Q. SAYDULLAYEV, K. SHUKUROVA

METALL KONSTRUKSIYALARI

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

Q.A.SAYDULLAYEV, K.Q.SHUKUROVA

METALL KONSTRUKSIYALARI

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

TOSHKENT–2010

texnologiyasi» yo'nalishi, 5A520511 – «Loyihaviy texnik va konstruktiv – texnologik yechimlarini tizimli tahlili» mutaxassisligi, qurilish muhandislari va shu soha bo'yicha malaka oshirish kursi tinglovchilari ham foydalanishlari mumkin.

Mualliflar kitob sifatini yaxshilashga xizmat qilgan qimmatli fikrlari uchun taqrizchilar t.f.n.,dots. P.U.Aliqulovga hamda t.f.n.,dots. L.V.Bocharovaga o'zlarining samimiy minnatdorchiliklarini izhor etadilar.

Darslikning nashr sifatini yaxshilash yuzasidan bildiriladigan barcha fikr - mulohazalarni mualliflar minnatdorchilik bilan qabul qiladilar.

KIRISH

«Metall konstruksiyalar» fani (B 580200) 5A 580201 «Qurilish konstruksiyalari bino va inshootlar qurilishi» va 5A 580100 «Arxitektura» ta'lim yo'nalishi bo'yicha bakalavr quruvchilar va magistrantlar tayyorlashda yetakchi maxsus fan sifatida bilim beradi.

Bu fanni o'qitishdan maqsad, qurilish konstruksiyalarini hisoblash va konstruksiyalash bo'yicha malaka oshirish, me'yoriy hujjatlardan va boshqa texnik adabiyotlardan foydalana bilish, bino va inshootlarni loyihalanishda samarali konstruksiyalarni qo'llashni bilish va qulay konstruktiv yechimlarni topish mahoratiga ega bo'lishidir.

Bu fanni o'rganish matematika, fizika, chizmachilik, qurilish ashyolari, materiallar qarshiligi, nazariy mexanika, qurilish mexanikasi, umumbilim va umumilmiy fanlar ma'ruza va amaliyot darslarda olgan bilimlari va uddalay olishlariga asoslanadi.

Fanning nazariy hisoblash va amaliy qonunlari ma'ruza, hisoblash, amaliy ishlar, bosqich loyihasi, o'quv va texnikaviy adabiyotlar yordamida hamda mustaqil ta'lim va ish jarayonida o'rganiladi.

«Metall konstruksiyalar» fanini o'rganish natijasida bo'lajak mutaxassis quyidagilarni bilishi lozim; bino va maxsus inshootlarni karkasini barpo etishni, sinch elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlashni, elementlarga qulay konstruktiv shaklni tanlashni va hisoblashni, mustahkamlikka va ustuvorlikka tekshirishni bilishi lozim.

Darslik 19 bobdan iborat bo'lib, birinchi bobida metall konstruksiyalarni ishlatiladigan sohalari, o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari va ularga qo'yilgan talablar haqida yoritilgan. Ikkinchi bobida metall konstruksiyada ishlatiladigan materiallarning asosiy xususiyatlari haqida ma'lumot berilgan. Uchinchi bobida metall konstruksiyalarni hisoblash asoslari yoritilgan. To'rtinchi bob po'lat sortamentiga bag'ishlangan. Beshinchi bobida metall konstruksiyalarni birikmalari haqida ma'lumot berilgan. Payvand va boltli birikmalarning xillari va hisoblash asoslari yoritilgan.

Oltinchi bobida to'sinlar va to'sinli konstruksiyalar haqida batafsil ma'lumot berilgan. Yettinchi va sakkizinchi boblar ustunlar va fermalarga bag'ishlangan.

9—13-boblarda bir qavatli sanoat binolarni sinchini yaratish, ta'sir etayotgan yuklarni aniqlash, ko'ndalang ramalarni shu yuklarga hisoblash, elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlab mos keladigan kesim yuzani tanlab olib uni mustahkamligini va ustuvorligini tekshirish yo'llari ko'rsatilgan.

14-bobida tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarini yaratilishida to'sinlar, ramalar, arkalardan foydalanish yo'llari ko'rsatilgan. 15-bobida gumbazli, qobiqli va strukturali konstruksiyalardan foydalanib, tom yopma konstruksiyalarni yaratish yo'llari ko'rsatilgan. 16-bobida tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni, cho'zilishga ishlaydigan vantlardan foydalanib, tom yopma konstruksiyasini yaratish yo'llari ko'rsatilgan.

17-bobi baland binolarni sinchini yaratilishi haqida yozilgan.

18-bobida varaqsimon po'latdan tayyorlangan konstruksiyalar yoritilgan. Ularni ajratib turadigan xususiyatlari, ishlash sharoitlari, saqlanayotgan suyuqlik bosimidan devorida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqlash yo'llari, hisoblash tartibi va boshqalar keltirilgan.

19-bobida baland inshootlarni konstruktiv yechimlari keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi mustaqillikka erishilgan yillar mobaynida qurilgan sanoat binolarni va inshootlarni ko'pchiligi po'lat konstruksiyalardan foydalanib qurilganligi, masalan, (Sho'rtan gaz kondensati, Buxoro neftni qayta ishlab chiqish zavodi, Asaka va Samarqandagi avtozavodlari, Navoi Azot, Toshkent shahridagi baland binolar, bozorlar, sport komplekslari, saroylar va boshqalar) metall konstruksiyaga bo'lgan ahamiyatini oshiradi.

