'yicha «n» ta kesimga bo'lindi, nuqtalarning koordinatlari va og'ish burchaklari aniqlandi. To'g'ri chiziqli va doiraviy ravoqlarda yoyiq yuk ta'siridan chorak oraliqdagi eng katta zo'riqishni aniqlash kifoya.

Agar kesimda eguvchi moment musbat bo'lsa, siqiluvchi ustki belbog' ustuvorligi bika mahkamlangan konstruksiyalar tomonidan ta'minlanadi.

Ravoqdagi eng katta moment aniqlanadi. Agar moment musbat bo'lsa, unda kesimdagi normal kuchlanish tekshiriladi, moment manfiy bo'lsa, kesim ustuvorligi quyidagi ifoda orqali tekshiriladi:

$$\frac{N}{F\varphi} + \left(\frac{M_p}{\xi_x W_x \varphi_\delta R_c} \right) \leq 1, \quad (18.49)$$

$$\varphi = \frac{3000K_y}{\lambda^2}; \quad \varphi_\delta^1 = \varphi_\delta K_y \quad (18.50)$$

bu yerda: φ_δ — bo'ylama egilish koeffitsienti;

K_u, K_φ – koeffitsientlar quyidagicha aniqlanadi:

$$K_u = 0,75 + 0,06 \left(\frac{l_p}{h} \right)^2 ; K_\varphi = 1,75 \frac{h}{l_p} + 0,14 \frac{l_p}{h} \quad (18.51)$$

Elementning hisobiy uzunligi: yuklash nosimmetrik bo'lsa, $l' = 0,5 S$; yuklash simmetrik bo'lsa (ikki sharnirli ravoq uchun) $l' = 0,7 S$; S – ravoqning umumiy uzunligi.

Bunday ravoq elementlarida moment qiymatini kamaytirish maqsadida yelka vositasida teskari moment hosil qilinadi. Buning uchun eziluvchi yuza element o'qidan e – masofaga surib qo'yiladi. Bu hol amaliy jihatdan element uchlarini 2 e chuqurlikda o'yib qo'yish bilan yoki poydevorga tirash paytida bajariladi. Shuning natijasida element oraliq'ida hisobiy momenti sezilarli darajada kamayadi:

$$M_p = M_q - N\lambda = \frac{(q + P)l^2}{8,4} - N\lambda. \quad (18.52)$$

Normal kuchlanishlarning tenglik shartiga ko'ra, element kesimida, oraliqning o'rtasida va chegaralarida (uchlarida) yelkaning me'yoriy zarur qiymati tanlanadi; u holda oraliqda va tayanchlarda element o'zaro teng mustahkamlikka ega bo'ladi. $M_{on} = M_{pr}$ bo'lganda:

$$l_{on} = \frac{M_q}{N(\xi - 1)} \quad (18.53)$$

Doiraviy ravoq tugunlarida erkin burilishini ta'minlash va hisobda qabul qilingan zo'riqishlar taqsimlanishini saqlash uchun tayanch tuguni quti ko'rinishdagi po'lat boshmoqdan bajariladi, yuqori tuguni esa uchlarini bevosita tirash yordamiga mahkamlanib, yonlaridan yog'och qoplama bilan mahkamlanadi. Orqaliq 30 m dan oshsa yuqori tugunni mahkamlash o'qli yoki taxtachasimon sharnir yordamida boshmoq orqali bajariladi.

Ravoq elementidagi hisobiy eguvchi moment uning egrilik balandligi hisobiga hosil bo'lgan teskari momentni e'tiborga olgan holda quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$M_p = \frac{(q+p)l^2}{8,4} - N_f \quad (18.54)$$

Tugunlarni hisoblashda tayanchdagi tiralish shvellerini egilishiga ikki tayanchlari oralig'i boshmoq bo'yicha teng to'sindek tekshiriladi; bo'g'ot tugunidagi qoplamalar va uning boltlari mustahkamligi ravoq to'voni tugundagi tortki kuchini qabul qiluvchi po'lat to'siqcha yuzasi, qalinlik va payvand choklari, boshmoq bilan poydevorni biriktiruvchi zulfinlar mustahkamliklari hisobi bilan tekshiriladi.

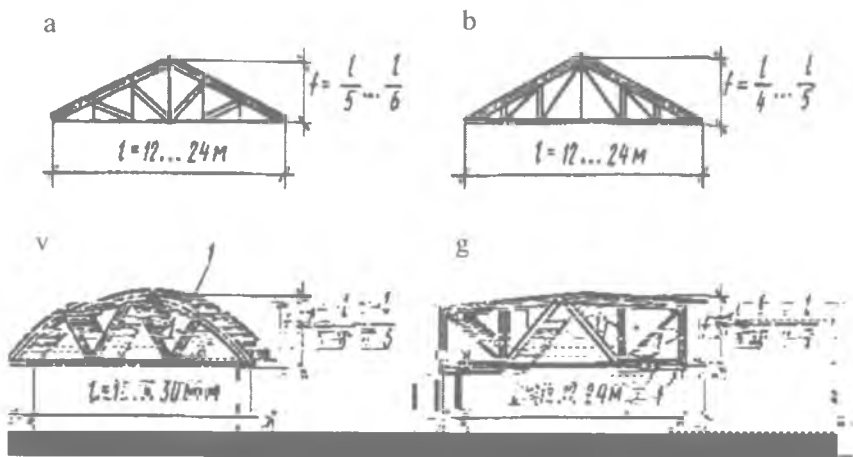
Fermalar ravoq va rama uchburchak hosil qiluvchi elementlardan tashkil topadi. Tom yopmalari fermalarining belbog'lari siqilib-egilishga ishlashi mumkin, panjara elementlari esa, faqat o'q bo'yicha ta'sir etuvchi zo'riqishga ishlaydi. Tom fermalari shakliga ko'ra uchburchak, ko'pburchak, yoysimon va shprengelli bo'ladi (8.8-rasm). Tugunlararo masofa o'lchamlarga ko'ra oddiy ($d \leq 3$ m) va yirik oraliqli ($d \geq 3$ m) fermalarga ajratiladi. Materialiga ko'ra fermalar yog'och chorqirralar, xodalar, yelimlangan taxtalar, metall-yog'och va plastmassadan tayyorlangan bo'lishi mumkin.

Hozirgi vaqtda yelimlangan tekis konstruksiyalar qatori qishloq xo'jalik qurilishlarida, oralig'i 12 m dan ortiq bino va inshootlarda ustki belbog'lari taxtalardan yelimlangan metall-yog'och fermalar qo'llanilayapti. Bunday konstruksiyalarda cho'zilishga ishlovchi asosiy elementlar metaldan, siqiluvchi va siqilib-egiluvchi va siqilib-egiluvchi elementlari yog'ochdan bajariladi, natijada yog'och va metalning mustahkamlik xususiyatlaridan unumli foydalanilib, tugunlarda biriktirish osonlashadi.

Salbiy muhitli bino va inshootlarda (mineral o'g'it omborlari, chorvachilik binolari) barcha elementlari yelimlangan yog'och-

dan, tugun birikmalari plastmassadan tashkil topgan fermalarni ishlatish maqsadga muvofiqdir. Shuningdek fanera va plastmassa quvursimon elementlaridan tashkil topgan fermalarni qo'llash ham mumkin.

Fermalarning eng kam xarjlisi ustki belbog'i taxtalardan yelimlangan yoysimon fermalardir.



18.8-rasm. Yelimlangan fermalar: a – uchburchakli xovonlari chorqirra; b – uchburchakli ustunlari chorqirra; v – segmentsimon; g – beshburchakli

Bunday fermalar oralig'i 12–36 m, balandligi esa oraliqning 1/6 ga teng. Ustki belbog'i aylana yoyi ko'rinishida bo'lib, uzunligi 4–6 m teng qilib bir xil olinadi. Ustki belbog'ning ko'rinishi yoyiq, yukdan hosil bo'lgan momentning epyurasi tasviriga mosligi sababli tugunlarga mahkamlashni osonlashtiradi.

Ustki belbog' egri chiziqli bo'lganligi tugundan tashqaridagi yukdan hosil bo'ladigan momentlarning sezilarli kamayishiga olib keladi.

Ustki belbog' kesimi to'g'ri to'rtburchak qilib, qalinligi 40 mm dan katta bo'lmagan taxtalarni yelimlab yasaladi. Kesim balandligining eniga nisbati $h/b \leq 4$ qabul qilinadi. Ustki belbog' butun oraliqda va yarim oraliqda uzluksiz bo'lishi mumkin yoki

qurilish joyiga tashib yetkazish mushkul bo'lsa, tugunlarda tutashuvchi mayda bo'laklar ko'rinishida bajariladi. Uzlüksiz belbog'larning qo'llanilishi fermalarni zavod sharoitida yig'ish va uni tayyor holda yetkazishni taqozo etadi, shu bilan tiklash uchun sarflanadigan vaqt va ashyo tejaladi; belbog'i alohida-alohida bo'lgan fermalar zavod sharoitida yoki qurilish maydonida yig'ishi mumkin. Tugunlarning tuzilishi ferma belbog'i uzlukli yoki uzlüksiz bo'lishiga bog'liq. Ustki belbog' uzlukli bo'lsa, tutashish oraliqlariga metall yostiqlar joylashtiriladi.

Yostiqlar birikmaning jipsligini va bo'laklar chekkalarining markazlashtirilishini ta'minlaydi. Tugundagi boltlar tugun yostiqlar markaziga joylashgan. Xovondagi zo'riqishni tugundagi bolt metall qoplama orqali qabul qiladi.

Ustki belbog'ning ulangan joylari boltlar yordamida yog'och qoplama bilan mahkamlanadi. Tayanch tuguni po'lat boshmoqqa oddiy tirash bilan amalga oshiriladi. Ferma tugunlarining tuzilishi zo'riqishning yog'och tolalari bo'yicha uzatilishini ta'minlaydi, yog'ochning qurib qayishishidan hosil bo'lgan qo'shimcha zo'riqishlardan asraydi.

Ustki belbog' uzlüksiz bo'lsa, tugundagi bolt uning ikki yonidan turtib chiqadi va unga xovonlar birikadi. Ostki belbog' bir juft metall burchakdan tayyorlanadi. Xovonlar chorqirra yoki taxtalardan yelimplab tayyorlanadi va uchlariga metall qoplama mahkamlanadi. Ulardagi teshikka ustki va ostki belbog'larning tugun bolti kirgiziladi.

Metall qismlarning o'lchamlarini kamaytirish maqsadida bita fermada ikki xildan ortiq bo'lmagan metall qoplama qo'llash tavsiya etiladi: biri ustki belbog' tugunlari uchun, ikkinchisi ostki belbog' tugunlari uchun.

Tekis fermalarning zo'riqishlarini aniqlash qurilish mexanikasining umumiy qoidasiga binoan EHMda yoki Maksvell-Kremona ko'pburchagi yordamida amalga oshiriladi. Ustki belbog'ning mustahkamlikka va ustuvorlikka hisobi siqilib-egiluvchi ele-

mentlar hisobi kabi olib boriladi. Ustki belbog‘ uzlukli bo‘lganda eguvchi moment quyidagicha aniqlanadi:

$$M = M_0 - NA, \quad (18.55)$$

Bu yerda: M_0 – tugundan tashqaridagi yukdan hosil bo‘lgan eguvchi moment, kN.m;

N – bo‘ylama kuch, kN;

A – belbog‘ning egrilik balandligi $\frac{l^2}{8}$ ga teng.

Ustki belbog‘i uzluksiz fermalarning ustki belbog‘i ko‘p oraliqli uzlukli to‘sin deb qaraladi. Bunda oraliq M_{pr} va tayanch M_{op} momentlari yoyiq yuk va bo‘ylama kuch ta‘siridan aniqlanadi:

$$\text{Oraliq nuqtada } M_{pr} = \frac{ql^2}{14} - 0,64 N_f \quad (18.56)$$

$$\text{Tayanch nuqtada } M_{op} = -\frac{ql^2}{10} + 0,72 N_f \quad (18.57)$$

$$M_{pr} = \frac{ql^2}{24} - \frac{1}{3} N_f \quad (18.58)$$

$$M_{op} = \frac{ql^2}{12} + \frac{2}{3} N_f$$

bu yerda: l – belbog‘ tugunlari orasidagi masofaning gorizonttal proyeksiyasi.

Uzluksiz ustki belbog‘ni ferma tekisligidagi ustuvorligini tekshirishda, yoyiq yuk ta‘siridan egiluvchanligini aniqlash uchun hisobiy uzunligi chekka yoy belbog‘ining 0,8 teng qilib va boshqa tugunlar orasidagi yoy belbog‘ining 0,6 qismiga teng qilib olinadi. Ferma tekisligidan chiqishda ustki belbog‘ning ustuvorligini hisoblashda D ni vassato‘sinlar oralg‘idagi masofa yoki boshqa tom elementlari oralig‘iga teng deb olinadi.

Yelimplangan yog'och elementli ko'pburchak ko'rinishidagi metall-yog'och fermalar eni 36 m gacha bo'lgan bir oraliqli sanoat va qishloq xo'jaligi binolarini yopishda qo'llaniladi. Fermaning balandligi oraliqning $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{7}$ qismiga teng. Ustki belbog' yoyning ichiga yoki tashqarisiga chizilgan ko'pburchak shaklida bo'ladi. Ustki belbog' panellari bir xil uzunlikdagi to'g'ri chiziq-li elementdan tashkil topib, chorqirra yoki yelimplangan taxtalardan yasalishi mumkin, zo'riqishlar tugundagi metall yosti-qchalar orqali uzatiladi.

Ostki belbog', odatda, ikkita metall burchakdan tayyorlanadi. Tugunlar esa ustki belbog'i yelimplangan yoysimon fermalardagi kabi qabul qilinadi. Ustki belbog' tugunining birlashadigan jo-yiga metall yostiqlar joylashtiriladi, yoysimon fermalardan farq-li o'laroq, tugundagi yostiqlar belbog' siniq chiziqli bo'lgani uchun pona shakli bo'ladi.

Tugundagi yostiqlar zo'riqishlarning nomarkaziy ta'sirini ta'minlaydi va natijada teskari eguvchi moment hosil bo'ladi. Bu esa ustki belbog' kesimini kamaytirishga imkon beradi. Panjara xovoni hamda ustuni ustki va ostki belbog'larga juft qoplamalar yordamida birikadi, kashaklangan uchlariga burama mixlar bi-lan mahkamlanadi va tugun boltiga kiygiziladi.

Ostki belbog' tuguni konstruksiyalari shunga o'xshash yoysi-mon fermalaridan farqlanadi, chunki yoysimon fermalarda pan-jara elementlari sezilari uchun, zo'riqish esa kam. Tugunlarda ostki belboqqa markazdan ko'chma qilib mahkamlanish rux-sat etiladi. Ostki belbog'ning ulanish joyi ixtiyoriy yerda bo'li-shi mumkin.

Ko'pburchakli fermalar segmentsimon fermalar kabi hisobla-nadi. Ustki belbog' ikki oraliqli uzluksiz to'sin ko'rinishida va markazdan qochma siqiluvchi element kabi hisoblanadi. Yog'och quriganda va egilish hisobiga ko'chuvchanlik sodir bo'lishini, belbog' o'rtasidagi tayanch o'tirishi muqarrarligi natijasida, shu nuqtadagi momentni nolga teng deb, ustki belbog'ni tugun ora-

lig'i uzunligiga teng bo'lgan bir oraliqli to'sin deb qarash mumkin.

Panjara elementlari eksentrik mahkamlanganda ostki belbog' nomarkaziy cho'ziluvchi element kabi hisoblanadi.

Nazorat savollari:

1. Ramalarni loyihalashning o'ziga xosligi nimada?
2. Ikki va uch sharnirli ravoqlarning bir-biridan farqi nimada?
3. Fermalarni loyihalashning o'ziga xosligi.
4. Statik nuqtayi nazardan ramalar qanday turlarga bo'linadi?
5. Ramalardagi ichki zo'riqishlar qanday aniqlanadi?
6. Ramalarning tayanchida hosil bo'ladigan cho'zuvchi zo'riqish qanday aniqlanadi?
7. Ravoqlar statik nuqtayi nazardan qanday turlarga bo'linadi?
8. Ravoqlardagi momentlarni kamaytirish uchun qanday tadbirlar qo'llaniladi?
9. Metall-yog'och fermalarning afzalliklari.
10. Ferma elementlaridagi zo'riqishlar qanday aniqlanadi?

6-qism. ZAMIN VA POYDEVORLAR

19.1. Zamin va poydevorlarni hisoblash asoslari

Bino va inshootlardan tushayotgan yukni zaminga uzatadigan bino va inshootlarning yer osti yoki suv osti qismi poydevor deb ataladi.

Poydevor – bino va inshootlarning mustahkamlik, turg'unlik, texnologik tuzilish, uzoq muddat ishlatish hamda iqtisodiy talablariga javob berishi kerak.

Bino va inshootlar qanday maqsadlarga mo'ljallanganligiga qarab quyidagilarga bo'linadi (19.1-jadval).

19.1-jadval

Bino va inshootlarning tasniflanishi

Bino yoki inshoot turi	Qanday maqsadga mo'ljallanganligi	Bino yoki inshootning nomi
Binolar	Turar-joy	Mehmonxona, yotoqxona, dam olish uylari, aholi yashaydigan uylar
	Jamoat	Ma'muriy, o'quv, madaniy, ma'rifiy, sport, savdo, kommunal-xo'jalik, kino-teatrlar va oshxonalar
	Sanoat	Zavodlar, fabrikalar, suv isitish qozonlari, elektr stansiyalar
	Transport	Angarlar, saroylar, vokzallar, depolar
	Qishloq xo'jaligi	Chorvachilik komplekslari, issiqxonalar, g'alla saqlash omborlari, parrandachilik fabrikalari va boshqalar.
Inshootlar	Qurilmalar	Ko'priklar, to'g'onlar, suyuqlik saqlash inshootlari, minoralar, tayyoragohlar (aerodromlar), suv bo'yi inshootlari va boshqalar

Bino va inshootlar zaminining deformatsiyalanishi Qurilish me'yorlari va qoidalari QMQ 2.02.01 – 98 [20] cheklangan miqdordan ortib ketmasligi kerak (19.1-jadval).

Hozirgi vaqtda qabul qilingan qoidalarga asosan barcha bino va inshootlar bikrligi bo'yicha uch turga bo'linadi:

1. Nisbatan bikr inshootlar (turli mo'rilar, temir eritish o'choqlari, moyoqlar, suv ko'targich inshootlari, ko'priklarning tayanchlari, to'g'onlari va hokazo); bular turli cho'kishdan kam zararlangan holda ular uchun burilish, shakl o'zgarishi ahamiyatlidir.

2. Bikir inshootlar (rama va yaxlit holdagi temir-beton buyumlar, sanoat va jamoat binolari temir-beton sinchli yirik va yaxlit qurilmali binolar va hokazo), bu inshootlar uchun egilish va bikilishga oid shakl o'zgarishi xavfli.