Ushbu darslik talabalarni zamonaviy va kelajak konstruktiv xillari bilan tanishtiradi, inshootlarni holatini tekshirib baholashni, avtomatlashtirilgan tizimlardan foydalanib, zamonaviy kompyuterlarni ishlatib samarali qurilmalarni yaratishni o'rgatadi.

I bob. METALL KONSTRUKSIYALARI

1.1. Metall konstruksiyalarni qisqacha rivojlanish tarixi

Metall konstruksiyalarni 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 inshootlarni qurilishida (saroy, cherkov), masalan, g'isht devorlarni mustahkamlashda va tom konstruksiyasini tortib qo'yishda ishlatishgan. Tortqichlarni temirga ishlov berib konstruksiyasini moslashtirib kesimini kvadrat shaklli qilib tayyorlashgan. 1158-yilda Vladimir shahrida qurilgan Uspenskiy sobori, 1560-yili Moskvada qurilgan Pokrov sobori bunga misol bo'la oladi

2-davr XVII asr boshlaridan XVIII asrni oxirigacha qamrab oladi. Bu davr metall qiya to'sinlarni va cherkovlarning fazoviy bosh gumbazlar konstruksiyalarini yaratilishi bilan bog'langan. Ko'taruvchi elementlarni maxsus shaklga keltirib bir-biriga bog'lanadigan qilib, asosiy qismini kesimini kvadrat yoki to'g'ri to'trburchak shaklli qilib tayyorlashgan.

Misol sifatida . 1604-yilda katta Kreml saroyi tomining yopilishi, 1603-yil qurilgan Ulug' Ivan qo'ng'iroqxonasi va 1805y. Sankt-Peterburgdagi oralig'i 15m bo'lgan Qozon soborini gumbazlarini sinchlarini keltirishimiz mumkin.

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

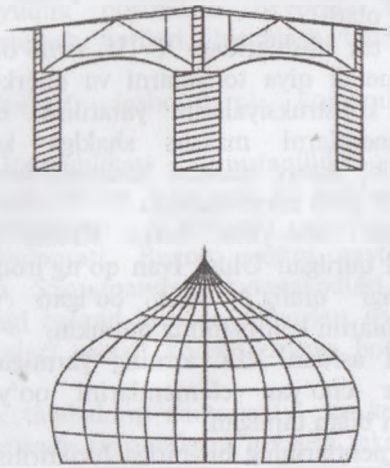
Cho'yan elementlarining bir-biriga biriktirilishi, qulf va boltli birikma orqali bajarilgan.

Birinchilar qatorida bu qurilmalardan foydalani, 1725-yilda Uraldagi Nevyan minorasining tomini yopishgan. 1784-yil Sankt-Peterburgdagi cho'yan ko'prigi qurilgan, sakkiz oraliqli 33–47m gacha, dunyoda eng katta cho'yan ko'prigidir. XIX asrning 40-yillarida qurilgan unikal binoning Isaakiy sobor gumbazi yaratilishida maxsus cho'yan elementlaridan foydalanishgan. 1827–

32-y. Sankt-Peterburgdagi Aleksandr teatrining tomini yopishda tayanch oralig'i 30 metr bo'lgan cho'yan ravoqlardan 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 sohalarni tez rivojlanishini, shu jumladan, metallshunoslik va metallni 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 konstruksiyalarini ishlata boshlandi, chunki po'lat materiali sifatliroq va mexanik xususiyatlari yaxshiroq bo'lganligi tufayli 40-yillarda po'latli prokatli sortamenti va varaqsimon prokatning texnologiyalari o'zlashtirilishi natijasida qurilish konstruksiyalar rivojlanishiga va ularni noyob binolarda ishlatilishiga katta imkoniyatlar yaratdi.



1.1-rasm. Qiya to'sinlar va cherkovlarning fazoviy bosh gumbazlari.

XIX asr oxiriga kelib, panjarasimon sinchlar o'rniga rama-ravoqli sinchlar ishlata boshlandi. Eni kengroq bo'lgan binolar qurildi. Bularga misol qilib, Peterburgda (1884-yilda qurilgan

Senniy bozorni va 1890-yili qurilgan Gatchino vokzali), Moskvada 1913–14-yillarda qurilgan binolarni keltirish mumkin.

XIX asrning ikkinchi yarmida temir yo'llarning qurilishi keng tarqalgan edi. Temir yo'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 uslublarini rivojlanishiga rus olimlaridan S.V.Kerbedz, N.A.Belelyubskiy, L.D.Proskuryakovlar hissa qo'shishgan.

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

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

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

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

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

S.G.Shuxov (1853–1939y.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 qurilishda ishtirok etdi. Yangi konstruktiv rezervuar shakllarini, ularni hisoblash va oqilona o'lchamlarini topish usullarini ishlab chiqdi.

I.P.Prokofev (1877-1958y.y) oldingi tajribalarni e'tiborga olib metall ko'priklarini konstruksiyasini 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. Metallshunoslik 30-yillarda rivojlanishi sababli metall konstruksiyalarida mustahkamliroq po'latlarni ishlatish boshlandi.

Har xil mustahkamga ega bo'lgan po'latlarning turi ko'payib ketdi va metall konstruksiyalarning konstruktiv shakllari rivoj topdi. Metall konstruksiyalarining keng va turli xil rivojlanish masalalarida loyiha, ilmiy va ishlab chiqarish korxonalarining hissasi katta bo'ldi. «Proektstalkonstruksiya», «Promstroyproekt» 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 metallshunoslik va mashinasozlik rivojlanishi bilan juda ko'p sanoat inshootlari metall sinchli 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 ishlar tez bajariladigan bo'lib, shu asosda metall konstruksiyalar rivoj topdi.

Shu zamon bo'yicha noyob bo'lgan sanoat binolari qurilgan tayanch oralig'i 120 m kranning yuk ko'tarish qobiliyati 30t va u fermaga osilgan holatda ishlaydi binoning balandligi 57m va ikki oraliqli sanoat binosi kranlarning yuk ko'tarish qobiliyati 1200t va 600t.

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

1980 - yilda yozgi olimpiyadaga tayanch oralig'i katta bo'lgan o'zining konstruktiv shakli bilan bir - biridan tubdan farq qiladigan bir necha original sport majmualari qurilgandi.

Konstruktiv shakli mukammallanishi bilan metall konstruksiyalarni hisoblash usuli ham takomillashdi. 1950-yilgacha qurilish konstruksiyalari mumkin bo'lgan kuchlanish bo'yicha hisoblashar edi, 1950 qurilish konstruksiyalarni chegaraviy holat bo'yicha hisoblashga o'tishdi. Hozirgi qurilish me'yor va qonunlarida shu usul bo'yicha hisoblash talab etiladi.

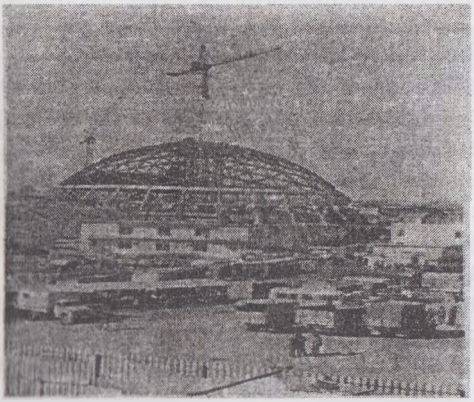
EHM ishlatilganda loyihalash sifatini tubdan oshiradi va tezlatadi. Mashina o'zi avtomatik ravishda loyihani chizib beradi. 1920—2000-yillar davrida metall konstruksiyalarning rivojlanishiga

ilmiy tadqiqot loyiha institutlari o'zining ijodiy ishi (SAPR) bilan ko'p hissa qo'shdi. Metall qurilmalari rivojlanishiga olimlardan N.S.Streletskiy (1885–1967y.) Ye.O.Paton (1870–1953y.), N.P.Melnikov va boshqalar katta hissa qo'shdilar.

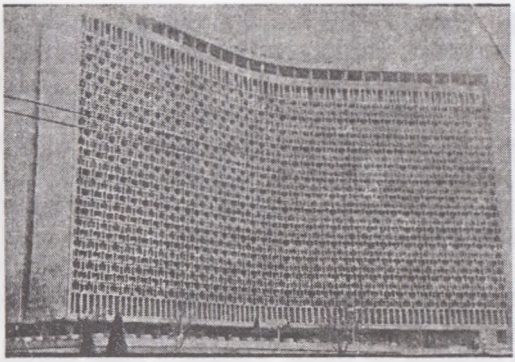
N.S.Streletskiy o'z faoliyatining boshlarida ko'prik quruvchilar davomchisi bo'lib boshlagan, keyinchalik qurilish fani va quruvchi muhandislarni tayyorlashda juda katta hissa qo'shgan va birinchi bo'lib konstruksiyalarni statik hisoblash usulini qo'llagan, elastik chegaradan o'tgan materiallarning ishlashi to'g'risida tajriba ishlarini olib borgan va nazariy tajriba asosida konstruktiv shaklning rivojlanish yo'lini ko'rsatgan. Ye.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. N.P.Melnikov ham metall konstruksiyalarni rivojlantirishga ko'p hissa qo'shgan. «SNIIProektstalkonstruksiya» institutiga ko'p yillar mobaynida rahbarlik qilgan.

Nazorat savollari

1. Metall konstruksiyalarning rivojlanishi necha davrga bo'linadi?
2. Qaysi olimlar metall konstruksiyalarning rivojlanishiga hissa qo'shishgan?
3. Qaysi ilmiy tekshirish institutlar metall konstruksiyalarning rivojlanishiga hissa qo'shishgan?



1.2-rasm. Chorsu bozorining qurilishi.



1.3-rasm. O'zbekiston mehmonxonasi.

1.2 Metall konstruksiyalar ishlatiladigan sohalar, o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari va ularga qo'yilgan talablar

Hozirgi vaqtda metall konstruksiyalar turli xil binolar qurilishida, muhandislik inshootlarini yaratilishida ishlatiladi. Ayniqsa, tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarning tom konstruksiyalarning barpo etishda, baland inshootlar qurilishida va ko'p yuk ta'sir etayotgan qurilmalarni bunyod etishda metall konstruksiyalarning ahamiyati kattadir.