3. Egiluvchan inshootlar (suv saqlovchi idishlarning ostki qismlari, temirdan ishlangan qurilmalar, bo'linmalar va hokazo), bular uchun buralish, egilish va bikilishga oid shakl o'zgarishlar ma'lum qiymatdan oshib ketmasligi kifoya.

Hozirda zamin va poydevorlar loyihasi asosini grunt, poydevor va inshoot qurilmalarini birgalikda qarash qabul qilingan.

Shuning uchun zamin va poydevorlarni loyihalashda asosiy masalani hal etish lozim: birinchisi, inshootning tegishli mustahkamligi va turg'unligini ta'minlash; ikkinchisi, ashyolar sarfi, ish hajmi va ularning tannarxi nuqtayi nazardan iqtisodiy arzon turini tanlashdan iborat.

Zaminlarning deformatsiyalarini hisoblashda poydevorlar turini arzonlashtiradigan birdan-bir yo'l – zaminning yuk ko'tarish qobiliyatini to'la hisobga olish lozim.

Buning uchun bino va inshootdan zaminga ta'sir etuvchi yuqori bosimni hisobga olish lozim. Yuqori bosim qiymati esa, inshoot uchun yo'l qo'yish mumkin bo'lgan deformatsiyaga bog'liq bo'lmay, balki zaminning o'lchamlari, grunt qatlamlarining turlari va ularning fizikaviy-mexanik xossalari bog'liqdir.

Agarda zaminning notekis deformatsiyasi rivojlanish xarakterini, bino va inshootlar bikrligini hisobga olsak, u holda

deformatsiya va siljishning quyidagi shakllarini ajratish mumkin:

1. Og'ish — poydevor ikkita nuqtasining ular orasidagi masofaga tegishli absolyut cho'kishi farqi sifatida qaraladi;

2. Bino va inshootning qiyshayishi — bitta ko'ndalang yoki bo'ylama o'qqa joylashgan ular orasidagi masofaga tegishli ikkita yoki bir nechta poydevor cho'kishining farqi:

$$i = \frac{s_l - s_n}{L} \quad (19.1)$$

Bu yerda: s_l va s_p — uzluksiz yoki ikkita poydevor chetki nuqtalarining cho'kishi;

3. Bino yoki inshootning nisbiy egilishi yoki egilish yo'lini binoni egilgan qismi uzunligiga va egilgan qismi egriligiga nisbati bilan baholanadi:

$$f = \frac{2s_2 - s_1 - s_3}{L} \quad (19.2)$$

Bu yerda: $L = ?$

4. Buralish deganda inshootning uzunligi bo'yicha bir xil bo'lmagan og'ishi bo'lib, ayniqsa, ushbu holatning rivojlanishi uni ikkita kesimida har xil tomonga qarab yuz berishi tushuniladi.

5. Poydevorlarning gorizont siljishi qurilmadan sezilarli gorizont kuch ta'sir qilganda yuz beradi.

19.2. Zaminlarni yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha hisoblash

Zaminlarni yuk ko'taruvchanlik xususiyati bo'yicha hisoblashdan maqsad — zaminlarning mustahkamligi va turg'unligini ta'minlash, shuningdek, poydevorning to'voni bo'yicha siljish va ag'darilishiga yo'l qo'ymaslik, hisoblashda qabul qilinadigan zaminning buzilish sxemasi (uning chegaraviy holatga yetishida) poydevor yoki inshootning ushbu ta'sir va konstruksiyasi uchun ham statik, ham kinematik jihatdan mos bo'lishi lozim.

Zaminlarning yuk ko'taruvchanlik xususiyati bo'yicha hisoblash quyidagi shartdan kelib chiqib bajariladi:

$$F \leq \frac{\gamma_c \cdot F_u}{\gamma_n} \quad (19.3)$$

bunda: F — zaminga tushadigan hisobiy yuklama; F_u — zaminning chegaraviy qarshilik kuchi; γ_c — ish sharoitlari koeffitsienti quyidagicha qabul qilinadi: qumlar uchun changsimonlaridan tashqari — $\gamma_c=1,0$; changsimon qumlar, shuningdek, changsimon-loyli barqaror holatdagi gruntlar — $\gamma_c=0,85$; qoyatoshli gruntlar uchun: nuraganlari — $\gamma_c=0,9$; juda nuraganlari — $\gamma_c=0,8$; γ_n — inshootning vazifasi bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti; I, II, va III sinf konstruksiyalari uchun shunga mos ravishda 1,2; 1,15 va 1,10 ga teng deb qabul qilinadi.

Qoyatoshli gruntlardan iborat zamin chegaraviy qarshilik kuchlarining vertikal tashkil etuvchisi N_u , kN (tk), poydevor qanday chuqurlikda qo'yilganidan qat'i nazar, quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$N_u = R_c \cdot b' \cdot l' \quad (19.4)$$

Bunda: R_c — qoyatoshli gruntning bir o'qli siqilishiga mustahkamlik chegarasining hisobiy qiymati, kPa (tk/m²); b' va l' — poydevorning mos ravishda keltirilgan eni va uzunligi, m, quyidagi formuladan hisoblab topiladi:

$$b' = b - 2e_b; \quad l' = l - 2e_l \quad (19.5)$$

bunda: e_b , e_l — poydevorning ko'ndalang va bo'ylama o'qlari yo'nalishi yuklamalarning teng ta'sir etuvchilarini qo'yish eks-sentrisitetlari, m.

Muvozanat holatdagi noqoyatosh gruntlardan iborat zamin chegaraviy qarshilik kuchi; butun sirpanish yuzalari bo'yicha me'yori σ va τ urinma kuchlanishlar orasidagi (zaminning che-

garaviy holatiga mos) nisbatan quyidagi bog'liqlikka bo'ysunishi kerak degan shartdan kelib chiqib aniqlanishi lozim:

$$\tau = \sigma \cdot tg \varphi_1 + c_1 \quad (19.6)$$

Bunda: φ_1 va c_1 – mos ravishda gruntning ichki ishqalanish burchagi va solishtirma bog'lanish kuchining hisobiy qiymati.

Muvozanat holatdagi qoyatosh bo'lmagan gruntlardan iborat zaminning chegaraviy qarshilik kuchi vertikal tashkil etuvchisi N_u ni 19.7-formuladan aniqlanadi:

$$N_u = b' \cdot l' \cdot (N_\gamma \cdot \xi_\gamma \cdot b' \cdot \gamma_1 + N_q \cdot \xi_q \cdot \gamma'_1 \cdot d + N_c \cdot \xi_c \cdot c_1) \quad (19.7)$$

Bunda: b' va l' – belgilar 19.4-formuladan olingan bo'lib, bunda b belgisi bilan poydevor asosining mustahkamligi yo'qoladi deb taxmin qilinayotgan yo'nalishdagi tomoni belgilanadi; N_γ , N_q , N_c – yuk ko'taruvchanlik xususiyatining o'lchamsiz koeffitsientlari; gruntning ichki ishqalanish burchagi va poydevor tovonni sathida zaminga tushadigan teng ta'sir etuvchi tashqi yuklamaning vertikalga egilish burchagi hisobiy qiymatlariga qarab qaysi jadvaldan aniqlanadi. γ' va γ'_1 – gruntni solishtirma og'irligining hisobiy qiymatlari, kN/m^3 poydevor tovonidan pastda va yuqorida ko'pchilik prizmasi paydo bo'lishi ehtimoli bor chegaralarda olinadi (yerosti suvlari mavjud bo'lganda, suvning muallaq tutib turish ta'siri ham hisobga olinadi); c_1 – gruntning solishtirma bog'lanish hisobiy qiymati; d – poydevorni joylashtirish chuqurligi, m (poydevorning har xil tomondan vertikal qo'shimcha kuchlar bir xil ta'sir qilmagan holda eng kichik qo'shimcha kuchga to'g'ri keladi, masalan, yerto'la tomondan ta'sir qiladigan qiymat d qabul qilinadi); ξ_γ , ξ_q , ξ_n – poydevor shakllarini hisobga olish koeffitsientlari quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$\xi_\gamma = 1 - 0,25/\eta; \quad \xi_q = 1 + 1,5/\eta; \quad \xi_n = 1 + 0,3/\eta, \quad (19.8)$$

bunda: $\eta = l \cdot x$, l va b – poydevor tovonining uzunligi va eni; 19.5-formulalar bo'yicha aniqlanadigan keltirilgan qiymatlar b'

va l' ga teng ta'sir etuvchi yukni markazdan tashqariga qo'yish hollarida qabul qilinadi.

Agar $\eta = lxb < 1$ bo'lsa, (19.8) formulalarda $\eta = 1$ deb qabul qilish kerak. Zaminga tushadigan tashqi yuk teng ta'sir etuvchisining vertikal qiyalik δ burchagi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$tg \delta = F_h / F_v \quad (19.9)$$

Bunda: F_h va F_v – mos ravishda poydevor tovonni sathidan zaminga tushadigan tashqi yukning gorizont va vertikal tashkil etuvchisi.

Quyidagi shart bajariladigan taqdirdagina 19.7-formula bo'ycha hisoblashga yo'l qo'yiladi:

$$tg \delta = \sin \varphi_f \quad (19.10)$$

Demak, poydevorning har tomonidan bir xil bo'lmagan qo'shimcha yuklar ta'sir etadigan hollarda gorizont yuklar ta'sirida gruntning faol bosimini hisobga olish lozim.

Poydevorlar chuqurligini belgilash

Poydevorning chuqurligi quyidagilarni hisobga olib qabul qilinishi kerak: loyihalanadigan inshootning vazifasi va konstruktiv xususiyatlarini, uning poydevoriga tushadigan yuklar va ta'sirlarni; yondosh inshootlar poydevorlarini joylashtirish chuqurligini, shuningdek, muhandislik kommunikatsiyalarini o'tkazish chuqurligini; imorat quriladigan hududning mavjud va loyihalayotgan relyefini; qurilish maydonining muhandislik-geologik sharoitlarini (gruntning fizik-mexanik xossalarini, qatlamlanish xarakterini, sirpanishga moyil qatlamlarining mavjudligini, o'pirilgan chuqurchalar, karst bo'shliqlar va boshqalar bor-yo'qligini); maydonning gidrogeologik sharoitlari hamda inshootning qurilishi va foydalanishi jarayonida ularning o'zgarishi ehtimoli; daryo o'zanlarida quriladigan inshootlar (ko'priklar, quvurlar o'tgan joylar va h.k.) tayanchlari atrofidagi gruntning yuvilib ketishi ehtimolini; gruntning mavsumiy muzlash chuqurligini.

Gruntning mavsumiy muzlash chuqurligining hisobiy qiymati $d_f = d_1$, QMQga asosan quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$d_f = k_h \cdot d_{fn}, \quad (19.11)$$

Bunda: k_h – inshootning issiqlik rejimi ta’sirini hisobga oladigan koeffitsient; u isitiladigan inshootning tashqi poydevorlari uchun; isitilmaydigan inshootlarning tashqi va ichki poydevorlari uchun – $k_h = 1,1$ (o’rtacha yillik harorat manfiy bo’lgan joylar bundan mustasno); d_{fn} – gruntning mavsumiy muzlash chuqurligining me’yoriy qiymati.

Ko’p yillik kuzatuvlar ma’lumotlari bo’lmagan taqdirda d_{fn} ni issiqlik texnik hisoblar asosida aniqlash lozim. Muzlash chuqurligi 2,5 m dan oshmaydigan joylarda uning me’yoriy qiymatini ushbu formuladan aniqlashga ruxsat beriladi:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (19.12)$$

Bunda: M_t – o’lchamsiz koeffitsient, son jihatidan qurilish iqlimshunosligi va geofizika bo’yicha QMQga muvofiq aniq qurilish punkti yoki joyi uchun ma’lumotlar bo’lmasa, qurilish joyidagi sharoitga o’xshash sharoitda joylashgan gidrometrologiya stansiyasi natijalariga muvofiq qabul qilinadigan ushbu joydagi qishki o’rtacha oylik manfiy haroratlar mutlaq qiymatlari yig’indisiga teng; d_0 – qumoq tuproqli yer va loylar uchun – 0,23; qumloq tuproqli yer, mayda va changsimon qum uchun – 0,28; shag’alli qumlar, yirik va o’rtacha o’lchamli qumlar – 0,30; yirik bo’lakli gruntlar – 0,34, m.

Bir jinlimas gruntlar uchun d_0 qiymati muzlash chuqurligi chegarasida o’rtacha muallaq sifatida aniqlanadi.

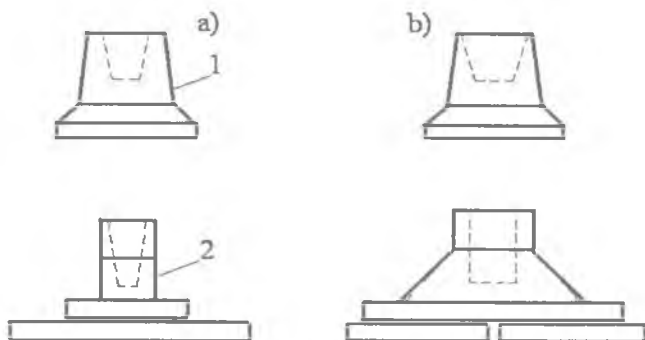
Qurilish maydonining geologik va gidrogeologik sharoitlarining poydevorning qo’yilish chuqurligiga ta’siri d_2 QMQ 2-jadvaldan aniqlanadi.

19.3. Poydevorlar turlari

Binokorlikda ishlatiladigan poydevorlar quyidagi turlarga bo'linadi: tabiiy zaminda sayoz joylashgan poydevorlar; qoziqli poydevorlar; chuqur joylashtiriladigan poydevorlar (o'z og'irligi bilan pastlashuvchi quduqlar, yig'ma temir-beton qobiqlar va kessonlar); mashina va uskunalar poydevorlari.

Poydevorlarning asosiy turlariga quyidagilar kiradi:

- *Yaxlit holdagi og'ir poydevorlar.* Bunday poydevorlar juda og'ir bo'lgan inshootlar ostida qo'llaniladi (ko'prik ustunlari, betondan ishlangan suv omborlari, tutun mo'rilari va h.k.). Ular asosan beton va temir-betondan tayyorlanadi.



19.1-rasm. Ustun ostiga qo'yiladigan yig'ma poydevor: a – fasad; b – yon tomondagi ko'rinishi; 1 – blokli poydevor; 2 – yig'ma poydevor

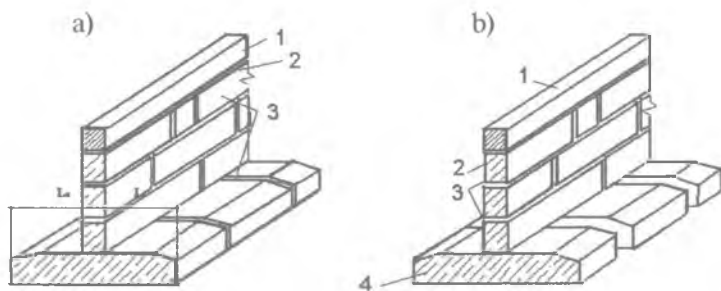
- *Alohida turuvchi poydevorlar.* Bunday poydevorlarning oldingidan farqi hajmi 50 m^3 gacha boradi. Ular asosan betondan, temir-betondan va yirik toshli betondan hosil qilinadi. Alohida poydevorlarni ko'p yuk ko'tarish qobiliyatiga ega bo'lgan zaminlarda yoki poydevorga uncha og'ir bo'lmagan yuk ta'sir etganda qo'llash maqsadga muvofiqdir. Bunday poydevorlar ko'pincha pog'ona shaklida loyihalashtiriladi.

- *Yaxlit holatdagi yupqa poydevorlar.* Bunday poydevorlarning o'ziga xos xususiyatlaridan biri, juda katta maydon yuzasi-

ni egallab, nihoyatda kichik balandlikka ega bo'lishidir. Bunday poydevorlar asosan temir-betondan tayyorlanadi va bo'sh grun-
tlarda, yuqori miqdorda yuk uzatuvchi inshootlar qurilishlari-
da ishlatiladi.

- *Tasmasimon poydevorlar.* Bunday poydevorlarning aso-
siy xususiyatlari ko'ndalang kesimi kichik bo'lib va bir tomon-
ga uzluksiz davom etishidir. Tasmasimon shakldagi poydevorlar
yirik toshlardan, yirik toshli betondan, betondan va temir-be-
tondan yasalishi mumkin. Ko'ndalang kesimi pog'ona (zina) va
trapetsiya shaklida loyihalanadi.

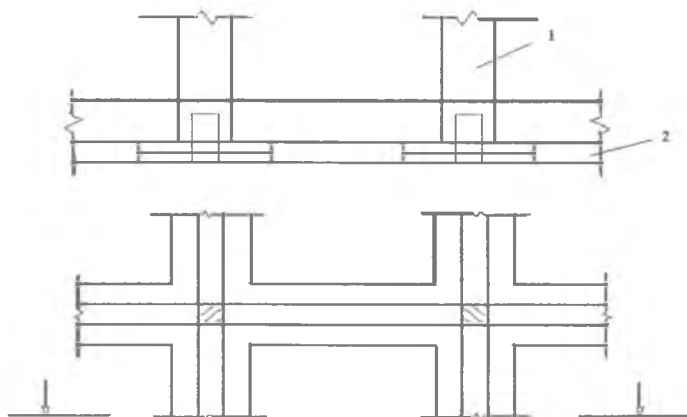
- *O'zaro kesishgan (chorraha) poydevorlar.* Bunday poyde-
vorlar asosan tasmasimon poydevorlarning o'zaro kesishuvidan
hosil bo'ladi. Asosan temir-betondan ishlanadi va yuk ko'tarish
qobiliyati kam bo'lgan gruntlarda hamda kichik o'lchovli bi-
nolarda qo'llaniladi. Notekis deformatsiyaga sezgir bo'lgan ham-
da murakkab muhandislik-geologik sharoitlarda bo'lgan grun-
tlarda ham keng qo'llaniladi.



19.2-rasm. Tasmasimon yig'ma poydevor: a – yassi; b – orasi ochiq; 1 – devor;
2 – gidrozolyatsiya; 3 – yerto'la devori bloklari; 4 – poydevorning ostki qismi

- *Rama shaklidagi poydevorlar.* Bunday poydevorlar, asosan,
suv inshooti qurilishida ishlatiladi. Tik ustun hamda yotiq holda-
gi to'sinlardan foydalaniladi. To'sin temir-betondan ishlanadi.
Yuqorida qayd etilgan poydevorlardan tashqari qurilish tajribasi-

da nihoyatda ko'p turli-tuman shakl va ko'rinishdagi poydevorlar mavjud bo'lib, ular turli sanoat korxonalarida binolaridagi mashinalar va uskunalarning hamda boshqa talablar asosida ishlatiladi.



19.3-rasm. Tasma shaklidagi o'zaro kesishgan poydevorlar

Yaxlit quyma va yig'ma alohida turuvchi poydevorlar maxsus temir-beton zavodlarida tayyorlangan qismlardan yig'iladi.

Poydevorlar bikr va egiluvchan bo'ladi. Poydevor uchun xarsangtosh, xarsangtosh-beton, beton, temir-beton, g'isht, iloji bo'lmagan hollarda, yog'och va metall ishlatiladi.

Qoziqli poydevorlar.

Qoziq deb, gruntga o'rnatilgan yoki gruntga qoqilgan, grunt-da tayyor yasalgan va inshootdan tushayotgan yukni zaminga uzatadigan poydevorning ustunsimon qismiga aytiladi.

Qoziqli poydevorlar ishlatiladigan materiallar bo'yicha yog'och qoziqlar, betondan ishlangan qoziqlar, aralash qoziqlar, temir-beton qoziqlar, metall qoziqlarga bo'linadi.

Beton qoziqlar.

Asosan, quyma qoziqlar toifasiga kiradi, ya'ni qurilish maydonida tayyorlanadi. Tayyorlash jarayoni bo'yicha beton qoziqlar quyidagilarga bo'linadi:

a) grunt ichida qoluvchi yupqa qobiqlar yordamida tayyorlanuvchi qoziqlar. Bunda qalinligi 3–4 mm li qobiqlar maxsus uskunalar yordamida loyihada ko'rsatilgan chuqurlikka tushiriladi, so'ngra ularning ichi beton bilan to'ldirilib qoziq hosil qilinadi;

b) qalin devorli qobiqlar yordamida hosil bo'luvchi qoziqlar. Bunda yupqa qobiq o'rnida qalinligi 10–20 mm li qobiqlar ishlatilib, betonlash jarayonida asta-sekin sug'urib olinadi.

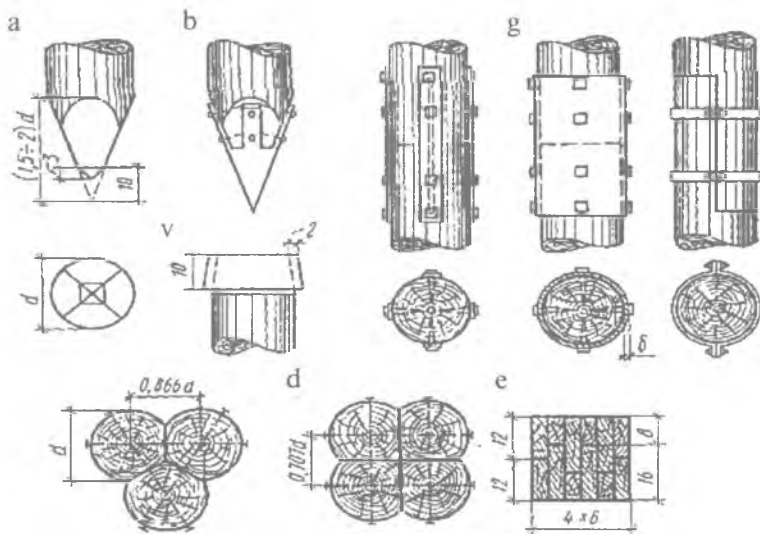
Metall qoziqlar. Quvur shaklidagi po'latdan ishlangan qoziqlar juda ko'p ishlatiladi. Ayrim hollarda qo'shtavr va murakkab shakldagi qoziqlar qo'llaniladi. Toshkent metrosi qurilishida qoziqlar ko'p qo'llanilgan.

Yog'och qoziqlar. Yog'och qoziqlarning afzalliklari – ularning katta bo'lmagan og'irligi, yuqori mustahkamligi va tayyorlanishining soddaligi hisoblanadi. Yog'och qoziqlarni gruntga qoqish yoki tebratib botqizish uslubida joylash mumkin. Yog'och qoziqlar yirik zarrali va shag'alli qumlarga qiyin qoqiladi, shag'al va mayda shag'allarga esa deyarli qoqilmaydi.

Yog'och qoziqlarning kamchiligi namligi o'zgaruvchan hudud-da suv sathidan yuqori joylashgan qoziqlar chirib ketishi mumkinligidadir. Buning oldini olish uchun inshootlardagi qoziqlar boshi har doim eng pastki suvlar sathidan kamida 0,5 m pastroq joylashishi shart. Yog'och qoziqlarning yana bir kamchiligi to'sinlardan tayyorlanganda ularning o'lchamlari chegaralanganligidadir va shundan kelib chiqqan yuk ko'tarish qobiliyatining pastligidadir.

Qoziqlar tayyorlash uchun diametri 18...40 sm gacha, uzunligi 4,5...16 m gacha bo'lgan ignabargli daraxt turlaridan foydalaniladi (qarag'ay, archa, qora qarag'ay). Gruntga joylashtirishni yengillashtirish maqsadida qoziqning pastki qismiga nayza shaklida ishlov beriladi. Grunt tarkibida shag'al, mayda tosh va boshqa qattiq jismlar bo'lgan bo'lsa, qoziq uchiga metall qoplama (bashmak) kiydiriladi. Qoziq ustki qismiga, qoqish vaqtida shikastlanish oldini olish uchun metall qalpoqdan foydalaniladi.

Yog'och qoziq o'lchamlarini kattalashtirish uchun paketli va yelimlangan qoziqlar ishlatiladi (19.4-g, e rasmlar).



19.4-rasm. Yog'och qoziqlar konstruksiyalari

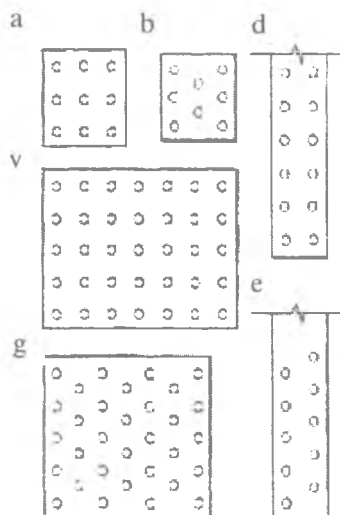
Paketli qoziqlar to'sinlarining tutashish joylari metal nakladkalar bilan mahkamlanadi. To'sinlar bir-biriga metall boltlar orqali mahkamlanadi. Paketli qoziqlarning kamchiligi ulash uchun ko'p metall sarflanishi va tayyorlash jarayonining qiyinligidadir.

Gruntida ishlash sharoitiga mos ravishda qoziqlar — osma va ustun qoziqlarga bo'linadi.

Osma qoziqlar o'tkir uchlari odatda mustahkam gruntga yetib bormaydi. Bunday poydevorlarga xos xususiyatlardan eng muhimi — ular orasidagi gruntlarning poydevor ish jarayonida qatnashishidir. Bunday poydevorlarda inshootdan uzatilgan yuk ularning butun tanasi bo'ylab gruntga tarqaladi.

Ustun poydevorlarda esa ularning o'tkir uchlari (19.4-b rasm) mustahkam gruntga ma'lum miqdorda kirib borishi shart. Bun-

day poydevorlarning ishlash jarayoni odatdagi ustundan farqlanmaydi.



19.5-rasm. Poydevorlarda qoziqlarning joylanish sxemalari: a – qatorli; b – shaxmat shaklida; v – qoziqli maydonda qatorli; g – qoziqli maydonda shaxmatsimon; d – qatorli qoziqli polosa; e – shaxmatsimon qoziqli polosa

Bir necha qoziqlarning yuqori qismini birlashtiruvchi va ularning bir xil choʻkishini taʼminlovchi qurilma rostverk deyiladi.

20-bob. TABIIY ZAMINDA SAYOZ JOYLASHGAN POYDEVORLAR

20.1. Sayoz joylashgan poydevorlarni loyihalash qoidalari

Bunday poydevorlar oldindan tuzilgan xandaqlarga o'rnatiladi. Tabiiy zaminda sayoz joylashgan poydevor chuqurligi odatda 1–5 metrgacha bo'ladi.

Poydevordan uzatiluvchi bosimni qabul qiluvchi grunt qatlami zamin deb ataladi. Zaminlar ikki turga bo'linadi: tabiiy va sun'iy. Tabiiy zaminda grunt qanday holatda bo'lsa, hech qanday o'zgartirilmay foydalaniladi, sun'iy zaminda esa inshoot barpo etilgunga qadar grunt usullar yordamida zichlanadi yoki sun'iy qotiriladi. Binolar uchun zamin, ba'zi inshootlar uchun esa ashyo sifatida foydalaniladigan tog' jinsi grunt deb ataladi.

Konstruktiv ko'rsatmalar. Qanday gruntga qo'yilishidan qat'i nazar (qoya toshlardan tashqari) poydevor ostiga:

– agar yaxlit beton poydevor bo'lsa, qalinligi 100 mm B3,5 sinfli betondan to'shama;

– agar yig'ma poydevor bo'lsa, o'rtacha yiriklikdagi qumdan 100 mm to'shama qilinadi.

Agar qoya toshlarga poydevor bunyod etiladigan bo'lsa, zamin ustiga B3,5 sinfli betondan tekislovchi qatlam qilinadi. Poydevor ustki pog'onasi sathi to'shama (pol) sathidan 150 mm past qabul qilinadi. Markaziy yuklangan poydevorlar rejada kvadrat shaklda, nomarkaziy siqilishga ishlaydigan poydevorlar esa to'g'ri to'rtburchak shaklida qabul qilinadi (to'g'ri to'rtburchak tomonlari 0,6...0,85).

Ishchi armaturaning eng kichik himoya qatlami: yig'ma poydevorlar va yaxlit (podkolonnik) ustun qo'ygich – 30 mm, yaxlit poydevorlar uchun – 35 mm. Yaxlit poydevorlarni pog'ona shaklida loyihalash tavsiya etiladi (20.1-jadval). Poydevor balandligi va rejadagi o'lchamlar 300 mm ga karrali bo'linadigan qabul qilindi. Yaxlit poydevorlar uchun sinfi B12,5 dan, yig'ma poydevorlar uchun esa sinfi B15 dan katta bo'lgan beton ishlatiladi.

Poydevor pog'onasi balandligi

Poydevor plita qismining balandligi, N, mm	Pog'ona balandligi, mm		
	h_1	h_2	h_3
300	300	-	-
450	450	-	-
600	300	300	-
750	300	450	-
900	300	300	300
1050	300	300	450
1200	300	450	450
1500	450	450	600

20.2. Markaziy yuk ta'siridagi bikr poydevorlarning tag yuzasi o'lchamlarini hisoblash

Poydevor hisobi asosini chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash tashkil etadi. Zaminlarni deformatsiya bo'yicha hisoblash chiziq-li deformatsiyalanuvchi muhit nazariyasiga asosan amalga oshiriladi. Poydevor ostida bosimning tarqalishi shartli ravishda tekis tarqalgan deb faraz qilinadi.

Bunday bosim zamin gruntining hisobiy qarshiligi R deyiladi. Zamin gruntining hisobiy qarshiligi poydevor kengligi va quyilishi chuqurligiga bog'liq bo'lganligi uchun har bir poydevor uchun alohida aniqlanadi.

$$P \leq R \quad (20.1)$$

Bunda: P – poydevor ostidagi o'rtacha bosim, kPa;

$$P = (N_{0''} + N_{f''} + Ng_{f''}) / (b \cdot l) \quad (20.2)$$

Bunda: $N_{0''}$ – poydevor ustki pog'onasiga ta'sir etadigan tashqi yuk (19.3-rasm), kN; $N_{f''}$ – poydevor xususiy og'irligida hosil bo'lgan yuk, kN; $Ng_{f''}$ – poydevor pog'onalari ustidagi gruntan hosil bo'lgan yuk, kN; b – poydevor to'voni kengligi, m; l – N_0'' yuk ta'sir etayotgan poydevor to'voni uzunligi, m;

Bino poydevorini hisoblashda quyidagilarni yozish mumkin:

$$N_{f''} + N_{gr''} = b \cdot l \cdot d \cdot \gamma_{pg \text{ o'rt}} \quad (20.3)$$

bunda: $\gamma_{pg \text{ o'rt}}$ – ABCD hajmidagi gruntning va poydevor ashvosining o'rtacha solishtirma og'irligi, kN/m³;

Unda 20.2-ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$P = \frac{N_{0n}}{b \cdot \lambda} + \gamma_{pg \text{ o'rt}} \cdot d_f \quad (20.4)$$

R – zamin gruntning hisobiy qarshiligi, QMQ 2.02.01 – 98 20.5-ifodadan aniqlanadi:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} [M_r \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_p + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma_p^I + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma_p^I + M_c \cdot C_{II}] \quad (20.5)$$

bunda: γ_{s1} va γ_{s2} – 3-jadvaldan qabul qilinadigan ish sharoitlari koeffitsientlari;

k – agar gruntning mustahkamlik ko'rsatkichlari (φ va C) bevosita sinashlarda aniqlangan bo'lsa, k=1 agar ular tavsiya qilinadigan birinchi ilovaning 1–3-jadvallari bo'yicha qabul qilingan bo'lsa, k=1 deb qabul qilinadigan koeffitsient;

M_r , M_q , M_c – 3-jadval bo'yicha qabul qilinadigan koeffitsient; k_z – ushbularga teng deb qabul qilinadigan koeffitsient $b < 10$ m da $K_z = 1$, $b \geq 10$ m da $K_z = Z_0 |b + 0,2|$ (bu yerda $Z_0 = 8$ m);

γ_p – poydevor tovonidan pastda joylashgan gruntlarning solishtirma og'irligining o'rtacha hisobiy qiymati (yer osti suvlari mavjud bo'lganda suvning muallaq tutib turuvchi ta'sirini hisobga olib aniqlanadi), kN/m³ (tk/m³); γ_p^I – shuning o'zi, lekin poydevor tovonidan yuqorida yotgan gruntlar uchun; C_{II} – bevosita poydevor tovonida yotgan gruntning solishtirma bog'lanish kuchining hisobiy qiymati, kPa, (tk/m³); d_1 – yerto'lasiz inshootlar poydevorining tekislangan maydon sathidan o'lchanadigan joylashtirish chuqurligi yoki ichki va tashqi poydevorlarning yerto'la tagidan o'lchanadigan keltirilgan joylashtirish chuqurligi; u quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$d_f h_a + h_{sf} \cdot \gamma_{sf} \cdot \gamma_1 \quad (20.6)$$

h_a – yerto‘laning poydevoriga yuqoridan ta’sir qiladigan grunt qatlamining qalinligi, m; h_{cf} – yerto‘la poli konstruksiyasining qalinligi, m; γ_{sf} – yerto‘la poli konstruksiyasining solishtirma og‘irligi hisobiy qiymati, kN/m³(tk/m³); d_b – yerto‘la chuqurligi – tekislangan maydon sathidan yerto‘la poligacha bo‘lgan masofa, m; (eni $B \leq 20$ m va chuqurligi 2 m dan ortiq bo‘lgan yerto‘la-li inshootlar uchun $d_b = 2$ m yerto‘laning eni $B > 20$ m bo‘lganda $d_b = 0$).

Markaziy yuklangan poydevorlar hisobi

Markaziy yuklangan poydevor deb tashqi yuklarning teng ta’sir etuvchisi uning tag sathi og‘irlik markazidan o‘tadigan poydevorlarga aytiladi.

Markaziy yuklangan poydevorlarni loyihalashda quyidagi kompleks tekshirishlar bajarilishi talab qilinadi:

$$P \leq R; S \leq S_u; S_{abs} \leq S_{u, abs}; \Delta S \leq \Delta S_{pr}$$

bu yerda: P – poydevorning xususiy og‘irligidan hamda poydevor tokchasidagi grunt va tashqi yuklardan hosil bo‘lgan o‘rtacha bosim; R – zamin gruntining hisobiy qarshiligi QMQ 2.02.01-98 20.7-formuladan aniqlanadi; S – zaminning cho‘kishi;

S_u – zamin deformatsiyasining chegaraviy qiymati; S_{abs} – poydevorning absolyut cho‘kishi; $S_{u, abs}$ – poydevorning absolyut cho‘kishining chegaraviy qiymati; ΔS – poydevorning notekis cho‘kishi; ΔS_u – QMQ da belgilangan notekis cho‘kishining chegaraviy qiymati.

Poydevorning cho‘kishini hisoblash uchun uning tag yuzasi o‘lchamlarini bilish talab etiladi:

$$N_I + G = Q \quad (20.7)$$

bunda: $G = A \cdot d \cdot \gamma_{o'rt}$ (20.8)

$$Q = R_0 \cdot A \quad (20.9)$$

20.7-ifodaga 20.8 va 20.9-ifodalarni qo‘yib hisoblaymiz:

$$N_I + A \cdot d \cdot \gamma_{o'rt} = R_0 \cdot A \quad (20.1)$$

Bunda: R_0 – poydevor asosining maydoniga aks taʼsir koʻrsatuvchi grunt bosimining qiymati; G – poydevor va unga ustki yuk tomonlaridan tushayotgan gruntning ogʻirligi; Q – gruntning yuk koʻtarish qobiliyati.

$$A = \frac{N_{II}}{R_0 - d_f \cdot \gamma_{ypm}} \quad (20.11)$$

Agar poydevor asosining yuzasi kvadrat shaklida boʻlsa, $a = b = \sqrt{A}$; m, agar toʻrtburchak shaklida boʻlsa, $b = \frac{A}{\lambda}$; qabul qilingan poydevor uzunligi boʻladi.

Poydevor tag sathi oʻlchamlari, gruntning hisobiy qarshiligini QMQ 2.02.01-98 20.7-ifoda orqali qayta hisoblaganidan soʻng qayta aniqlanadi va ushbu shart $P \leq R$ tekshiriladi. Bu usul ketma-ket yaqinlashish usuli deyiladi. Poydevorning qabul qilingan oxirgi (yakuniy) oʻlchamlari poydevorni ikkinchi chegaraviy holat (deformatsiya) boʻyicha hisoblagandan keyin aniqlanadi.

20.3. Nomarkaziy yuklangan poydevorlarni hisoblash

Nomarkaziy yuklangan poydevorlarda yuqoridan tushayotgan yukning teng taʼsir etuvchisi qoʻyilgan nuqta poydevor asosining ogʻirliklari markazi bilan toʻgʻri kelmaydi. U holda poydevor asosi oʻlchamlari nomarkaziy yuklangan deb aniqlanadi.

Bunday poydevorlar hisobi ketma-ket yaqinlashish usulida amalga oshiriladi. Gruntning shartli (taqribiy) hisobiy qarshiligi va poydevor yuzining dastlabki oʻlchamlari xuddi markaziy siqilishga ishlaydigan poydevorlar kabi aniqlanadi. Eksploatatsion yukning (kuchning) miqdoriga qarab, olingan asos yuzasining oʻlchamlari 10–20% orttiriladi. Ketma-ket yaqinlashish usuliga asosan quyidagi shartlarning bajarilishi tekshiriladi:

Poydevor ostidagi oʻrtacha bosim:

$$P \leq R \quad (20.12)$$

Poydevor muvozanat bo'lishi uchun poydevor nosimetrik qilib joylashtiriladi. Odatda, poydevor quyidagi masofaga siljiriladi:

$$Cl = 0,5 (l''_{max} + l''_{min}) \quad (20.13)$$

bunda: l''_{max} va l''_{min} – eksentrisitetning maksimal va minimal qiymatlari.