2005-yil O'zbekiston Respublikasida 450000t po'lat eritildi, 108000t prokat metallidir. Konstruktiv shakliga va qayerda ishlatilishiga qarab metall konstruksiyalar 8 xil sohalarda ishlatilishi mumkin:

1. Sanoat binolarini sinchini yaratilishida.
2. Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarning tom konstruksiyalarini yaratishda (angarlar, konsert va sport saroylari, gumbazlar, bozorlar).
3. Ko'prik va estakadalar qurilishida.
4. Minora va machtalar qurilishida (tele va radio minoralar, neft qazib chiqarish va suv xo'jaligi binolari va inshootlari).
5. Ko'p qavatli binolarning sinchini yaratishda.
6. Varaqsimon prokatidan yig'ilgan gaz va suyuqliklarni saqlash hamda taqsimlash inshootlarini qurishda.
7. Kranlarni va boshqa turli harakat qiluvchi konstruksiyalarni yaratilishida.
8. Boshqa konstruksiyalarni qurishda.

Ko'rib chiqilgan metall konstruksiyalar ishlatiladigan sohalari

turli konstruktiv shakl va tizimlardan iboratdir. Ammo, bu turli xil konstruksiyalarni yaratilishi asosan ikkita omil bilan bog'langan.

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 bo'lgan afzalliklari bor. Bu ularni turli xil inshootlarda ishlatishga imkon beradi.

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

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

$$C = \rho / Ry /, \quad \text{bunda} \qquad (1.1)$$

ρ – materialning hajmiy og'irligi (zichligi),

Ry – materialning hisobiy qarshiligi.

«C» qancha kichik bo'lsa, shuncha konstruksiya yengil bo'ladi; po'latlar uchun $C=/3,71,+7/\cdot 10^{-4}$ 1/m; beton uchun $C=18,4\cdot 10^{-4}$ 1/m; yog'och uchun $C=5,4\cdot 10^{-4}$ 1/m.

3. Metall qurilmalar ishonchli hisoblanadi. Po'latning mexanik xususiyatlari uning bir jinsliligiga bog'liq bo'lib, hisob orqali va amalda ishlayotgan konstruksiya 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 korxona sharoitida tayyorlanib, qurilish joyida mexanizmlar yordamida yig'iladi.

6. Metall konstruksiyalar ekologiya talablarigi javob beradi. Chunki metall konstruksiyalardan tayyorlangan binolarni xizmati tugagandan keyin konstruksiyalarni qayta elementlarga bo'lib yana ishlatish mumkin yoki metallomga topshiriladi.

Metall konstruksiyalarning ba'zi bir kamchiliklari ham bor, bu ularning keng ishlatilishini cheklaydi. Po'lat konstruksiyalarning asosiy kamchiligi ularning turli ta'sirlarning ostida yemirilishidir.

Bu hol qurilmalarni korroziyadan muhofaza qilishning turli xil usullarini qo'llashni talab qiladi.

Metallning issiqqa bardoshligi ham katta emas. Harorat 250^0C ga yaqinlashganda po'latning elastiklik moduli kamaya boshlaydi va 600^0C da batamom plastik holatga o'tadi. Yong'in xavfsizligi talablariga javob berish uchun metall konstruksiyalarni olovbardoshligini ko'paytirish zarur. Buning uchun har xil usullardan foydalanish mumkin.

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

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

1.3. Loyihalashtirishning tashkiliy shakli

Loyihalashtirish bir yoki ikki bosqichda bajariladi.

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

Ikki 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 hujjatlariga metall konstruksiyalar ish chizmalari (KM) va murakkab tugunlarning va detallarning chizmalari kiradi (KMD).

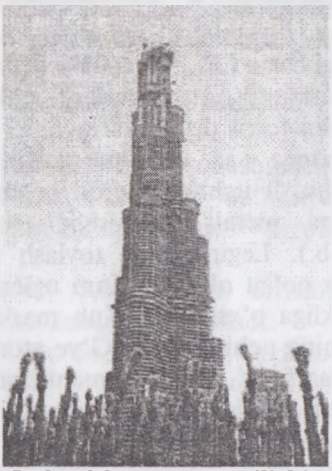
KMning ishchi loyihasiga quyidagi materiallar kirishi kerak:

tushuntirish xati, bino sinchiga ta'sir etayotgan yuklar jami, bino tarxi, konstruksiya joylanishi, elementlar hisobi, biriktirilgan joyi va metallning kesimi bo'yicha to'liq tafsilotli ro'yxati.

Nazorat savollari

1) Metall konstruksiyalarning ishlatiladigan sohalari.
2) Metall konstruksiyalarning o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari.
3) Metall konstruksiyalarning kamchiligi.
4) Metall konstruksiyalarga qo'yilgan talablar.
5) Loyihalashtirishning tashkiliy shakli.

Zamonaviy shahar.



Baland binoning qurilishi.