Katta eksentrisitet ta'sir etgan hollarda poydevor asosini uzaytirilgan shaklda qilish maqsadga muvofiqdir, odatda l/b nisbati 3:1 dan katta bo'lmashligi kerak. Qayta hisoblash ishlarini kamaytirish maqsadida R_1 va $P_{ma''}$ birincha marta topilganidan keyin poydevor tag yuzasi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi.

$$A_{fz} = \frac{N_{II}}{A_f} \cdot \frac{P_{max}''}{1,2R_1} \quad (20.14)$$

A_{fz} bo'yicha poydevor o'lchamlari b va l ni aniqlab R QMQ 2.02.01-98 20.7-formuladan aniqlanadi.

Poydevor 20.12, 20.13, 20.14-shartlar qanoatlantirilganidan so'ng poydevor deformatsiya, buralish va yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha hisoblanadi.

Maksimal chegaraviy bosimlarga quyidagi ifodalar yordamida tekshiriladi:

$$P''_{max} \leq 1,2 R \quad (20.15)$$

Poydevor qirradi (burchagi) ostidagi maksimal bosimga:

$$P''_{max} \leq 1,5 R \quad (20.16)$$

Poydevor tovonining gruntdan ajralishiga ruxsat etilmaydi va quyidagi shartga amal qilgan holda erishiladi:

$$P''_{min} \geq 0 \quad (20.17)$$

U holda poydevor asosi bo'yicha kuchlanishning tarqalishi quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$P''_{max, min} = \frac{N_{II}}{A_{\phi}} \pm \frac{M_{x''}}{I_x} \pm \frac{M_{y''}}{I_y} \quad (20.18)$$

Bunda: $P_{\max}''; \min''$ – poydevor asosining qarama-qarshi yon tomonidagi kuchlanishlar;

N'' – poydevor tag sathiga qo'yilgan vertikal hisobiy yuk, kN;
 A_f – poydevorning asosi yuzasi, m^2 ; $M_{x''}$ va $M_{y''}$ – hisobiy yukdan poydevor bosh inersiya o'qlarga nisbatan momentlar, kNm;
 I_x va I_y – poydevor asosining x va y o'qlariga nisbatan inersiya momentlari;

N_{II} quyidagicha aniqlanadi:

$$N_{II} = N_o'' + Nf'' + Ngr'' \quad (20.19)$$

bunda: N_o'' – II chegaraviy holat bo'yicha poydevor ustiga qo'yilgan yuk, kN; N_g'' – poydevor tokchalaridagi gruntning hisobiy og'irligi, kN;

$$P_{\max}''; \min'' = \frac{N_{II}}{A_{\phi}} \cdot \left(1 \pm \frac{6e_x}{\lambda} \pm \frac{6e_y}{b} \right) \quad (20.20)$$

Eksentrisitetlar quyidagi ifoda yordamida aniqlanadi:

$$e_x = \frac{M_{xI}}{N_I} ; \quad e_y = \frac{M_{yI}}{N_I}$$

Agar moment bitta bosh inersiya o'qiga ta'sir etsa, 2.18-formula quyidagicha yoziladi:

$$P_{\max}'' / \min'' = \frac{N_{II}}{A_{\phi}} \cdot \left(1 \pm \frac{6e}{b} \right) \quad (20.21)$$

Bunda: $e = \frac{M_I}{N_I}$; b – moment ta'siri yo'nalishi bo'yicha poydevor uzunligi.

20.4. Egilishga ishlaydigan poydevorlarni hisoblash asoslari

Bikr poydevorlardan tashqari, egiluvchan poydevorlar ham qurilishda keng qo'llaniladi. Poydevor balandligi uning uzunligiga nisbati 1/3 dan katta bo'lsa, mutlaq bikr, kichik bo'lsa egiluvchan deb hisoblanadi. Bunday poydevorlarga tasmasimon temir-beton yaxlit to'shama va boshqalar kiradi.

Hozirgi zamonda egiluvchan poydevorlar asosan, ikkita usulda hisoblanmoqda:

1) bino va inshootlarning faqat poydevori ostidagi deformatsiyasini hisobga oladigan, mahalliy elastik deformatsiya usuli;

2) faqat yuklangan maydon emas, balki uning tashqarisidagi cho'kishlarini ham hisobga oladigan umumiy elastik deformatsiya usuli.

Birinchi usul o'ta cho'kuvchan — siqiluvchan qatlam qalinligi uncha katta bo'lmagan gruntlardan poydevorlar barpo etishda, ikkinchisi esa, maydonning o'lchamlari uncha katta bo'lmagan va mustahkam gruntlardan poydevorlar barpo etishda qo'llaniladi.

Agar poydevor o'lchamlari juda katta va cho'kmaydigan jinslar yer sathiga yaqin joylashgan bo'lsa, chegaraviy elastik qatlam nazariyasi yaxshi natijalar beradi ($N=4l$, bunda: N — qatlam qalinligi, l — tasmasimon poydevor uzunligining yarmi).

Vinkler (1867 y.) taklif etgan «Mahalliy elastik deformatsiya» nazariyasi bosim bilan mahalliy deformatsiyaning (Z) to'g'ri proporsionalligiga asoslangan:

$$P_y = C_z Z \quad (20.22)$$

Bunda: P_y — reaktiv bosim; C_z — zaminning elastik siqilish koeffitsienti; Z — poydevor cho'kishi.

Umumiy deformatsiya usuli

Bu usul zamin grunti va poydevorning birgalikda ishlashini aniqlashda elastiklik nazariyasi yechimlariga asoslangan. Grunt elastik jism deb qaraladi.

Yuqoridagilarni e'tiborga olib, poydevor to'voni ostidagi reaktiv bosim aniqlanadi. Grunt chiziqli deformatsiyalanuvchi deb qaralgani uchun elastiklik nazariyasining mos kelgan tenglamasini qo'llash mumkin.

Zamin gruntining cho'kuvchanligini cho'kuvchanlik moduli xarakterlaydi. Zamin reaksiyasini har xil usullar bilan aniqlash mumkin.

«I.A. Simvulidi» usuli. Poydevor tovonni ostidagi reaktiv (passiv) bosim moment va kesuvchi kuchlar oddiy tenglamalar orqali bayon etilgan yuklar balkaning bir qismidan boshqa qismiga o'tishida tenglamaning mos qismlari qo'shiladi yoki ajraladi.

Hisoblash tartibi: gruntning xususiyatlari aniqlanadi; poydevor o'lchamlari belgilanadi; tenglamaning parametrlari va qo'shimcha a'zolarini hamda poydevor tovonni ostidagi reaktiv bosim, moment va kesuvchi kuch; poydevor konstruktiv hisobi amalga oshiriladi.

I.A.Simvulidi tomonidan ko'pchilik yuklanganlik holatlari uchun jadvallar tuzilgan.

«B.N. Jemochkin va A.P. Sinitsin» usullari. Poydevor uzunligi bo'yicha qismlarga bo'linadi, qismlar qancha ko'p bo'lsa, natija shuncha aniq bo'ladi. Reaktiv bosimning egri chiziqli epyurasi har bir qism uchun to'g'ri chiziq bilan almashtiriladi. Keyin har bir qismdagi kuchlanish epyurasi hajmiga teng bo'lgan reaktiv bosim teng ta'sir etuvchi bilan almashtiriladi. Teng ta'sir etuvchi to'sin sterjini tayanchi kuchlanishi deb qabul qilinadi. Bunda sterjenlar kesilib, $x_1, x_2 \dots$ kuchlari bilan almashtiriladi. Kanonik tenglama tuziladi. Tenglamani yechib, sterjenlardagi zo'riqishlar, poydevor tovonni ostidagi reaktiv bosim va poydevor kesimlaridagi kuchlanishlar aniqlanadi.

Sayoz poydevorlar tayyorlanadigan ashyoning ishlashiga bog'liq ravishda bikr va egiluvchan turlarga bo'linadilar. Bikr poydevor deganda ularning ashyolari faqat siqilishga ishlaydiganlari tushuniladi.

Egiluvchan poydevorlarda esa ularning ashyolarini nafaqat siqilishga, balki egilishga ham ishlaydi.

Egiluvchan poydevorlar tag sathi o'lchamlari bikr poydevorlar uchun berilgan ifodalar yordamida aniqlanadi. Bundan tashqari bu poydevorlarda balandligi h , ostki pog'onasining balandligi h_n hamda armatura yuzasi aniqlanadi:

$$h = \frac{N}{4 \cdot d \cdot R} \quad (20.23)$$

Bunda: d – ustunning diametri;

R – hisobiy qarshilik.

Poydevorning bikrligi quyidagi shartdan aniqlanadi: $b \leq B_2$

$$B_2 = b + 2h \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (20.24)$$

bunda: B_2 – poydevorning chegaraviy eni;

b – poydevor eni;

h – poydevorning balandligi;

α – poydevorning bosim tarqalish chizig'i.

α ning qiymati yirik toshli poydevorlar – 0.67, beton poydevorlari – 0.75, temir-beton poydevorlar – 1 ga teng.

Agar poydevor tag yuzasi tasmaimon bo'lmay, to'rtburchak shaklida bo'lsa, u holda uning kichik eni b quyidagicha aniqlanadi:

$$b = \sqrt{\frac{N}{(R_0 - \gamma_{uz.yz} \cdot d_{fn}) \cdot x}} \quad (20.25)$$

Bunda: $x = \frac{a}{b}$ teng to'rtburchak shaklidagi $b_{pr} > b$ poydevor-ga xos.

Ostki pog'ona balandligini aniqlash. Trapetsiya shaklida siqilishga ishlaydi. Poydevor ostki pog'onasi balandligi mazkur qurilma uchun eng xavfli bo'lgan kesma bo'yicha aniqlanadi. Chunki bu kesma eng yuqori zo'riqish chegarasidan o'tadi.

$$h_n = \frac{P_{\varphi} [B - b - 2(h - a)]}{1,8 R_{cx}} \quad \text{bunda } P_{gr} = P_{urm} - P_x \quad (20.26)$$

Armaturaning yuzasi:

$$A_s = \frac{M_{I-I}}{0,9 \cdot h_0 \cdot R_s} \quad (2.27)$$

Bunda: h_0 – poydevor balandligi (ishchi);

R_s – armaturaing hisobiy qarshiligi.

21-bob. ZILZILABARDOSH ZAMINLARNI HISOBLASH VA LOYIHALASH

21.1. Zilzilabardosh zaminlarni hisoblash va loyihalash asoslari

Zilzila – tabiiy ofat bo‘lib, undan yer sharining juda ko‘p rayonlari zarar ko‘radi. Kuchli zilzilalar quruqlikda tog‘larning yemirilishi va o‘pirilishiga olib kelib, butunlay yo‘qolib ketishiga va ularning o‘rniga yangidan-yangi ko‘llar, botqoqliklar hosil bo‘lishiga, daryo o‘zanlarining tubdan o‘zgarishiga va hokazolarga olib kelsa, dengiz va okeanlarda esa kuchli to‘lqinlar hosil qilib atrof quruqliklarni yuvib ketadi.

O‘z-o‘zidan ma‘lumki, bunday ofat natijasida ko‘plab qo‘l mehnati bilan bunyod etilgan boyliklar yo‘qolib ketadi.

Zilzilaning eng xavfli tomoni, uning to‘satdan yuz berib ko‘pincha halokatli tugashidir. Bu halokatning eng asosida bino va inshootlarning buzilishi yotadi.

Zilzila xavfini yo‘qotishga hozircha erishilmagan ekan, uning ta‘sirini kamaytirish yo‘llaridan biri zilzilaga chidamli bino va inshootlar qurishdan iboratdir.

Zilzila yuz beradigan rayonlarda quriladigan bino va inshootlar kelajakda ta‘sir etishi mumkin bo‘lgan seysmik kuchlarga hisoblangan bo‘lishi kerak:

Hisoblashlarda zilzila kuchi quyidagicha ifodalanadi:

$$k_c = \frac{\alpha_{\max}}{g} \quad (21.1)$$

Bunda: α_{\max} – seysmik tebranish, mm/s²; g – jismning erkin tushish tezlanishi mm/s².

Zilzila kuchini ifodalovchi 12 ballik seysmik shkala ko‘rsatkichi mavjud bo‘lib, 6 balldan kichik ta‘sir inshoot qurilishida hisobga olinmaydi, 9 balldan yuqori zilzila bo‘ladigan joylarda qurilish ishlari olib borilishi man etiladi.

Zilzila kuchlari inersiya holatida bo'lib, u yuz bergan vaqtda yer ustki qismining tebranishi natijasida vujudga keladi. Zilzila o'chog'i nihoyatda murakkab sharoitda yer qatlamining chuqur joylarida yuz beradigan surilishlar va siljishlar markazi (gipotsentr) odatda, 20–50 km va undan ortiq chuqurlikda joylashadi.

Ma'lum chuqurlikda yuz beradigan siljishlar, yer qatlami bo'yicha siqilib-cho'ziluvchan bo'ylama va ko'ndalang egiluvchan to'lqinlar hosil qiladilar. Bu to'lqinlarning taralishi tezligi grunt turiga bog'liq bo'lib, ularning o'rtacha qiymatlari, o'ta namli qumlar uchun – 150–200 m/sek; yirik sochiluvchan tosh, shag'allar uchun – 600–800 m/sek; loyli gruntlar uchun – 1400–1800 m/sek; yaxlit tog' jinslari uchun – 250–4000 m/sek va hokazodan iborat.

Tirgovich devorlar va poydevorlarni loyihalashda seysmik kuchni hisobga olish

Hisoblashlarda seysmik ta'sirning yer usti qurilmalarga ta'siri va inersiya kuchining yer osti qurilmalariga ta'siri hisobga olinadi.

Tirgovich devorga ta'sir etadigan q_{ac} va q_{pc} aktiv va passiv bosimlar seysmik ta'sirni hisobga olib amalga oshiriladi.

$$q_{ac} = [1 + K_c \cdot tg \cdot (45^\circ + \varphi_{\frac{1}{2}})] \cdot \sigma_a \quad (21.2)$$

$$q_{pc} = [1 - K_c \cdot tg \cdot (45^\circ - \varphi_{\frac{1}{2}})] \cdot \sigma_p \quad (21.3)$$

Bunda: K_c – seysmiklik koeffitsienti yer qimirlash kuchiga bog'liq bo'ladi. 7 ball – 0,025; 8 ball – 0,05; 9 ball – 0,10 ga teng bo'ladi.

φ_1 – gruntni turg'unlikka hisoblashdagi ichki ishqalanish burchagi; σ_a , σ' – statik holdagi aktiv va passiv bosimlar.

To'lqin o'tishi natijasida gruntda qo'shimcha gorizontaal normal σ' urinma τ_h kuchlanish hosil bo'ladi, bularni quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_h &= \pm \frac{1}{2\pi} \cdot K_c \cdot \gamma_s \cdot C_p \cdot T_0 \\ \tau_h &= \pm \frac{1}{2\pi} \cdot K_c \cdot \gamma_c \cdot C_s \cdot T_0 \end{aligned} \right\} \quad (21.4)$$

Bunda: γ_s – gruntning solishtirma og‘irligi; C' , C_s – bo‘ylama va ko‘ndalang tarqalish tezligi; T_0 – yer tebranishlarining eng ko‘p bo‘lgandagi tebranish davri.

Bundan tashqari seysmik kuch ham hisobga olinadi:

$$S_{ik} = Q_k \cdot m_i \cdot k_c \cdot \beta_t^0 \cdot \eta_{ik} \quad (21.5)$$

Bunda: Q_k – k nuqtaga qo‘yilgan yukning qiymati; m_i – 1 dan 1,5 gacha o‘zgaradigan va imoratning javobgarlik sinflariga bog‘liq koeffitsient; $\beta_t^0 \cdot \eta_{ik}$ – keltirilgan dinamik koeffitsient. Tirgovich devor uchun $\beta_t^0 \cdot \eta_{ik} = 1,5$ Tebranish shaklini hisobga oladi.

21.2. Qurilish maydonining zilzilabardoshligi

Inshoot zaminning zilzilaga mustahkamligini aniqlashda to‘lqinlar ta’siri natijasida hosil bo‘luvchi seysmik tebranishning yuqori qiymati (α_{max}) asosiy rol o‘ynaydi. Shuning uchun hisob ishlarida seysmik tezlanishning yuqori qiymatini to‘g‘ri va aniq belgilash juda katta ahamiyat kasb etadi.

Bu maqsadda aholi yashaydigan yirik punktlarda hamda katta ahamiyatga ega bo‘lgan sanoat va gidrotexnika qurilish obyektlarida maxsus geologik va gidrogeologik qidiruv ishlari olib boriladi. Bu qidiruv ishlari natijasida kuzatilgan rayon uchun yirik masshtabli xarita tuzilib, unda turli gruntlar o‘ziga xos ballar bilan ifodalanadi. Seysmik xaritalar umumiy asosga tayanib tuziladi. Bunda yuqoridagilarni hisobga olib gruntlarning seysmik xususiyatlari asos qilib olinadi. «Seysmomikrorayon» xaritasi deb ataluvchi bunday xaritalardan maydonning zilzilaga nisbatan mustahkamligini va qurilish ishlari olib borish uchun qulay bo‘lgan maydondan foydalaniladi.

Gruntlarning zilzila balini aniqlashda S.V. Medvedev taklif etgan quyidagi ifodadan foydalaniladi:

$$k=1,67[\lg(U_m \cdot \rho_m) - \lg(U_k \cdot \rho_k)] \quad (21.6)$$

Bunda: k – hisoblash balining mezon gruntiga nisbatan ortiq yoki kamligi; U_k , U_m – kuzatuv olib borilayotgan va mezon gruntlarda zilzila to‘lqinlarining tarqalish tezligi; ρ_k , ρ_m – kuzatuv olib borilayotgan va mezon gruntlar zarrachalarining zichligi.

«Zilzilabardosh zaminlar» usuli

Keyingi vaqtda kuchli zilzilalar yuz beradigan joylarda ko‘plab turli inshootlar bunyod etilishi sababli ularning seysmik jihatdan mustahkamligini ta‘minlash asosiy vazifadir.

Har qanday zaminning zilzilaga mustahkamlik holatini aniqlashda gruntlarning fizik-mexanik va mustahkamlik ko‘rsatkichlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘lib qoldi.

Qurilish maydonining zilzilaga mustahkamligi «Zilzilabardosh zaminlar» usulidan topiladi. Bu usulga asosan har qanday qurilish maydonining zilzilabardoshligi shu maydon tashkil topgan gruntlarning fizik-mexanik va mustahkamlik ko‘rsatkichlari va inshootning zamanga ta‘sir etuvchi bosim qiymati hisobga olingan holda aniqlanadi. Bunda qurilish maydonining hisobiy zilzila bali shu maydon joylashgan joyning belgilangan baldan ortiq yoki kamligi seysmik mustahkamlik koeffitsienti orqali ifodalanadi:

$$k_m = \frac{\alpha_m}{\alpha_c} \quad (21.7)$$

Bunda: α_s – qurilish maydoni joylashgan joy uchun belgilangan eng kuchli zilzila tezlanishi;

α_m – muvozanat tezlanishi.