II bob. METALL KONSTRUKSIYADA ISHLATILADIGAN MATERIALLARNING ASOSIY XUSUSIYATLARI

Metall konstruktiv material bo'lganligi tufayli uning mexanik xususiyatlariga, payvandlanuvchanligiga va uzoq muddat ishlashiga qarab baholanadi. Po'latni mustahkamligi, elastikligi, plastikligi, mo'rtlik darajasi, yuqori haroratda «oquvchanligi» 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 hamda ta'sir tezligi, muhitning tajovuzkorlik darajasi va harorati katta ta'sir ko'rsatadi.

2.1. Materiallarning asosiy xususiyatlari

Mustahkamligi bo'yicha po'latlar uchta 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+∞ MPa, R_{un}=-590+∞ MPa.

Po'latlarning mexanik xususiyatlari ichki atom tuzulishiga bog'liq. Uning asosini ferrit degan zarrachalar tashkil qiladi. Ferrit o'zi kam mustahkamga ega va o'ta plastik materialdir. Uning mustahkamligini oshirish uchun uglerod qo'shiladi (kam uglerodli po'lat) yoki boshqa metall qo'shishadi (marganets, kremniy, vanadiy, xrom va b.). Legirlash va tovlash usullar bilan baland mustahkamlikka ega po'lat olinadi. Kam uglerodli po'latning atom strukturasi kub shakliga o'xshagan. Kub markazida uglerod atomi joylashadi, qirralarining uchida temir G'ye atomi turadi.

G'ye3S-qorishma ferrit, karbid-sementit paydo bo'ladi.

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

Legirlashtirishda qatnashadigan kimyoviy elementlar bilan tanishamiz.

Uglerod «U» po'lat mustahkamligini oshiradi, plastiklik xususiyatini kamaytiradi, payvandlash imkoni pasayadi. Shuning uchun qurilishda ishlatiladigan po'latlarda uglerod 0,22% gacha bo'lishi mumkin.

Kremniy «C» po'lat mustahkamligini oshiradi, payvandlash imkonini pasaytiradi va zanglashga qarshiligini kamaytiradi. Shuning uchun, kam uglerodli po'latda 0,3 % ,legirlangan po'latda esa 1%gacha bo'ladi.

Marganets «G» metallning 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 qolish xavfi bor.

Mis «D» mustahkamlikni va zanglashga qarshilikni oshiradi. Lekin, 0,7% dan ko'payganda po'lat tez eskirib qolishiga sabab bo'ladi.

Xrom «X», vanadiy «F», volfram «V», molibden «M», titan «T», nikel «N» – bularning hammasi po'lat mustahkamligini oshiradi va ayrimlari plastik xususiyatini ham oshiradi.

Turli toifali po'latlarni kimyoviy tarkibini ifodalash uchun GOSTlarda quyidagi belgilash tartibi qabul qilingan: Dastlabki ikkita raqam foyizning 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.

2.2.Zararli aralashmalar

Fosfor va oltingugurt zararli aralashmalardir. Ammo, ularni po'lat tarkibidan butunlay chiqarib bo'lmaydi. Po'lat tarkibida fosfor miqdori 0,045%dan oshsa, past harorat ta'siridan po'lat mo'rtligi ko'payadi.

Oltingugurt miqdori 0,055% dan ortishi, po'latda, qizigan vaqtida, darzlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Azot <0,008%, kislorod <0,007%, vodorod <0,0007%. Ichki atomlararo bog'lanishini kamaytiradi va mo'rt ravishda sinishiga olib keladi. Foydalanishda qo'yilgan talablarga ko'ra po'lat quyidagi uch guruhda tayyorlanadi: A - mexanik xususiyatlar bo'yicha, B-kimyoviy tarkibi bo'yicha, V-mexanik xususiyatlari va kimyoviy tarkibi bo'yicha.

resurs markazi
Inv № 360 693

Qurilish konstruksiyalari uchun ishlatiladigan po'latlar mustahkam va payvandlanuvchan, shuningdek, yemirilishga va dinamik ta'sirlarga bardoshlik bo'lishi lozim, ya'ni bunday qurilmalar qurishda asosan «V» guruhdagi po'lat talab qilinadi, VSt3kp2-qaynoq po'lat (kp-qaynoq, sp-tinch po'lat, ps-yarim tinch po'lat).

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 legirlash.

Yuqori haroratda ishlov berishdan asosiy maqsad po'latning atom tuzilishini o'zgartirish va zarrachalarini maydalashdir.

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

Toblash po'latni 910^0Cdan yuqorigacha qizdirib keyin tezlik bilan sovitishdan iborat. Normallashda toblangan yoyma po'lat qaytadan austenit tuzilishi hosil bo'ladigan haroratgacha qizdirilib, keyin havoda sovitiladi. Normallash 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 (273^0C) qizdirib, keyin sovitish (havoda yoki suvda) dan iborat. Bunda po'latning mo'rtligi kamayib, zarbaga chidamliligi ortadi.

2.3. Po'latning statik yuk ostida ishlashi

Po'lat asosan ferrit va perlit zarrachalardan iboratdir. Perlit zarrachalari mustahkamroq. Asosan ikki xil zarrachalardan iborat bo'lgan po'latning mustahkamligi, elastikligi va ishlash qobiliyati ularning nisbatlariga bog'liq. Monokristall temirning ishlashi. 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. Atomlararo bog'lanish kuchini bilib, taxminan nazariy hisoblab chiqish mumkin. Bir tekislikda yotgan atom kristallarning boshqa tekislikda yotadigan atom kristallarni siljitish uchun ketadigan kuch nazariy hisobga

nisbatan tajribada siljitishga ketadigan kuch yuz marta kamroqdir. Nazariya bilan amaliyotning farqini shunday tushuntirish mumkin: atom strukturasidagi bog'lanishlar ideal darajasida bo'lmaganligi sababli (nuqsonlar, (defektlar) borligi sababli).

Materiallar mustahkamligini oshirish uchun ikki xil yo'nalish bor:

1. Kristall strukturadagi nuqsonlarni kamaytirish, ularni ideal strukturasiga yaqinlashtirish;

2. Atomlarning bir-biriga bog'lanishini uning kristall panjarasini o'zgartirish bilan maqsadga erishish mumkin.

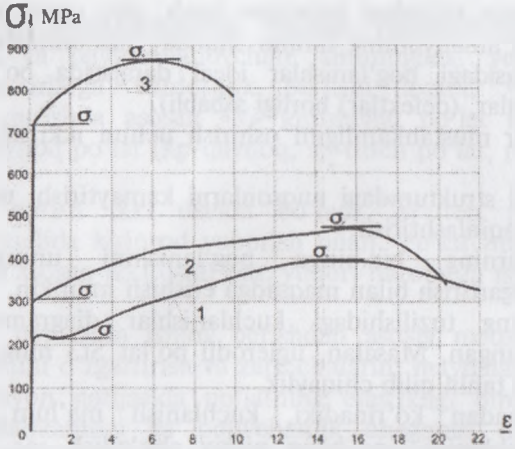
Po'latlarning tuzilishidagi kuchlanishlar diagrammasi 2.1-rasmda tasvirlangan. Masalan, uglerodli po'lat St3 ning cho'zilish diagrammasini tahlil qilib chiqaylik.

Diagrammadan ko'rinadiki, kuchlanish ma'lum miqdorga yetguncha kuchlanish «σ« bilan nisbiy cho'zilish «ε« o'rtasidagi munosabat to'g'ri chiziq bilan tasvirlanadi, ya'ni ular bir-biriga to'g'ri mutanosib bo'ladi:

$\sigma=E\cdot\varepsilon$. Kuchlanish ma'lum miqdorga «$\sigma_п$» 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 abssissa o'qiga 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 bikirligi yuqoriroq bo'lgan perlit zarrachalarining ishga tushganligidan dalolat beradi. Po'latning bu ish bosqichi o'z-o'zidan mustahkamlanish bosqichi deyiladi.

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.



2.1-rasm. Po'latning cho'zilish diagrammasi:
1.Kam uglerodli po'lat. 2.Legirlangan po'lat.
3. Mustahkamligi oshirilgan po'lat.

$E=21000$ kH/sm^2 – elastiklik (qayishqoqlik) moduli,

$R_{up}=\sigma_{oq}$ – po'latning oquvchanlik bo'yicha normal qarshiligi,

$R_{ip}=\sigma_v$ – po'latning muvaqqat qarshiligi bo'yicha normal qarshiligi,

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

γ_m – materialning ishonchlilik koeffitsiyenti kuchlanish ta'sirida po'latning mexanik xususiyatlari o'zgaruvchanligini hisobga oladi:

$\gamma_m=1{,}025 \ldots 1{,}15$ bo'ladi.

$R_u=R_{un}/\gamma_m$ – po'latni muvaqqat qarshiligi bo'yicha hisobiy qarshiligi.

Po'lat prokat va quvurlar materiali bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyentlari.

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 380MPa gacha (39 kgs/mm2)], TU 14-227-237, TU 14-1-4431,TU 14-3-1128, TU 14-104-133	1,05
GOST 19281[oquvchanlik chegarasi 380MPa dan yuqori (39 kgs/mm2)], GOST 8731, TU 14-3-567	1,10

Nazorat savollari

1) Mustahkamligi bo'yicha po'lat materiali necha guruhga bo'linadi?

2) Po'lat tarkibida uglerod miqdori 0,22% oshib ketsa, qaysi xususiyatlarga 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 koeffitsiyenti nimani ko'rsatadi?

7) Nega mis miqdori 0,7% gacha po'latlarda chegaralangan?

III bob. METALL KONSTRUKSIYALAR HISOBINING ASOSLARI

3.1. Metall konstruksiyalarni 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 yaratishdir. Metall konstruksiyalarni asosan chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblashadi.

Chegaraviy holatlar deganda, konstruksiyalarning ishlatilish jarayonida oldindan belgilangan talablarga javob bermay qolishi tushuniladi. Birinchi guruh chegara holatlar konstruksiyani yuk ko'tarish qobiliyatini yo'qotish bilan bog'liq bo'lib va ularga quyidagilar kiradi: shakl umumiy ustuvorligining yo'qolishi, vaziyat ustuvorligining yo'qolishi, qurilma metallining toliqishi yoki boshqa biror xarakterdagi buzilish, yuklarning va tashqi muhitning birgalikdagi noqulay ta'siri natijasida buzilish, qurilmalardan foydalanishni to'xtatishga olib keladigan rezonans tebranishlar, metall materialning oquvchanligi, birikmalardagi siljishlar, o'z-o'zidan cho'ziluvchanlik yoki darzlarning haddan tashqari ochilishi natijasida konstruksiyalardan foydalanish mumkin bo'lmagan holatlar.