Muvozanat tezlanishi deb shunday zilzila tebranishiga aytiladiki, uning ta‘sirida tebranayotgan grunt o‘z mustahkamligini

saqlaydi. Shuning uchun zaminga ta'sir etayotgan zilzila tezlanishi qiymati muvozanat tezlanishidan yuqori bo'lsa, u holda grunt o'z mustahkamligini yo'qotib, zarrachalar o'rtasida o'zaro zichlashuv yuz beradi.

Muvozanat tezlanishi quyidagicha aniqlanadi:

$$a_m = \frac{2\pi \cdot g \cdot (\delta \cdot \operatorname{tg} \varphi_w + c_v)}{\gamma_w \cdot T \cdot U_m} \quad (21.8)$$

Bunda: g — jismning erkin tushish tezlanishi; δ — grunt og'irligidan va inshootdan kuzatuv olib borilayotgan sathga ta'sir etuvchi tik bosim qiymati; φ_w — gruntning ichki ishqalanish burchagi; c_v — bog'lanish kuchi; T — tebranish davri; U_m — zilzila ko'ndalang to'lqinlarining tezligi.

Zilzilaga chidamli maydon axtarishda asosan qulay yoki noqulay grunt sharoitlariga ahamiyat beriladi.

Odatda, zilzilaga chidamli bo'lgan qulay gruntlarga, buzilmagan yaxlit tog' jinslari, zich joylashgan, kam namli yirik mayda zarrachali gruntlar kiradi. Shu bilan birga tik qiyaliklar, zax chuqurliklar va tekisliklar, shuningdek, to'la namlangan mayda zarrachali qumlar, plastik holatdagi loylar, sog' tuproqli gruntlar zilzila jihatidan noqulay hisoblanadi.

Zilzila yuz bergan vaqtda grunt qatlamlari bo'ylab turlicha bo'ylama, ko'ndalang va yer yuzasi bo'yicha tarqaluvchi to'lqinlar hosil bo'lib, ularning grunt zarrachalariga va ular orasidagi suv va gazlarga ta'siri natijasida siqilish-cho'zilish va siljish kuchlanishlari vujudga keladi. Bu vaqtda grunt egiluvchan deformatsiya ta'sirida bo'lishi bilan birga, ba'zi hollarda uning strukturasi buzilib, zarrachalar o'zaro zichlanishlari ham mumkin.

X.Z. Rasulov ishlab chiqqan «namlangan gruntlar strukturasi zilzila ta'sirida buzilishi» haqidagi nazariyaga asosan o'ta namlangan zarrachalari o'zaro bog'langan gruntlarga zilzila ta'sir etganda, bu ta'sir birinchi navbatda grunt zarrachalarini bir-biriga

bog‘lab turuvchi kuch orqali qabul qilinadi. Qachonki, bu kuch siljituvchi seysmik kuchlanishlar ta‘sirida yengilmas ekan, grunt kvazi qattiq jism holida tebranishda davom etadi va grunt zarrachalari orasidagi bog‘lanishlar faqat egiluvchan xususiyatga ega bo‘ladi.

Bundan esa zarrachalari o‘zaro bog‘langan gruntlar strukturasining seysmik kuchlanish ta‘sirida buzilish tabiati tebranish davrida gruntning siljishga qarshi mustahkamlik ko‘rsatkichlari o‘zgarishiga bog‘liq bo‘ladi degan xulosa kelib chiqadi.

Gruntlarning siljishga qarshi ko‘rsatkichlari, ularning siljituvchi tashqi kuchlarga nisbatan bo‘lgan asosiy mustahkamligi bo‘lib, ular har qanday bosimga va grunt zarrachalarining o‘zaro bog‘lanish holatlariga qarab o‘zgaruvchan bo‘ladilar.

Gruntlarning siljishga qarshi mustahkamligi masalasi zarrachalari o‘zaro bog‘langan gruntlarda zarrachalari bog‘lanmagan gruntlarga nisbatan ancha murakkabdir. Bu murakkablik bunday gruntlar zarrachalari umumiy holda yumshoq plastik (kolloid C_w) va qattiq kristall holatdagi C_c bog‘lanish kuchlari bilan bog‘langan bo‘lib, ularning tabiati yetarlicha o‘rganilmagandadir.

Shu bilan birga ma‘lum sharoitlarda bunday gruntlarda yumshoq plastik, ba‘zan esa qattiq kristall bog‘lanishlar siljishga mustahkamlikni aniqlashda asosiy rol o‘ynashi ma‘lumdir.

Turli gruntlar ustida olib borilgan ko‘plab tekshiruvlar natijasidan shu narsa kelib chiqadiki, namlangan va o‘ta namlangan gruntlar siljishga qarshi mustahkamlik kuchini ko‘pincha yumshoq plastik holatidagi bog‘lanishlar hal qiladi. Shuning uchun siljituvchi seysmik kuchlanishlar ta‘sirida gruntning qarshiligini o‘rganishda ko‘pincha yumshoq plastik bog‘lanishga ko‘proq ahamiyat berishga to‘g‘ri keladi. Yumshoq plastik bog‘lanishlarning asosiy kuchi grunt zarrachalari sirtini o‘rab turuvchi suv qatlamlarining o‘zaro tortish kuchiga bog‘liqdir.

21.3. Zaminlarning zilzilabardoshligini oshirishga qaratilgan tadbirlar

Zaminlarni zilzilaga nisbatan mustahkamligini oshirishga qaratilgan tadbirlar turlichadir. Ularning ba'zilar zamin gruntlarining zilzilaga qarshi mustahkamligini oshirishga yo'nalgan bo'lsa (gruntning mustahkamlik ko'rsatkichlari, ya'ni φ va C qiymatlarini sun'iy yo'llar bilan ko'paytirish orqali), boshqalari esa inshootning zilzilaga bardoshligini oshirishga (inshootdan uzatilayotgan tik yo'nalgan kuchlanishlarni va poydevor chuqurligini oshirish yo'li bilan) qaratilgan.

Gruntlarning mustahkamlik ko'rsatkichlarini oshirish tadbirlari

Gruntning mustahkamlik ko'rsatkichlari φ , C_w ni oshirish bevosita muvozanat tezlanishi α_m ning va zamin mustahkamlik koeffitsienti k_m ni oshiradi. Koeffitsient k_m (21.7.) formula orqali aniqlanadi.

Bu maqsadda quyidagi tadbirlar olib boriladi:

- bo'sh grunt qatlamini zichlash;
- grunt zarrachalari orasidagi bog'lanish kuchi qiymatini kimyoviy yo'llar bilan oshirish;
- grunt zarrachalari orasidagi bog'lanish kuchini issiqlik ta'sirida oshirish;
- yerosti suvlarini zamin atrofidan chetlashtirish va boshqalar.

Inshoot loyihasi bilan bog'liq bo'lgan tadbirlar. Zaminlarning zilzilabardoshligini inshoot atrofini qo'shimcha yuklash va bo'sh g'ovak gruntlar qatlamini qisqartirish yo'li bilan ham oshirish mumkin. Inshoot atrofini qo'shimcha yuklash usuli zaminlarning yuk ta'siri ostidagi qismining atrof qismlariga nisbatan mustahkamlik xossasiga asoslangan. Ma'lumki poydevor uchun qazilgan chuqur ko'pincha shu joydan olingan grunt bilan to'ldiriladi.

Poydevor atrofiga to'kilgan gruntlarning ustidan zilzilaga ko'proq chidamli ashyolar bilan yuklash maqsadga muvofiq. Bunday tadbir to'kilgan gruntlarning muvozanat tevlanishini oshirib, ularning zilzilaga mustahkamligini ham oshiradi.

Inshoot atrofini qo'shimcha yuklash maqsadida, ko'pincha shu inshootning atrofiga joylashtiriladigan ayrim binolar yoki bu maqsadda yirik toshlar va zichlashtirilgan gruntlar ham foyda berishi mumkin.

Bo'sh va g'ovak gruntlar qatlamini kamaytiruvchi tadbirlarga binokorlik tajribasida keng qo'llaniladigan poydevor chuqurligini oshirish yoki qoziqli poydevor qo'llash va hokazolar kiradi.

Chuqur joylashgan poydevorlar har qanday inshoot uchun, sanoat va jamoat, ko'prik ustuni, suv inshootlari va boshqalar uchun ham juda qo'l keladi. Bunda chuqur joylashgan poydevorlar yordamida qo'shimcha yerto'lalar hosil bo'lib, ular keltiradigan foydani nazarda tutganda maqsadga muvofiq bo'lishi mumkin.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, chuqur poydevorlar qo'llanilganda inshootdan tushayotgan bosim zaminning chuqur va pishiq, ko'p yuk ko'taruvchi qatlamlariga uzatilib, bu bilan inshootning umumiy mustahkamligi ta'minlanishi shubhasiz.

Shunday qilib, chuqur joylashgan poydevorlar va ustun qoziqlar ishlatishdan asosiy maqsad bo'sh va g'ovak gruntlar qatlamini qisqartirish yo'li bilan zaminlarning zilzilabardoshligini oshirishdan iborat.

Xulosa qilib shuni aytish kerakki, zaminlarning zilzilabardoshligini oshirishning yuqorida aytib o'tilgan tadbirlari binokorlik tajribasida foydalaniladigan tadbirlarning ayrimlari bo'lib, ularning soni har bir alohida sharoitga mos ravishda oshib borishi mumkin.

Nazorat savollari:

1. Gruntning me'yoriy va hisobiy muzlash chuqurligi deb nimaga aytiladi?
2. Poydevor chuqurligiga ta'sir etadigan omillar.
3. Poydevorlar turlarini aytib bering.
4. Tabiiy zaminda sayoz joylashgan poydevor qanday turlarga bo'linadi?
5. Qaysi hollarda tasmaimon va alohida turuvchi poydevorlar qo'llaniladi?
6. Qanday gruntlarda yassi to'qima poydevorlar qo'llaniladi?
7. Qanday hollarda tasmaimon poydevorlarda cho'kish choklari qo'llaniladi?
8. Temir-beton va beton poydevorlarining qanday afzalliklari bor?
9. Poydevorlarda qiyshayish burchagi nima uchun aniqlanadi?
10. Markaziy va nomarkaziy siqilishga ishlaydigan poydevorlarning ezilishiga hisoblash tartibi.

Teng tomonli burchak po'lat. GOST 8509-86 dan olingan shartli belgilar

I — inersiya momenti

b — tomonning eni

tw — devor qalinligi

i — inersiya radiusi

O'lchamlar, mm	Kesim yuzasi A, sm ²	I m og'irligi kg/m	Markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham z ₀ sm	O'q x - x		O'q	O'q x ₀ - x ₀		O'q		Ikki burchakli uchun inersiya radiusi Imm da.		
				I _x sm ⁴	i _x sm	I _{x1} sm ⁴	x ₁ -x ₂	I _{x0} sm ⁴	i _{x0} sm	I _y sm ⁴	i _{y0} sm	10	12
50	4,8	3,77	1,42	11,2	1,53	20,9	17,8	1,92	4,63	0,98	2,45	2,63	2,61
56	5,41	4,25	1,57	16	1,72	29,2	25,4	2,16	6,59	1,1	2,69	2,77	2,85
63	6,13	4,81	1,74	23,1	1,94	41,5	36,6	2,44	9,52	1,25	2,96	3,04	3,12
70	7,28	5,72	1,78	27,1	1,93	50	42,9	2,43	11,2	1,24	2,99	3,06	3,14
75	8,15	6,39	1,94	31,9	2,16	56,7	50,7	2,72	13,2	1,39	3,23	3,3	3,38
80	9,38	7,36	2,06	46,6	2,3	83,9	73,9	2,9	16,4	1,49	3,42	3,49	3,57
80	10,8	8,51	2,23	57	2,47	102	90,4	3,11	23,5	1,58	3,65	3,72	3,8
90	12,3	9,64	2,47	65,3	2,45	119	104	3,09	27	1,58	3,67	3,75	3,82
100	13,8	10,8	2,71	94,3	2,77	169	150	3,49	38,9	1,78	4,06	4,13	4,21
100	15,6	12,2	2,75	147	3,08	231	207	3,88	54,2	1,98	4,45	4,52	4,6
110	17,2	13,5	2,83	179	3,07	265	233	3,87	60,9	1,98	4,47	4,54	4,62
110	17,2	13,5	3	198	3,05	333	284	3,84	74,1	1,96	4,52	4,59	4,67
					3,39	353	315	4,28	81,8	2,18	4,87	4,95	5,02

I-ilovaning davomi

O'lchamlar, mm	Ke- sim yu- zasi A sm ²	Im og'ir- ligi kg/m	Markaz og'irli- gigacha bo'lgan o'lcham z ₀ sm	O'q x-x		O'q	O'q x ₀ -x ₀		O'q u ₀ -u ₀		Ikkita burchakli uchun inersiya radiusi l mtr da.		
				I ^x sm ⁴	i _x sm	I ^{x₁} sm ⁴	I ^{x₀} sm ⁴	i _{x₀} sm	I ^y sm ⁴	i _{y₀} sm	10	12	14
125	22	17,3	3,4	327	3,86	582	520	4,86	135	2,48	5,48	5,56	5,63
	24,3	19,1	3,45	360	3,85	649	571	4,84	149	2,47	5,52	5,58	5,66
140	27,3	21,5	3,82	512	4,33	911	814	5,46	211	2,78	6,12	6,19	6,26
	31,4	24,7	4,3	774	4,96	1356	1229	6,25	319	3,19	6,91	6,97	7,05
160	37,4	29,4	4,39	913	4,94	1633	1450	6,23	376	3,17	6,95	7,02	7,09
	38,8	30,5	4,85	1216	5,6	2128	1933	7,06	500	3,59	7,74	7,81	7,83
180	42,2	33,1	4,89	1317	5,59	2324	2093	7,04	540	3,58	7,76	7,83	7,9
	47,1	37	5,37	1823	6,22	3182	2896	7,84	749	3,99	8,55	8,62	8,69
200	50,9	39,9	5,42	1961	6,21	3452	3116	7,83	805	3,98	8,58	8,64	8,71
	54,6	42,8	5,46	2097	6,2	3722	3333	7,81	861	3,97	8,6	8,66	8,73
16	62	48,7	5,54	2363	6,17	4264	3755	7,78	970	3,96	8,64	8,7	8,77
20	76,5	60,1	5,7	2871	6,12	5355	4560	7,72	1182	3,93	8,72	8,79	8,86
25	94,3	74	5,89	3466	6,06	6733	5494	7,63	1438	3,91	8,81	8,88	8,95
30	111,5	87,6	6,07	4020	6,0	8130	6351	7,55	1688	3,89	8,9	8,97	9,05

Tengsiz tomonli burchak po'lat GOST 8510—86 dan olingan shartli belgilar

V — katta tomonning eni I — inersiya momenti

b — kichik tomonning eni i — inersiya radiusi

t — tomonning qalinligi

O'chamlar, mm	Ke- sim yu- zasi		Im og'ir- ligi kg/m	Markaz og'irligigacha bo'lgan o'icham		O'q x-x		O'q u-u		O'q i-i	Ikkita bur- chakli uchun i_u inersiya radiusi t mm da					
	V	b		t	Y_0 , sm	x_0 , sm	I_x , sm ⁴	i_x , sm	Iu sm ⁴		i_u , sm	10	12	14		
75	50	5	4,79	2,39	1,17	34,8	2,39	12,5	1,43	1,09	2,2	2,28	2,36	3,75	3,83	3,9
90	56	6	6,7	2,95	1,28	70,6	2,88	21,2	1,58	1,22	2,38	2,45	2,53	4,49	4,57	4,65
100	63	6	7,53	3,23	1,42	98,3	3,2	30,6	1,79	1,38	2,62	2,7	2,77	4,92	4,99	5,07
		7	8,7	3,28	1,46	113	3,19	35	1,78	1,37	2,64	2,72	2,78	4,95	5,02	5,1
110	70	8	10,9	3,61	1,64	172	3,51	54,6	1,98	1,52	2,92	2,99	3,07	5,41	5,49	5,56
125	80	8	12,5	4,05	1,84	256	4	83	2,28	1,75	3,27	3,34	3,41	6,06	6,13	6,21
		10	14,1	4,49	1,92	312	3,98	100	2,26	1,74	3,31	3,37	3,46	6,11	6,19	6,27
140	90	8	17,5	4,58	2,03	364	4,49	120	2,58	1,98	3,61	3,69	3,76	6,72	6,79	6,86
		10	18	4,58	2,12	444	4,47	146	2,56	1,96	3,67	3,74	3,82	6,77	6,84	6,92
160	100	9	19,8	5,19	2,23	606	5,15	186	2,85	2,2	3,95	4,02	4,09	7,67	7,75	7,82
		10	22,9	5,23	2,28	667	5,13	204	2,84	2,19	3,97	4,04	4,12	7,69	7,77	7,84
180	110	10	23,6	5,32	2,36	784	5,11	239	2,82	2,18	4,02	4,09	4,16	7,74	7,82	7,9
		12	22,2	5,88	2,44	952	5,8	276	3,12	2,42	4,29	4,36	4,43	8,62	8,7	8,77
	110	10	26,4	5,97	2,52	1123	5,77	324	3,1	2,4	4,33	4,4	4,47	8,67	8,75	8,22
		12	27,4	6,5	2,79	1449	6,45	446	3,58	2,75	4,86	4,93	5	9,51	9,59	9,66

200	125	11	37,9	29,7	6,54	2,83	1568	6,43	482	3,57	2,74	4,88	4,95	5,02	9,54	9,62	9,68
		12	43,9	34,4	6,62	2,91	1801	6,41	551	3,54	2,73	4,92	4,99	5,06	9,58	9,65	9,73
		14	49,8	39,1	6,71	2,99	2026	6,38	617	3,52	2,72	4,95	5,03	5,1	9,63	9,7	9,78
		16															

Qo'shtavrlar GOST 8239-72 dan olingan shartli belgilar

Profil-ning nomeri	I m og'irligi kg/m	O'lchamlar, mm				Kesim yuzasi A, sm ²	O'q x-x			O'q u-u			I _k sm ⁴	
		h	b	t _w	t		R	I _x sm ⁴	W _x sm ³	i _x sm	S _x sm ³	I _y sm ⁴		W _y sm ³
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7	198	39,7	4,06	23	17,9	6,49	1,22	2,28
12	11,5	120	64	4,8	7,3	7,5	350	58,4	4,88	33,7	27,9	8,72	1,38	2,88
14	13,7	140	73	4,9	7,5	8	572	81,7	5,73	46,8	41,9	11,5	1,55	3,59
16	15,9	160	81	5	7,8	8,5	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7	4,46
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88	5,6
20	21	200	100	5,2	8,4	9,5	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07	6,92
22	24	220	110	5,4	8,7	10	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27	8,6
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37	11,1
27	31,5	270	125	6	9,8	11	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54	13,6
30	36,5	300	135	6,5	10,2	12	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69	17,4
33	42,2	330	140	7	11,2	13	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79	23,8
36	48,6	360	145	7,5	12,3	14	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89	31,4
40	57	400	155	8,3	13	15	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03	40,6
45	66,5	450	160	9	14,2	16	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09	54,7
50	78,5	500	170	10	15,2	17	39727	1598	19,1	919	1043	123	3,23	75,4

h — to'sin balandligi

b — tokhasini eni

t_w — devor qalinligi

t — tokhasining o'rtaqa qalinligi

R — ichki aylanish radiusi

I — inersiya momenti

W — moment qarshiligi

S — statik momenti

i — inersiya radiusi

I_k — buralishdagi inersiya momenti

Shvelletlar GOST 82.40-72 dan olingan shartli belgilar

Profil-ning nomeri	l m	O'lchamlar, mm				Kesim yuzasi A, sm ²	O'q x-x				O'q u-u				I _k sm ⁴
		h	b	t _w	t		R	I _x sm ⁴	W _x sm ³	i _x sm	S _x sm ³	I _y sm ⁴	W _y sm ³	i _y sm	
5	4,84	50	32	4,4	7	6	22,8	9,10	1,92	5,59	5,61	2,75	0,954	1,16	1
6,5	5,9	65	36	4,4	7,2	6	48,6	15	2,54	9	8,7	3,68	1,08	1,24	1,2
8	7,05	80	40	4,5	7,4	6,5	89,4	22,4	3,16	13,3	12,8	4,75	1,19	1,31	1,52
10	8,59	100	46	4,5	7,6	7	174	34,8	3,99	20,4	20,4	6,46	1,37	1,44	1,96
12	10,4	120	52	4,8	7,8	7,5	304	50,6	4,78	29,6	31,2	8,52	1,53	1,54	2,56
14	12,3	140	58	4,9	8,1	8	491	70,2	5,6	40,8	45,4	11	1,7	1,67	3,19
16	14,2	160	64	5	8,4	8,5	747	93,4	6,42	54,1	63,3	13,8	1,87	1,8	3,97
18	16,3	180	70	5,1	8,7	9	1090	121	7,24	69,8	86	17	2,04	1,94	4,87
20	18,4	200	76	5,2	9	9,5	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,2	2,07	5,9
22	21	220	82	5,4	9,5	10	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21	7,48
24	24	240	90	5,6	10	10,5	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,6	2,42	9,6
27	27,7	270	95	6	10,5	11	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47	11,98
30	31,8	300	100	6,5	11	12	5810	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52	14,98
33	36,5	330	105	7	11,7	13	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59	19,21
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68	25,1
40	48,3	400	115	8	13,5	15	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75	32,41

I — inersiya momenti

W — moment qarshiligi

S — statik momenti

i — inersiya radiusi

I_k — buralishdagi inersiya momenti

u — o'qigacha bo'lgan o'lcham

h — to'sin balandligi

b — tokchasing eni

t_w — devor qalinligi

t — tokchasing o'rtacha qalinligi

R — ichki aylanish radiusi

Z₀ — tashqi yuzadan

Qo'shtavrlar va tavrilar parallel tokchali GOST 535-88 dan olingan

Tavrdagi o'lichamlar qo'shtavrdagining yarmiga teng.

B — normal profilli to'sin; Sh — keng tokchali; K — ustunbop.

5-ilova

Profilning nomi	Qo'shtavrlar										Tavrilar					
	h, mm	A, sm ²	q, kg/m	O'q x-x			O'q u-u			Qo'shtavrlar va tavrilar			O'q x ₁ -x ₁	Profilning nomeri		
				I _x sm ⁴	W _x sm ³	i _x sm	I _u sm ⁴	W _u sm ³	i _u sm	b, mm	t _w mm	t _f mm			z ₀ sm	I _{xt} sm ⁴
20 BI	198	25,7	20,2	1730	174	8,19	127	25,2	2,22	100	5,2	7,6	2,23	63,6	2,87	10 BI
23 BI	227,3	30,1	23,6	2660	234	9,41	176	32	2,42	110	5,4	7,9	2,59	87,9	3,34	11,5 BI
26 BI	257,6	35,3	27,7	4020	312	10,7	246	40,9	2,64	120	5,6	8,5	2,91	123	3,78	13 BI
30 BI	297,6	41,5	32,6	6320	424	12,3	390	55,5	3,06	140	5,8	8,5	3,37	195	4,42	15 BI
35 BI	346,6	48,7	38,2	10000	577	14,3	547	70,6	3,35	155	6	8,8	3,98	274	5,21	17,5 BI
40 BI	395,8	60,1	47,2	15810	799	16,8	736	89,2	3,5	165	6,8	9,8	4,73	368	6,02	20 BI
45 BI	445,4	74,6	58,5	24690	1110	18,2	1070	119	3,79	180	7,6	11	5,39	536	6,8	22,5 BI
50 BI	495,1	91,8	72,1	37670	1520	20,3	1630	163	4,22	200	8,44	12,2	5,99	816	7,57	25 BI
55 BI	545,2	110	86,3	54480	2000	22,3	2280	212	4,55	215	9,2	13,7	6,62	1140	8,34	27,5 BI
60 BI	594,2	131	103	77430	2610	24,3	3130	272	4,88	230	10	15,4	7,18	1570	9,06	30 BI
70 BI	693,6	162	140	146000	3630	27,9	4550	350	5,31	260	11,5	15,5	8,98	2280	10,8	35 BI
80 BI	791,6	197	155	194370	4910	31,4	5670	420	5,36	270	13	17,2	10,8	2830	12,5	40 BI
90 BI	893,2	245	193	309020	6920	35,5	9270	598	6,15	310	14,3	18,6	12,1	4640	14,1	45 BI
100 BI	990	289	227	442460	8940	39,1	11510	720	6,31	320	15,5	21	13,7	5760	15,7	50 BI

5-ilovani davomi

Profil-ning nomeri	Qo'shtavrlar										Qo'shtavrlar va tavrilar				Tavrilar		Profil-ning nomeri
	h, mm	A, sm ²	Q, kg/m	O'q x-x			O'q u-u			b, mm	t _w , mm	t _f , mm	z ₀ , sm	O'q x ₁ -x ₁			
				I _x , sm ⁴	W _x , sm ³	i _x , sm	I _u , sm ⁴	W _u , sm ³	i _u , sm					I _{x1} , sm ⁴	i _{x1} , sm		
20 SHI	191,8	37,1	29,2	2510	261	8,22	479	63,9	3,59	150	5,8	8,5	1,76	239	2,51	10 SHTI	
26 SHI	250,8	54,6	42,8	6280	501	10,7	993	110	4,27	180	6,8	10,2	2,34	497	3,34	13 SHTI	
30 SHI	291	67,7	53,2	10460	719	12,4	1500	150	4,7	200	7,5	11,2	2,76	748	3,93	15 SHTI	
35 SHI	338,6	94	73,8	19960	1180	14,6	3340	267	5,96	250	8,5	12,8	3,07	1670	4,5	17,5SHTI	
40 SHI	388,6	124	97	34850	1790	16,8	6400	426	7,19	300	9,5	14,2	3,44	3200	5,13	20 SHTI	
50 SHI	484,2	143	112	60510	2500	20,6	6760	451	6,88	300	10,4	15	4,8	3380	1	25 SHTI	
60 SHI	579,4	179	140	106520	3680	24,4	9300	581	7,21	320	11,6	17	6,03	4650	8,34	30 SHTI	
70 SHI	683	213	167	171660	5030	28,4	10510	657	7,02	320	12,8	19,2	7,63	5260	10,1	35 SHTI	
80 SHI	779,2	258	203	265170	6810	32	13790	811	7,3	340	14,5	21	9,17	6900	11,8	40 SHTI	
90 SHI	882	310	244	402160	9120	36	17940	997	7,6	360	16	23	10,7	8970	13,5	45 SHTI	
100SHI	978	369	290	590550	12080	40	26740	1340	8,51	400	17	25	11,8	13370	14,9	50 SHTI	
20 K1	194,4	51,7	40,6	3730	383	8,49	1310	131	5,03	200	6,3	9,8	1,55	654	2,31	10 KT1	
23 K1	222,8	65,1	51,1	6260	562	9,8	2400	200	6,07	240	6,7	10,4	1,7	1200	2,63	11,5KT1	
26 K1	252,4	75,5	59,3	9330	739	11,1	3220	248	6,53	260	7	11	1,92	1610	3,01	13 KT1	
30 K1	295,6	107	83,7	17970	1220	13	6080	405	7,55	300	8,5	13,5	2,29	3040	3,53	15 KT1	
35 K1	343	138	108	31430	1830	15,1	10720	613	8,83	350	9,3	15	2,59	5360	4,08	17,5KT1	
40 K1	392,6	173	136	51410	2620	17,3	17290	864	10	400	10,8	16,2	3,05	8640	4,79	20 KT1	
40 K3	400,6	212	166	64960	3240	17,5	21850	1090	10,2	401,8	12,6	20,2	3,18	10930	4,78	20 KT3	
40 K6	415,2	289	227	91990	4430	17,8	30740	1510	10,3	406,2	17	27,5	3,77	17280	4,91	20 KT6	
40 K9	434,2	392	308	130890	6030	18,3	43240	2100	10,5	412,2	23	37	4,45	24850	5,12	20 KT9	

Chegaraviy holatlarning birinchi R_s , R_{sw} , R_{sc} va ikkinchi $R_{s,ser} = R_{sn}$ MPa guruhlari uchun sterjenli armaturaning hisobiy qarshiliklari

Qarshilik ko'rsatkichlari	Armatura sinfi								
	A - I	A - II	A-III diametri, mm		A-III _v nazoratli		A-IV	A-V	A-VI
			6...8	10...40	Faqat uzayish	Uzayish va kuchlanish			
Bo'ylama armaturaning cho'zilishga qarshiligi, R_s	225	280	335	365	490	450	510	680	815
Ko'ndalang armaturaning cho'zilishga qarshiligi, $R_{sw} = R_{s,inc}$	175	225	285	295	390	360	405	545	650
Siqilish qarshiligi, R_{sc}	225	280	355	365	200	200	400	400	400
Cho'zilish qarshiligi, $R_{s,ser} = R_{sn}$	235	293	390	390	540	540	590	785	980

Eslatma: Payvandlangan karkaslarda diametri bo'ylama sterjenlar diametrining 1/3 qismidan kam bo'lgan, A-III sinfli armatura xomutlari uchun $R_{sw} = 255$ MPa olinadi.

Chegaraviy holatlarning birinchi R_s , R_{sw} , R_{sc} va ikkinchi $R_{s,ser} = R_{sn}$ MPa guruhlari uchun sim armaturaning hisobiy qarshiliklari

Armatura sinfi	Armatura diametri, mm	Cho'zilish qarshiligi		Siyilish qarshiligi, R_{sc}	Cho'zilish qarshiligi, $R_{s,ser} = R_{sn}$
		Bo'ylama armatura, R_s	Ko'ndalang armatura, $R_{s,w} = R_{sn}$		
Bp-I	3	375	270/300	375	410
	4	365	265/295	365	405
	5	360	260/290	360	395
Bp-II	3	1240	990	400	1490
	4	1180	940	400	1410
	5	1110	890	400	1335
	6	1050	835	400	1255
	7	980	785	400	1175
	8	915	730	400	1100
Bp-II	3	1215	970	400	1460
	4	1145	915	400	1370
	5	1045	835	400	1255
	6	980	785	400	1175
	7	915	730	400	1100
	8	850	680	400	1020
K-7	6	1210	965	400	1450
	9	1145	915	400	1370
	12	1110	890	400	1335
	15	1080	865	400	1295
K-19	14	1175	940	400	1410

Eslatma: Kasr chizig'i ostida to'qima karkaslarda ko'ndalang armatura R_s ning qiymatlari berilgan.

Armatura arqonlarining (kanat) turlari

Arqon sinfi	Diametri, mm		Ko'ndalang kesimning hisobiy yuzasi, sm^2	Arqonning nazariy massasi, kg
	Arqon	Alohida sim		
K-7	6	2	0.227	0.173
	9	3	0.510	0.402
	12	4	0.906	0.714
K-19	15	5	1.416	1.116
	14	2.8	1.287	1.020
K 2x7	18	3	1.019	0.801
	13	2	0.678	0.583
K 3x7	20	3	1.527	1.209
	16.5	1.5	1.031	0.795
K 3x19	22	2	1.809	1.419

Armatura turiari (sortament)

Dia- me- t r, mm	Ko'ndalang kesimning hisobiy yuzasi, sm ² , sterjenlar soni										Mas- sa I m, kg	Armatura								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		Sterjenli armatura sinflari								
												A- I	A- II	A- III	A- IV	A- V	A- VI	B'- I	B'- II	B'- II
3	0.071	0.14	0.21	0.28	0.35	0.42	0.49	0.57	0.64	0.71	0.055	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	0.126	0.25	0.36	0.50	0.63	0.76	0.88	1.01	1.13	1.26	0.098	-	-	-	-	-	-	-	X	-
5	0.196	0.39	0.59	0.79	0.98	1.18	1.37	1.57	1.77	1.96	0.154	-	-	-	-	-	-	-	X	X
6	0.283	0.57	0.86	1.13	1.42	1.7	1.98	2.26	2.55	2.83	0.222	X	-	-	-	-	-	-	X	X
7	0.385	0.77	1.15	1.54	1.92	2.31	2.69	3.08	3.46	3.85	0.302	-	-	-	-	-	-	-	X	X
8	0.503	1.01	1.51	2.01	2.51	3.02	3.52	4.02	4.53	5.03	0.395	X	-	-	-	-	-	-	X	X
10	0.789	1.57	2.36	3.14	3.93	4.71	5.50	6.28	7.07	7.85	0.617	X	X	X	X	X	X	-	X	X
12	1.131	2.26	3.39	4.52	5.65	6.79	7.92	9.05	10.18	11.31	0.888	X	X	X	X	X	X	-	-	-
14	1.539	3.08	4.62	6.16	7.69	9.23	10.77	12.31	13.85	15.39	1.208	X	X	X	X	X	X	-	-	-
16	2.011	4.02	6.03	8.04	10.05	12.06	14.07	16.08	18.1	20.11	1.578	X	X	X	X	X	X	-	-	-
18	2.545	5.09	7.63	10.18	12.72	15.27	17.81	20.36	22.9	25.45	1.998	X	X	X	X	X	X	-	-	-
20	3.142	6.28	9.41	12.56	15.71	18.85	21.99	25.14	28.28	31.42	2.466	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	3.801	7.60	11.04	15.2	19.0	22.81	26.61	30.41	34.21	38.01	2.984	X	X	X	X	X	X	-	-	-
25	4.909	9.82	14.73	19.63	24.54	29.45	34.36	39.27	44.13	49.09	3.853	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	6.158	12.32	18.47	24.63	30.79	36.95	43.1	49.26	55.42	61.58	4.834	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	8.042	16.08	24.13	32.17	40.21	48.25	56.3	64.34	72.38	80.42	6.313	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	10.18	20.36	30.54	40.72	50.59	61.08	71.26	81.44	91.62	101.8	7.990	-	-	-	-	-	-	-	-	-
40	12.56	25.12	37.68	50.24	62.8	75.36	87.92	100.48	113.04	125.6	9.805	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Estatma: «x» ramzi bilan ishlab chiqaradigan diametrlar belgilangan.

Temirbeton konstruksiyalarining yoriqbardoshligiga qo'yiladigan talablar toifasi hamda armaturani ruxsat etilgan yoriqlar kengayishining chegaraviy qiymatlari a_{src1} va a_{src2} , mm

Armatura sinflari	
Konstruksiyaning ishlash sharoiti	<p>A-I, A-II, A-III, A-IIIB va A-IV sinfli sterjenli; B-I va BR-I sinfli sim armatura</p> <p>A-V va A-VI sinfli sterjenli B-II, B'-II, K-7, K-19 sinfli sim armatura, diametri 3,5 mm va undan ortiq</p> <p>B-II, B'-II va K-7 sinfli sim armatura, diametri 3 mm va undan kam</p>
1. Yopiq binoda	<p>3-toifa $a_{src1}=0.4$ $a_{src2}=0.3$</p> <p>3-toifa $a_{src1}=0.3$ $a_{src2}=0.2$</p> <p>3-toifa $a_{src1}=0.2$ $a_{src2}=0.1$</p>
2. Ochiq havoda, shuningdek, gruntida yer osti suvlari sathidan yuqori yoki pastda	<p>3-toifa $a_{src1}=0.4$ $a_{src2}=0.3$</p> <p>3-toifa $a_{src1}=0.2$ $a_{src2}=0.1$</p> <p>3-toifa $a_{src1}=0.2$</p>
3. Yer osti suvlari sathi o'zgaradigan gurutlarda	<p>3-toifa $a_{src1}=0.3$ $a_{src2}=0.2$</p> <p>2-toifa $a_{src1}=0.1$</p>

Chegaraviy holatlarning birinchi R_b va R_{bt} , shuningdek, ikkinchi $R_{s,ser} = R_{bn}$ va $R_{bt,s}$ er = R_{btin} , MPa guruhlari uchun og'ir, A guruhli mayda donali va yengil betonlarning

hisobiy qarshiliklari

Qarshilik turi	Siqilish mustahkamligi bo'yicha beton sinflari														
	V3,5	V5	V7,5	V10	V12,5	V15	V20	V25	V30	V35	V40	V45	V50	V55	V60
O'q bo'ylab siqilish	$R_b = 2.1$	2.8	4.5	6	7.5	8.5	11.5	14.5	17	19.5	22	25	27.5	30	33
	$R_{b,ser} = 2.7$	3.5	5.5	7.5	9.5	11	15	18.5	22	25.5	29	32	36	39.5	43
O'q bo'ylab cho'ziliish	$R_{bt} = 0.26$	0.37	0.48	0.57	0.66	0.75	0.9	1.05	1.2	1.3	1.4	1.45	1.55	1.6	1.65
	$R_{bt,ser} = 0.39$	0.55	0.7	0.85	1	1.15	1.4	1.6	1.8	1.95	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5

Eslatma: Beton sinfi V45 va undan yuqori bo'lsa, og'ir betonlarga tegishli bo'ladi.