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

Birinchi guruh chegaraviy holatlari uchun umumiy shart quyidagicha yozilishi mumkin:

$$N \leq S \qquad (3.1)$$

N – hisoblanayotgan elementda yuklarni noqulay birgalikda ta'siri natijasida hosil bo'ladigan kuch,

S – hisoblanayotgan elementning yuk ko'tarish qobiliyati.

Elementdagi hosil bo'ladigan kuchni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N = \sum_{i=1} F_{ni} \cdot \overline{N_i} \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \qquad (3.2)$$

bu yerda,

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

γ_{fi} – yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyent;

γ_n – bino vazifasiga ko'ra ishonchlilik koeffitsiyenti;

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

Elementning yuk ko'tarish qobiliyati uning yuzasiga va materialning qarshiligiga bog'liq bo'lib u quyidagicha aniqlanadi:

$$S=A_n \cdot R_{up}/\gamma_m \cdot \gamma_c = A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \qquad (3.3)$$

Bu yerda: A_p – element ko'ndalang kesimining netto yuzasi;

R_y – element materialining oquvchanligi bo'yicha hisobiy qarshiligi;

γ_c – ishlash sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

Shunday qilib, birinchi guruh chegaraviy holati bo'yicha hisoblash tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$\sum F_{ni} \cdot \overline{N} \cdot \gamma_{fi} \cdot \gamma_n \cdot \psi \leq A_n \cdot R_y \cdot \gamma_c \qquad (3.4)$$

Chegaraviy holatni ikkinchi guruh bo'yicha hisobiy ifodasini quyidagicha yozish mumkin:

$$\sum F_{ni} \cdot \overline{N_i} \cdot \gamma_n \cdot \psi \cdot \overline{\delta_2} \leq \delta_2 \qquad (3.5)$$

bu yerda:

$\overline{\delta_2}$ – birlik yuk ta'sirida elementdagi hosil bo'ladigan elastik siljishi;

δ_2 – norma bo'yicha o'rnatilgan konstruksiyaning chegaraviy siljishi.

3.2. Yuklar va ta'sirlar

Ta'sir etish vaqtiga qarab yuklar doimiy va muvaqqat, ya'ni vaqtincha bo'lishi mumkin, vaqtinchasi uzoq muddatli, qisqa muddatli va alohida 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), tog' bosimi. Konstruksiya yoki zaminlarda oldindan uyg'otilgan kuchlanishlardan hosil bo'lgan zo'riqishlar doimiy yuklardan hosil bo'lgan zo'riqishlar kabi hisobga olinadi.

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;

d) idishlar yoki quvurlardagi gaz, suyuqlik va sochiluvchan jismlarning bosimi, shaxtalarda havoning ventilatsiyasidan hosil bo'lgan ortiqcha bosim;

e) omborxona, muzxona, don saqlaydigan, kitob saqlaydigan xonalar, arxivlar va shunga o'xshash binolar yopmasiga taxlanadigan yoki jovonlarga terib qo'yiladigan buyumlar vazni;

f) statsionar asbob-uskunalardan tushadigan haroratdan texnologik ta'sirlar;

g) suv to'ldirilgan yassi tomlarda suv qatlami vazni;

h) to'planib qolgan ishlab chiqarish changlari qatlamining vazni;

i) uy-joy, jamoat va qishloq xo'jaligi binolarining yopmalariga odamlar, hayvonlar, asbob-uskunalardan tushadigan, me'yoriy qiymati kamaytirilgan, QMQ 2.01.07-96 ning 3-jadvalda berilgan yuklar;

j) me'yoriy qiymatlari kichraytirilgan ko'prik va osma kranlardan vujudga keladigan vertikal yuklar; buni aniqlash uchun bitta krandan hosil bo'lgan vertikal yukning to'liq me'yoriy qiymatini har bir oraliqda quyidagi koeffitsiyentlarga ko'paytiriladi; 4K-6K guruh kranlari ish rejimi uchun-0,5; 7K guruh kranlari ish rejimi uchun 0,6; 8K guruh kranlari ish rejimi uchun 0,7;

k) kichraytirilgan me'yoriy qiymatga ega bo'lgan qor yuki; buni aniqlash uchun to'liq me'yoriy qiymat koeffitsiyentga ko'paytiriladi, 100kg/m^2 x 0,3; 150 kg/m^2 x 0,5; 200 kg/m^2 x 0,6;

l) grunt tuzilishining tubdan o'zgarishi yoki abadiy muzlagan gruntlarning erishi bilan bog'liq bo'lmagan, zamin deformatsiyalaridan hosil bo'lgan ta'sirlar;

m) ashyolar namligining o'zgarishi, o'tirishishi va tob tashlashidan hosil bo'lgan ta'sirlar.