Siqilish va cho'zilishdagi boshlang'ich elastiklik modullari Yeb * 103, MPa

Beton	Betonning siqilish mustahkamligi bo'yicha sinfi														
	V3,5	V5	V7,5	V10	V12,5	V15	V20	V25	V30	V35	V40	V45	V50	V55	V60
Og'ir betonlar: Tabiiy sharoitda qotadigan	9.5	13.0	16.0	18.0	21.0	23.0	27.0	30.0	32.5	34.5	36.0	37.5	39.0	39.5	40.0
Atmosfera bo- simi ostida issiq ishlov berilgan	8.5	11.5	14.5	16.0	19.0	20.5	24.0	27.0	29.0	31.0	32.5	34.0	35.0	35.5	36.0
Avtoklavda ishlov berilgan	7.0	9.8	12.0	13.5	16.0	17.0	20.0	22.5	24.5	26.0	27.0	28.0	29.0	29.5	30.0
Mayda donali guruhlar: A – tabiiy sharoitda qota- digan	7.0	10.0	13.5	15.5	17.5	19.5	22.0	24.0	26.0	27.5	28.5	-	-	-	-
Issiq ishlov berilgan	6.5	9.0	12.5	14.0	15.5	17.0	20.0	21.5	23.0	24.0	24.5	-	-	-	-
B – tabiiy sharoitda qota- digan	6.5	9.0	12.5	14.0	15.6	17.0	20.0	21.5	23.0	-	-	-	-	-	-
Issiq ishlov berilgan	5.5	8.0	11.5	13.0	14.5	15.5	17.5	19.0	20.5	-	-	-	-	-	-

12-ilovaning davomi

V – avtoklavda qotadigan	-	-	-	-	-	16.5	18.0	19.5	21.0	22.0	23.0	23.5	24.0	24.5	25
Zichligiga qarab, yengil va kovakli betonlar:															
800	4.5	5.0	5.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	5.5	6.3	7.2	8.0	8.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1200	6.7	7.6	8.7	9.5	10.0	10.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1400	7.8	8.8	10.0	11.0	12.5	13.5	14.5	15.5	-	-	-	-	-	-	-
1600	9.0	10.0	11.5	12.5	13.2	14.0	15.5	16.5	17.5	18.5	-	-	-	-	-
1800	-	11.2	13.0	14.0	14.7	15.5	17.0	18.5	19.5	20.5	21.0	-	-	-	-
2000	-	-	14.5	16.0	17.0	18.0	19.5	21.0	22.0	23.0	23.5	-	-	-	-

Eslatma: Zo'riqitiriladigan betonlar uchun Yeb ni olishda og'ir beton uchun berilgan qiymat $a=0.66+0.06 B$ ga ko'paytiriladi.

aR-koeffitsientning chegaraviy qiymatlari

Armatura sinfi	γ_{b2}	Beton sinfi									
		B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50		
A-I	0.09	0.461	0.457	0.451	0.446	0.441	0.435	0.43	0.424		
	1.0	0.453	0.447	0.439	0.433	0.426	0.419	0.412	0.405		
	1.1	0.451	0.444	0.438	0.43	0.421	0.414	0.405	0.398		
A-II	0.9	0.455	0.451	0.445	0.438	0.434	0.427	0.422	0.415		
	1.0	0.445	0.439	0.43	0.423	0.416	0.409	0.401	0.393		
	1.1	0.443	0.435	0.429	0.42	0.411	0.403	0.393	0.386		
A-III	0.9	0.448	0.443	0.437	0.43	0.425	0.418	0.412	0.405		
	1.0	0.436	0.429	0.420	0.412	0.405	0.397	0.389	0.381		
	1.1	0.434	0.425	0.418	0.408	0.339	0.391	0.381	0.372		
A-IV	0.9	-	0.44	0.43	0.42	0.42	0.41	0.40	0.40		
	1.0	-	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36		
	1.1	-	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36		
A-V	0.9	-	0.41	0.4	0.39	0.385	0.38	0.37	0.36		
	1.1	-	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32		
	1.1, 1.1	-	0.36	0.345	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29		
A-VI	1.1, 1.1	-	0.34	0.345	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29		
	1.1, 1.1	-	0.34	0.345	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29		
	1.1, 1.1	-	0.34	0.345	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29		
K-7 (d=12;15mm)											
B-II(d=5;6mm)											
B ² -II (d=4;5mm)											

GLOSSARIY

№	Ingliz tilida	O'zbek tilida	Рус тилида	Atamaning o'zbek tilidagi izohi	Atamaning rus tilidagi izohi
1	Alarmstaus	Konstruksiyaning avariyaviy holati	Аварийное состояние конструкции	Bino (inshootlar) konstruksiyalarining buzilish darajasi, ularning yuk ko'tara olmasligi mumkinligi haqida guvohlik beruvchi holati.	Техническое состояние конструкции, имеющей недопустимые дефекты и повреждения, свидетельствующие о потере несущей способности и неперешедшей в предельное состояние потому, что не реализовалось расчетное сочетание нагрузок
2	The reliability of buildings (structures)	Bino (inshoot) larning ishonchligi	Надежность зданий (сооружений)	Obyekt o'zining asosiy xarakteristikalarini belgilagan chegarada va ma'lum bir shart-sharoitda berilgan funksiyalarni bajarish qobiliyatining majmuaviy tarkibi	Свойство (способность) здания или сооружения а также их несущих и ограждающих конструкций выполнять заданные функции в течение нормативного срока эксплуатации с заданной степенью вероятности
3	The durability of buildings (structures)	Bino (inshoot) larning umrboqiyligi	Долговечность зданий (сооружений)	Bino (inshootlar)ning ma'lum ekspluatatsiya jarayonida, belgilangan mudatga mos ravishda xizmat ko'rsatish va ta'mirlash ishlarini o'tkazishda ishga yarqli holatini saqlab turishi.	Способность здания или сооружения, их технических частей и конструктивных элементов сохранять во времени требуемые эксплуатационные качества при установленном режиме эксплуатации

4	Good condition design	Konstruktsiyaning soz holati	Исправное состояние конструкции	Konstruktsiyaning texnik holati bo'lib, bunda konstruktsiyaning barcha me'yoriy xususiyatlari va ko'rsatkichlari mavjud barcha me'yoriy va loyihaviy hujjatlarda qo'yiladigan talablarga javob beradi	Техническое состояние конструкции, при котором все ее нормируемые свойства и параметры удовлетворяют требованиям действующих нормативных документов и проектной документации
5	Deformation of the buildings (structures)	Bino (inshoot)ning deformatsiyasi	Деформации зданий (сооружений)	Bino yoki inshootning yuklar va ta'sirlar natijasida shakli va o'lchamlarining o'zgarishi harada ustuvorligining yo'qotishi (cho'kish, siljish, og'ish va h.k.).	Изменение формы и размеров, а также положения и пространстве (осадка, сдвиг, крен и т.д.) здания или сооружения под влиянием различных нагрузок или воздействий
6	Frame buildings (structures)	Bino (inshoot) karkasi	Каркас зданий (сооружений)	Bino yoki inshootning tashqi yuk va ta'sirlarni qabul qiluvchi hamda ularning mustahkamligi va bikrligini ta'minlovchi asosiy yuk ko'taruvchi vertikal va gorizontal sterjenlardan iborat tizim.	Стержневая система, воспринимающая усилие от нагрузок и воздействий и обеспечивающая прочность и устойчивость зданий (сооружения) во время эксплуатации
7	The stability of buildings (structures)	Bino (inshoot)ning ustuvorligi	Устойчивость зданий (сооружений)	Bino (inshoot)ning dastlabki statik yoki dinamik muvozanati holatidan chiqaruvchi kuchlarga qarshi tura olishi qobiliyati.	Способность здания (сооружения) противостоять усилиям от статических или динамических воздействий без изменения начального равновесия

8	Space frame	Fazoviy konstruksiya	Конструкция пространственная	Bitta tekislikda joylashmagan kuchlar tizimini qabul qilish qobiliyatiga ega bo'lgan konstruksiya	Конструкция, способная воспринимать систему сил лежащих в одной плоскости
9	Defect	Defekt	Дефект	Konstruksiyani tayyorlash, transportirovka qilish va montaj bosqichida hamda ekspluatatsiya jarayonida ma'lum bir parametrlarga, me'yori yoki loyihga talablariga mos kelmavdigan nuqson.	Отклонение качества, формы и фактических размеров элементов конструкций и узлов соединений от требований нормативных документов или проекта, возникающие на стадии изготовления, транспортировки и монтажа
10	Rigidity	Konstruksiya birkirliigi	Жесткость конструкции	Konstruksiyaning deformatsiyalanishga qarshilik ko'rsata olishini belgilovchi ko'rsatkich	Параметр, определяющий способность конструкции противостоять деформации
11	Seismic effect	Seysmik ta'sir	Сейсмическое воздействие	Zilzila vaqtida obyektning harakatlanishi bilan bog'liq bino va inshootlarda paydo bo'ladigan dinamik ta'sir turi	Тип динамического воздействия, возникающего в конструкциях зданий и сооружений в связи с движением основания объекта во время землетрясений
12	Earthquake resistant buildings (structures)	Bino (inshoot) zilzillabardoshlik	Сейсмостойкость здания (сооружения)	Bino (inshoot)ning odamlar, qurilish konstruksiyalari va qiymatbaho jihozlarning xavfsizligini ta'minlagan holda ma'lum bir hisobiy kuch doirasida zilzila ta'siriga qarshi tura olish qobiliyati.	Способность объекта выполнять предназначенные функции после действия землетрясения расчетной интенсивности и повторяемости (отсутствие остановки производства и травматизма людей, предотвращение нежелательных экологических последствий и т.д.)

13	Design operating conditions	Konstruktsiyadan foydalanish shartlari	Условия эксплуатации конструкции	Konstruktsiya kesimining yoki uning ishlash sxemasi holatiga ta'sir qiluvchi omillar to'plami	Совокупность факторов, влияющих на техническое состояние сечения или схемы ее работы
14	Of force	Kuchlar	Силы	Tashqi yuk va ta'sirlar ostida konstruktsiyaning ko'ndalang kesim yuzalarida paydo bo'ladigan ichki kuchlar (bo'yama va ko'ndalang kuchlar, eguvchi va burovchi momentlar).	Внутренние силы (продольные и поперечные силы, крутящие моменты), появляющиеся на поперечных сечениях конструкций под воздействием внешних нагрузок и воздействий
15	Gain	Kuchaytirish	Усиления	Konstruktsiyaning ko'ndalang kesimi yoki uning ishlash sxemasini o'zgartirish bilan uning mustahkamligi yoki birligini oshirish.	Комплекс мероприятий, обеспечивающих повышение несущей способности и эксплуатационных свойств строительной конструкции, здания или сооружения в целом, по сравнению с фактическим состоянием или проектными показателями
16	Evaluation of technical state of constructions	Konstruktsiyaning texnik holatini baholash	Оценка технического состояния конструкций	Baholash kuzatuv-tekshiruv natijalari bo'yicha olib borilib, ular quyidagilardan iborat: konstruktsiyani aniqlangan defekt va shikastlanishlar, materialning haqiqiy tarkibi bo'yicha, haqiqiy va kutiladigan yuklar, ta'sirlar va ekspluatatsiya sharoitlaridan kelib chiqqan holda tekshiruv hisoboti hamda texnik xulosa tuzish.	Процесс определения количественного технического состояния конструкций с выявлением мест, вида, количественной оценки величины и причин появления отклонений, дефектов и повреждений и их влияния на работоспособность конструкции

17	Deformation structure	Konstruktsiya deforatsiyasi	Деформация конструкции	Yuk va ta'sirlar ostida konstruksiya (yoki uning qismi) shakl va o'lchamlarining o'zgarishi. Qattiq jismlarning tashqi kuchlar ta'sirida buzilmasdan o'z shakl va o'lchamlarini o'zgartirishi, shu bilan birga kuchlar ta'siri olingandan so'ng qoldiq (plastik) deforatsiyani saqlashi.	Изменение формы и размеров конструкции или ее части под действием нагрузок или воздействий
18	Plastic deformation	Plastik deforatsiyalar	Пластические деформации		Деформации, которые не восстанавливаются после снятия нагрузки
19	Manufacturing	Sanoat binosi	Производственное здание	Yuk ko'taruvchi va boshqa konstruksiyadan iborat, ishlab chiqarish jarayonini joylashtirish uchun mo'ljallangan yopiq fazo hosil qiluvchi va odamlar mehnat qilishi hamda texnologik uskunalarning ishiashi uchun zaruriy sharoitlar bilan ta'minlangan bino.	Строительная система, состоящая из несущих и ограждающих конструкций (или совмещающих несущие и ограждающие функции), образующих замкнутый объем, предназначенный для производственной деятельности людей и эксплуатации технологического оборудования
20	Structure	Inshoot	Сооружение	Hajmiy, tekis, yuk ko'taruvchi va boshqa konstruksiyalardan iborat bo'lgan, turli xildagi ishlab chiqarish jarayonlarini bajarish va h.k. uchun mo'ljallangan yer ustidagi yoki ostidagi qurilish tizimi.	Наземная или подземная строительная система, предназначенная для выполнения различных производственных процессов, состоит из объемных, плоских, несущих и других конструкций

21	Structural reliability	Konstruktsiya ishonchiligi	Надежность конструкции	Bino yoki inshootning hamda ularning yuk ko'taruvchi konstruksiyalarining o'z vazifalarini ekspluatatsiya mobaynida bajara olishi imkoniyati.	Свойство здания или сооружения а также их несущих и ограждающих конструкций выполнять заданные функции в течение нормативного срока эксплуатации с заданной степенью вероятности
22	Impact	Ta'sirlar	Воздействия	Konstruktsiya elementlaridagi ichki kuchlarning o'zgarishiga olib keluvchi omillar (zaminning notekis cho'kishidan, tog'li hududlarda yer sirtining deformatsiyalanishi, haroratnamlik o'zgarishi ta'siridan, konstruksiya ashyosining hajmiy torayishidan, zilzila, portlash va h.k.).	Влияние несилового характера окружающей среды на конструкцию, способное вызвать изменения ее технического состояния (температура, агрессивные факторы и т.д.)
23	Anti-seismic construction	Anti-seysmik qurilish	Антисейсмические постройки	Zizila ta'sirida buzilmaydigan maxsus konstruksiyalar	Специальные конструктивные способы землетрясения не разрушающиеся
24	Strength-limit	Mustahkamlik chegarasi	Предел прочности	Bu materialning mexanik xususiyati bo'lib, u buzilish holatini keltirib chiqaruvchi yuk darajasiga mos keluvchi shartli kuchlanishni ifodalaydi.	Это механическое свойство материала, выражающее основные напряжения, соответствующие разрушающим нагрузкам

25	Fatigue material	Materialning char-chashi	Ustaloxh materiala	Uzoq muddatli yuklar ta'sirida, vaqt bo'yicha davriy o'zgaruvchi kuchlanish va deformatsiyalar ostida materialning mexanik va fizik xossalarning o'zgarishi.	Изменение механических свойств материала от длительного действия нагрузок, от периодических изменений нагрузжений и деформаций	Физико-механические свойства
26	Seasoning	Metalning qarishi	Starение metalla	Normal sharoitda (tabiiy eskirish) yoki yuqori harorat ta'sirida (sun'iy eskirish) uning mustahkamligining o'zgarishi va bir vaqtning o'zida plastik va zarbiy yo-pishqoqligining kamayishi bilan bog'liq metall tarkibining o'zgarish holati.	Изменение прочности металла в естественных условиях (естественное старение) или под воздействием высоких температур (искусственное старение), изменение состава металла, связанных с уменьшением пластической и ударной вязкости	
27	Building construction	Qurilish konstruksiyasi	Строительная конструкция	Bino yoki inshootning yuk ko'tarish, chegaralovchi yoki aralash (yuk ko'tarish va chegaralash) vazifalarini bajaruvchi qismi.	Часть здания или сооружения выполняющая ограждающую или несущую функции	
28	Limit state design	Konstruktsiyaning chegaraviy holati	Предельное состояние конструкции	Bino (inshoot)ni yuk ko'taruvchi elementlarining bundan keyin ularni o'z funksiyalarini bajarishi ruxsat etilmaydigan yoki maqsadga muvofiq emasligini belgilovchi holat (uning soz yoki ishchi holatini qayta tiklash imkoniyati yo'q yoki maqsadga muvofiq emas).	Техническое состояние конструкции при ее переходе из работоспособного в неработоспособное состояние	

29	Lifetime	Xizmat muddati	Срок службы	Bino (inshoot)ning har xil tashqi omillar ta'siri ostida ekspluatatsiya qilishga yaramay qolgan holati yoki uning soz yoki ishchi holatining davra tiklash esa iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmay qolgan holatga kelguncha o'tadigan davriy vaqt.	Календарное время, в течение которого под воздействием различных факторов здание (сооружение) приходит в состояние, когда дальнейшая эксплуатация становится невозможной, а восстановление - экономически нецелесообразно
30	Basicstructure	Yuk ko'taruvchi konstruktsiya	Несущая конструкция	Bino yoki inshootning yuk va ta'sirlarni qabul qiluvchi, mustahkamligini, bikrligini va ustuvorligini ta'minlovchi qurilish konstruktsiyasi.	Конструкция, обладающая прочностью, жесткостью, устойчивостью для восприятия нагрузок и воздействий
31	Floor	Orayopma	Перекрытие	Binoning ichki gorizontol to'suvchi konstruktsiyasi	Внутренняя горизонтальная ограждающая конструкция здания.
32	Anchor	Anker	Анкер	Nemisha anker so'zidan olingan bo'lib, so'zma-so'z — langar — shakliga ko'ra langarni yodga soluvchi, mahkamlovchi detal, masalan, tosh-g'isht devorlarga qo'yiladigan po'lat bog'lovchi; anker boltlar, kafolatlangan tortilishga ega bo'lgan anker bog'lovchilar va h.k. mavjud.	От нем. anker, буквально - якорь — крепёжная деталь, напоминающая по форме якорь, например стальная связь, закладываемая в каменные стены; существуют анкерные болты, анкерные связи в соединениях с гарантированным натягом и т.д.

33	Reinforcement	Armaturlash	Армирование	Material yoki konstruksiyani boshqa material yordamida kuchaytirish. Temir-beton va tosh-g'isht konstruksiyalarini, shisha, plastmassa, so-pol, gips va b. mahsulotlarni taqyurlashda qo'llaniladi.	Усиление материала или конструкции другим материалом. Применяется при изготовлении железобетонных и каменных конструкций, изделий из стекла, пластмасс, керамики, гипса и др.
34	Gridless floor construction	To'sinsiz orayopma	Безбалочное перекрытие	Ustunlar orayopmadan bevosita yukni qabul qiluvchi tizim	Система в которой колонны воспринимают нагрузку непосредственно от перекрытия
35	Bentomat	Bentomat	Бентомат	Tabiiy patriyli bentonit asosidagi geosun'iy (geosintetik) material	Геосинтетический материал на основе природного бентонита (одной из разновидностей монтмориллонитовых глин природного происхождения).
36	Construction inspection	Konstruksiyalarni tekshirish	Обследование конструкций	Konstruksiyalarni texnik holati haqidagi ma'lumotlarni yig'ish, qayta ishlash va tizimlashtirish ishlari majmuasi	Комплекс работ по сбору, обработке и систематизации данных о техническом состоянии конструкций в работоспособном состоянии
37	Reconstruction	Qayta tiklash	Реконструкция	Korxonalar hududidagi mavjud bino va inshootlar, obyekt-larni iqtisodiy yoki texnik jihattan ekspluatatsiya qilinishi maqsadga muvofiq bo'lmagan hollarda ularning bartaraf etilishi munosabati bilan qayta qurish	Переустройство существующих объектов, имеющихся зданий и сооружений на территории предприятия, взамен ликвидируемых в связи с технической или экономической нецелесообразностью их дальнейшей эксплуатации

38	Technical condition of constructions	Konstruktsiyaning texnik holati	Техническое состояние конструкции	Texnologik jarayonlar va sharoitlarga qo'yiladigan talablarga konstruksiyaning mosligini tavsiflovchi xossalarni yig'indisi	Совершенство характеризующих свойств конструкции требованиям норм и условиях обеспечения технологического процесса
39	Unit (design, frame)	Konstruktsiya, karkas tuguni	Узел (конструкция, каркас)	Belgilangan mustahkamlik va bixlikka ega bo'lgan konstruksiya (karkas)ning turli elementlarining o'zaro birliktirlishi	Соединение разнородных конструкций (каркаса), обладающее заданной прочностью и жесткостью
40	Reinforced concrete frame brace	Temirbeton bog'lovchi to'sinlar	Железобетонные обвязочные балки	Og'ir betondan va g'ovakli to'ldiruvchili betondan tayyorlanadi, ichki va tashqi peshayvonli devoriarda qo'llaniladi.	Изготавливаются из тяжелого бетона и бетона на пористых заполнителях, предназначены для применения в навесных каменных (из кирпича и легкобетонных камней) наружных и внутренних стенах
41	Crack resistance of concrete	Betonning yoriqbar-doshligi	Трещиностойкость бетона	Betonda kechadigan ichki ta'sirlar va tashqi omillar ta'sirida hosil bo'ladigan yoriqlarga betonning bardosh berish qobiliyati	Способность бетона противостоять растрескиванию, возникающего под действием внутренних процессов, протекающих в бетоне и внешних факторов.
42	Consolidation of the bases and foundations	Zamin va poydevorlarni kuchaytirish	Усиление оснований и фундаментов	Mayjud bino (inshootlarning) zamin va poydevorlarining yuk ko'tarish qobiliyatini oshirish	Повышение несущей способности оснований и фундаментов существующих зданий (сооружений).

43	Foundation slab	Poydevor plitasi	Фундаментная плита	Gruntlar bir tekisda siqilmagan holatlarda, zaif, buzilgan, yuvilib ketgan, to'kma gruntlarda, yer yuzasiga nisbatan yuqorida joylashgan grunt sularidan saqlash zaruratida, bino vazni ortib ketgan holatlarda qo'llaniladi	Применяют при неравномерной сжимаемости грунтов, слабых, разрушенных, размытых, насыпных грунтах, необходимости защиты от высоких грунтовых вод или значительном увеличении нагрузки от веса здания.
44	Concrete	Beton	Бетон	Fransuzcha beton — sun'iy tosh materiali so'zidan olingan bo'lib, oqilona tanlangan bog'lovchi moddalar, to'ldiruvchi va maxsus qo'shimchalar aralashmasi maxsus qolipga solinishi va qotishi natijasida olinadi; asosiy qurilish materiallaridan biri.	От французского beton — искусственный каменный материал, получаемый из рационально подобранной смеси вяжущего вещества (с водой, реже без неё), заполнителей и специальных добавок (в некоторых случаях) после её формирования и твердения; один из основных строительных материалов.
45	Waterproofing	Suvdan himoya qatlami	Гидроизоляция	Qurilish konstruksiyalari, bino va inshootlarni yoki ularning materiallarini zararli yuvib ketuvchi yoki filtrlovchi suv yoki boshqa faol suyuqlikdan himoyalash.	Защита строительных конструкций, зданий и сооружений от проникновения воды (антифильтрационная гидроизоляция) или материала сооружений от вредного воздействия омывающей или фильтрующей воды или др. агрессивной жидкости (антикоррозийная гидроизоляция).

46	Reinforced concrete	Temir-beton	Железобетон	Beton va po'lat armatura-ning yaxlit birikmasi	Монолитное сочетание бетона и стальной арматуры.
47	Reinforced concrete construction	Temir-beton konstruksiyalar	Железобетонные конструкции	Temir-betondan tayyorlanadigan va bu elementlar ishtirokida tayyorlanadigan bino va inshootlar elementlari	Элементы зданий и сооружений, изготавливаемые из железобетона, и сочетания этих элементов.
48	Inserts	Butlovchi detallar	Закладные детали	Yig'ma yoki yig'ma-yaxlit temir-beton konstruksiyalari va mahsulotlarini o'zaro va boshqa elementlar bilan biriktiruvchi detallar	Стальные элементы, предназначенные для соединения сборных или сборно-монолитных железобетонных конструкций и изделий между собой или с др.
49	Framings	Yuk ko'taruvchi konstruksiyalar	Несущие конструкции	Bino yoki inshootning tashqi yuk va ta'sirlarni qabul qiluvchi hamda ularning mustahkamligi va bikrligini ta'minlovchi asosiy yuk ko'taruvchi vertikal va gorizontal sterjenlardan iborat tizim.	Конструктивные элементы здания или сооружения, воспринимающие основные нагрузки (напор ветра, вес снега, находящийся в здании людей, оборудования, давление грунта на подземные части здания и т.п.).
50	Formwork	Opalubka (qolip)	Опалубка	Qurilish maydonchasida tiklanayotgan yaxlit beton yoki temir-beton konstruksiyalariga talab etilgan shakl berishga mo'ljallangan elementlar va detallar yig'indisi	Совокупность элементов и деталей, предназначенных для придания требуемой формы монолитным бетонным или железобетонным конструкциям, возводимым на строительной площадке.

51	Subsidence	Cho'kish	Осадка	Inshoot zaminini zichlashishi yoki inshootning vertikal o'chamlarini qisqarishidan cho'kish holati	Понижение, вызванное уплотнением его основания или сокращением вертикальных размеров сооружения (или его частей).
52	Floor	Orayopma	Перекрытие	Binoning ichki gorizontali to'suvchi konstruksiyasi	внутренняя горизонтальная ограждающая конструкция здания.
53	Ferrocementstructures	Armotsementli konstruksiyalar	Армоцементные конструкции	Mayda donali betondan zich to'qilgan yoki payvand simto'riar bilan armaturalangan yuqqa devorli konstruksiyalar, bino va inshootlarning yuk ko'taruvchi konstruksiyalari sifatida qo'llaniladi.	Тонкостенные конструкции из мелкозернистого бетона, армированного частыми ткаными или сварными сетками из тонкой проволоки; применяются в качестве несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений
54	Retaining wall	Tirgak devor	Подпорная стенка	Ortida joylashgan gruntning qulab tushishdan asraydigan konstruksiya. Tirgak devorlar gidrotexnik inshootlari, yo'l qurilishi, sanoat va fuqaro qurilishi sohalarida qo'llaniladi.	Конструкция, удерживающая от обрушения находящийся за ней массив грунта. Подпорные стенки применяются в гидротехническом, дорожном, промышленном и гражданском строительстве.
55	Creep	Oquvchanlik	Ползучесть	Doimiy yuk ta'sirida yoki mexanik kuchlanish so'dir bo'lishi natijasida qattiq jismning asta-sekin uzluksiz plastik deformatsiyalanishi	Медленная непрерывная пластическая деформация твёрдого тела под воздействием постоянной нагрузки или механического напряжения.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Asqarov B.A. Qurilish konstruksiyalari. — Toshkent: «O‘zbekiston», 1995.
2. Asqarov B.A., Nizomov Sh.R. Temir-beton va tosh-g‘isht konstruksiyalari. — Toshkent: «Iqtisod-moliya», 2008.
3. Ashrakov A.A., Zaysev Yu.V. Qurilish konstruksiyalari. — Toshkent: «O‘qituvchi», 1988.
4. Байков В.Н., Сигалов Э.Э. Железобетонные конструкции. — Москва, 1991.
5. Xobilov B.A. Inshootlar dinamikasi va zilzilabordoshligi. — Toshkent: «O‘qituvchi». 1988.
6. Г.Г. Карсена и Ю.В. Спицкоухова. Конструкции из дерева и пластмасс. — Москва: «Стройиздат». 1986.
7. К.И. Рузиев. Деревянные и пластмассовые конструкции зданий. — Toshkent: «Ўқитувчи», 1987.
8. Г.Н. Зубарев. Деревянные и пластмассовые конструкции. — Москва, 1991.
9. В.М. Хрулев. Справочник строителя. Деревянные конструкции и детали. — Москва: «Стройиздат», 1995.
10. К.И. Ruziyev, М.А. Alimov. Binoning yog‘och va plastmassa tuzilmalari. — 1993.
11. QMQ 2.03.08-98. Yog‘och konstruksiyalari. — 1998.
12. Берлинов М.В., Ягулов Б.А. Примеры расчета оснований и фундаментов. — Москва, 1986.
13. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов (Основы теории и примеры расчета). Учебное пособие для Вузов — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва: «Стройиздат», 1990.
14. Далматов Б.И. Механика грунтов, основания и фундаменты. — Ленинград: «Стройиздат», 1988.
15. Далматов Б.И., Морарескум Н.Н., Науменко В.Г. Проектирование фундаментов зданий и промышленных сооружений. — Москва: Высш.шк., 1986.

16. M. Mirzaaxmedov. Zamin va poydevorlar hisobi. O'quv qo'llanma. ToshPI. — Toshkent, 1991.
17. Rasulov H.Z. Gruntlar mexanikasi, zamin va poydevorlar Oliy o'quv yurti qurilish ixtisosligi talabalari uchun darslik. — Toshkent: «O'qituvchi», 1993.
18. Ro'ziyev K.I., Davlyatov M.A., Tursunov S., Mirzaaxmedov A.T., Mahkamov Y.M., Ashurov M. Qurilish konstruksiyalari. — Farg'ona, 2010.
19. Швецов Г.И. Инженерная геология, механика грунтов, основания и фундаменты. — Москва: Высш. шк. 1997.
20. QMQ 2.02.01-98. Bino va inshootlar zaminlari. O'zb.Res. Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1999.
21. QMQ 2.02.03-98. Qoziqli poydevorlar. O'zb.Res.Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1999.
22. QMQ 3.02.01-97. Tuproq inshootlar, zamin va poydevorlari. O'zb. Res.Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1998.
23. QMQ 2.01.01-94 Loyihalash uchun iqlimiy-geologik ma'lumotlar. O'zb.Res.Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1998.
24. QMQ 2.01.07-96 Yuklar va ta'sirlar. O'zb.Res.Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1996.
25. QMQ 2.03.01-96 Beton va temir-beton konstruksiyalari. O'zb.Res.Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1996.
26. QMQ 2.03.07-98 Tosh va o'zaktosh qurilmalar. O'zb.Res. Davarxitektqurilish qo'mitasi. — 1998.

MUNDARIJA

SO‘ZBOSHI	3
KIRISH	5
1-qism.	8
1-bob. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI HISOBLASH VA LOYIHALASH TARTIBI	8
1.1. Qurilish konstruksiyalarini hisoblash va loyihalashning maqsadi va vazifasi	8
1.2. Qurilish konstruksiyalariga qo‘yiladigan talablar	9
1.3. Yuklar va ta’sirlar.	11
1.4. Qurilish konstruksiyalarini chegaraviy holatlar bo‘yicha hisoblash	14
2-qism. METALL KONSTRUKSIYALARI	20
2-bob. METALL KONSTRUKSIYALARINING XOSSALARI	20
2.1. Metall konstruksiyalarining qisqacha rivojlanish tarixi	20
2.2. Metall konstruksiyalar ishlatiladigan sohalar va ularning o‘ziga xos xususiyatlari	24
2.3. Loyihalashtirishning tashkiliy shakli	27
2.4. Metallarning asosiy xususiyatlari	27
2.5. Po‘latning statik yuk ostida ishlashi.	30
2.6. Po‘lat sortamenti	33
3-bob. METALL KONSTRUKSIYALARNI HISOBLASH ASOSLARI.	35
3.1. Cho‘zilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash.	35
3.2. Markaziy siqilgan elementlarni hisoblash	35
3.3. Egilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash.	37
4-bob. METALL KONSTRUKSIYALARNING BIRIKMALARI	40

4.1. Payvandlash usullari haqida qisqacha ma'lumot	40
4.2. Payvand birikmalarning turlari	42
4.3. Payvand birikmalarni hisoblash.	43
4.4. Boltli va parchin mixli birikmalar	49
4.5. Boltli birikmalarni hisoblash.	51
5-bob. METALL TO'SINLAR	58
5.1. Metall to'sinli konstruksiyalar	58
5.2. To'shamaning hisobi	59
5.3. Prokat to'sinlarni hisoblash tartibi	62
5.4. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlar hisobi . . .	63
5.5. To'sinlarning umumiy turg'unligi	67
5.6. To'sin elementlari (tokchasi)ning mahalliy turg'unligi.	69
5.7. To'sin devorchasining mahalliy turg'unligi	71
5.8. To'sin devorchasi bilan tokchalarining birga ishlashini ta'minlash	74
5.9. To'sin elementlarining mahalliy ustuvorligi.	74
6-bob. METALL USTUNLAR.	81
6.1. Ustunlarning asosiy o'rta qismi — sterjen	81
6.2. Ustunlarning bosh qismlari	83
6.3. Ustunlarning asoslari.	84
7-bob. METALL FERMAPLAR.	90
7.1. Fermalarning turlari.	90
7.2. Ferma elementlarida hosil bo'ladigan hisobli kuchni aniqlash.	91
7.3. Ferma tugunlarini hisoblash	93
3-qism. TEMIR-BETON KONSTRUKSIYALARI.	95
8-bob. BETON VA ARMATURANING FIZIK- MEXANIK XOSSALARI	95
8.1. Temir-beton konstruksiyalar haqida umumiy ma'lumotlar.	95
8.2. Betonning fizik-mexanik xossalari.	99

8.3. Armaturaning fizik-mexanik xossalari	108
---	-----

9-bob. TEMIR-BETON KONSTRUKSIYALARNI CHEGARAVIY HOLATLAR USULI BO‘YICHA HISOBLASH	118
---	-----

9.1. Beton va armaturaning me‘yoriy va hisobiy qarshiliklari	118
---	-----

9.2. Temir-beton konstruksiyalarning kuchlanish-deformatsiyalanish holatining uch bosqichi . . .	123
---	-----

9.3. Chegaraviy holatlar bo‘yicha hisoblashning asosiy qoidalari	126
---	-----

10-bob. OLDINDAN ZO‘RIQTIRILGAN TEMIR- BETON KONSTRUKSIYALARI	129
--	-----

10.1. Oldindan zo‘riqtirilgan temir-betonning mohiyati va afzalliklari	129
---	-----

10.2. Taranglash usullari	132
-------------------------------------	-----

10.3. Oldindan zo‘riqtirilgan temir-beton elementlardagi kuchlanishlarning yo‘qotilishi	134
--	-----

11-bob. EGILUVCHI TEMIR-BETON ELEMENTLARINI LOYIHALASH VA HISOBLASH ASOSLARI	136
---	-----

11.1. Egiluvchi temir-beton elementlarni loyihalashning o‘ziga xos xususiyatlari	136
---	-----

11.2. Egiluvchi elementlar mustahkamligini normal kesimlar bo‘yicha hisoblash	145
--	-----

11.3. Egilishga ishlovchi temir-beton elementlarni og‘ma kesim bo‘yicha mustahkamlikka hisoblash	165
---	-----

12-bob. SIQILUVCHI TEMIR-BETON ELEMENTLARINI HISOBLASH ASOSLARI	174
--	-----

12.1. Siqiluvchi temir-beton elementlarni loyihalashning o‘ziga xos xususiyatlari	174
--	-----

12.2. Siqilgan temir-beton elementlarni mustahkamlikka hisoblash (tasodifiy yelkali)	178
---	-----

12.3. Nomarkaziy siqilgan temir-beton elementlarni hisoblash.	180
13-bob. CHO‘ZILGAN TEMIR-BETON ELEMENTLARINI HISOBLASH ASOSLARI	189
13.1. Cho‘ziluvchi temir-beton elementlar to‘g‘risida umumiy ma’lumotlar	189
13.2. Markaziy cho‘ziluvchi temir-beton elementlarni mustahkamlikka hisoblash	189
13.3. Nomarkaziy cho‘ziluvchi temir-beton elementlarini hisoblash.	191
4-qism. TOSH VA ARMOTOSH KONSTRUKSIYALAR	196
14-bob. TOSH-G‘ISHT KONSTRUKSIYALAR	196
14.1. Tosh-g‘isht konstruksiyalarning qisqacha rivojlanish tarixi	196
14.2. Tosh-g‘isht konstruksiyalar uchun ishlatiladigan materiallar	205
14.3. Tosh-g‘isht konstruksiyalarni hisoblash.	210
14.4. Armotosh konstruksiyalarning o‘ziga xos konstruktiv xossalari va ularning hisobi	217
5-qism. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALAR.	224
15-bob. YOG‘OCHLARNING FIZIK-MEXANIK XOSSALARI	224
15.1. Yog‘och konstruksiyalar haqida umumiy ma’lumotlar	224
15.2. Yog‘och konstruksiya materiallarining fizik-mexanik xossalari	226
16-bob. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALARNI HISOBLASH ASOSLARI	233
16.1. Yog‘och elementlarning markaziy cho‘zilish va siqilishga, nomarkaziy siqilishga hisobi.	233
16.2. Egiluvchi elementlar hisobi	236

17-bob. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALARNING BIRIKMALARI	240
17.1. Yog‘och konstruksiyalar birikmalarining turlari	240
17.2. Bevosita va o‘yib biriktirish	244
17.3. Yelimli va nagelli birikmalar	246
18-bob. YOG‘OCH KONSTRUKSIYALAR.	259
18.1. Yog‘och to‘siq konstruksiyalar	259
18.2. Yog‘och to‘sinlar	268
18.3. Yog‘och ramalar, ravoqlar va fermalar.	276
6-qism. ZAMIN VA POYDEVORLAR	289
19.1. Zamin va poydevorlarni hisoblash asoslari.	289
19.2. Zaminlarni yuk ko‘tarish qobiliyati bo‘yicha hisoblash.	291
19.3. Poydevorlar turlari	295
20-bob. TABIIY ZAMINDA SAYOZ JOYLASHGAN POYDEVORLAR	301
20.1. Sayoz joylashgan poydevorlarni loyihalash qoidalari	301
20.2. Markaziy yuk ta‘siridagi biki poydevorlarning tag yuzasi o‘lchamlarini hisoblash.	302
20.3. Nomarkaziy yuklangan poydevorlarni hisoblash	305
20.4. Egilishga ishlaydigan poydevorlarni hisoblash asoslari.	307
21-bob. ZILZILABARDOSH ZAMINLARNI HISOBLASH VA LOYIHALASH.	311
21.1. Zilzilabardosh zaminlarni hisoblash va loyihalash asoslari	311
21.2. Qurilish maydonining zilzilabardoshligi	313
21.3. Zaminlarning zilzilabardoshligini oshirishga qaratilgan tadbirlar.	316
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.	336

Saydigani Abdullaxodjayevich Yusupxodjayev

QURILISH KONSTRUKSIYALARI

darslik

Muharrir *M. Tursunova*
Musahhah *V. Ibragimova, M. Turdiyeva*
Dizayner *D. Ermatova*

«O‘zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti,
100029, Toshkent shahri, Matbuotchilar ko‘chasi, 32-uy.
Tel./faks: 239-88-61.

Nashriyot litsenziyasi: AI №216, 03.08.2012.

Bosishga ruxsat etildi 21.12.2019. «Uz-Times» garniturası. Of-
set usulida chop etildi. Qog‘oz bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. Shartli bos-
ma tabog‘i 24,0. Nashriyot bosma tabog‘i 23,5. Adadi 200 nusxa.
Buyurtma № 39

«FAYLASUFLAR» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent shahri, Matbuotchilar ko‘chasi, 32-uy.