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 ashyolar vazni;

d) uy-joy, jamoat, qishloq xo'jaligi binolarining yopmalariga odamlar, hayvonlar va asbob-uskunalardan tushadigan to'liq me'yoriy qiymatga ega bo'lgan yuklar;

e) qo'zg'aluvchi ko'tarma-naqliyot vositalaridan tushadigan yuklar (yuklagichlar, elektrokarlar, taxlagich kranlar, telferlar, shuningdek, ko'prik va osma kranlardan tushadigan to'liq me'yoriy qiymatga ega bo'lgan yuklar);

f) to'liq me'yoriy qiymatga ega bo'lgan qor yuklari;

g) to'liq me'yoriy qiymatiga ega bo'lgan harorat iqlim ta'siri;

h) shamol yuklari;

i) yaxmalak yuklari;

Maxsus yuklarga quyidagilar kiradi:

a) seysmik ta'sirlar;

b) portlash ta'sirlari;

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

e) grunt strukturasini 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 guruhlari bo'yicha hisoblashda yuklar va tegishli zo'riqishlarning eng nobop jamlamalari e'tiborga olinishi zarur.

Bu jamlamalar konstruksiya yoki zaminga bir vaqtning o'zida muvaqqat 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 muvaqqat yuklarni jamlama tarkibiga kiritishida 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 koeffitsiyentlariga ko'paytiriladi:

asosiy jamlamalarda uzoq muddatli yuklar uchun Ψ_1=0,95; qisqa muddatli yuklar uchun Ψ_2=0,9;

Maxsus jamlamalarda uzoq muddatli yuklar uchun Ψ_1=0,95; qisqa muddatli yuklar uchun Ψ_2=0,8.

Asosiy jamlama tarkibi doimiy yuk va bitta muvaqqat (uzoq yoki qisqa muddatli) yukdan tashkil topsa, Ψ_1, Ψ_2 koeffitsiyentlariga ko'paytirilmaydi.

Eslatma: Asosiy jamlamalar tarkibi uchta va undan ortiq qisqa muddatli yuklardan tashkil topgan bo'lsa, ularning hisobiy qiymatlari jamlama koeffitsiyenti Ψ_2 ga ko'paytiriladi; bunda koeffitsiyentning 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. Alohida 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 Ψ_1=0,95 ga birinchisini va 0,9ga ikkinchisini ko'paytirish lozim, ya'ni asosan birgalik 0,95ga, alohida birgalik esa 0,9ga ko'paytiriladi. Qisqa muddatli yuklar mos ravishda Ψ_2=0,9 ga Ψ_2=0,8 ga va Ψ_2=0,6 ga ta'sir darajasi bo'yicha ko'paytiriladi.

3.3. Konstruksiya elementlarini hisoblash

3.3.1. 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 elementlar materialning elastik ishlash chegarasi bo'yicha mustahkamligi quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{N}{An} \leq R_\gamma \gamma_c \qquad (3.6)$$

bu yerda: N –hisobiy kuch;

A_n – elementning ko'ndalang kesim netto yuzasi;

R_y – element materialining oquvchanlik bo'yicha hisobiy qarshiligi;

γ_c – ishlash sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

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

3.3.2. Markaziy siqilgan elementlarni hisoblash

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

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

$$\sigma = \frac{N}{An} \leq R_\gamma \gamma_c \qquad (3.7)$$

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:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} \leq R_\gamma \cdot \gamma_c \qquad (3.8)$$

bu yerda, φ – bo'ylama egilishni e'tiborga oluvchi koeffitsiyenti, uning qiymatlarini:

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

$$\varphi = 1 - \left(0{,}073 - 5{,}53 \cdot \frac{R_y}{E}\right)\overline{\lambda} \cdot \sqrt{\overline{\lambda}} \qquad (3.9)$$

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

$$\varphi = 1{,}47 - 13{,}0\frac{R_y}{E} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{R_y}{E}\right)\overline{\lambda} + \left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{R_y}{E}\right)\overline{\lambda}^2 \qquad (3.10)$$

$\overline{\lambda} \succ 4{,}5$ bo'lgan holda

$$\varphi = \frac{332}{\overline{\lambda}^2\left(51 - \overline{\lambda}\right)} \qquad (3.11)$$

formulalar bo'yicha aniqlash kerak.

Markaziy siqilishga ishlayotgan egiluvchan elementlarda hosil bo'ladigan kritik kuchlanish

$$\sigma_{кр} = \frac{N_{кр}}{A_{бр}} \leq R_y \gamma_c \qquad (3.12)$$

$N_{кр}$ qaltis kuch, agar siqilishga ishlayotgan element sharnirlar bilan biriktirilgan bo'lsa, unda qaltis kuchni qiymatini aniqlash uchun L. Eyler formulasidan foydalaniladi:

$$N_{кр} = \frac{\pi^2 EI}{l^2} \qquad (3.13)$$

Keltirilgan ifodalardan foydalanib, markaziy siqilishga ishlaydigan elementlar uchun eng katta bo'lgan egiluvchanligini aniqlash mumkin

$$\sigma_{кр} = \frac{N_{кр}}{A_{бр}} = \frac{\pi^2 EI_{\min}}{l_{ef}^2 A_{бр}} = \frac{\pi^2 Ei_{\min}^2}{l_{ef}^2} = \frac{\pi^2 E}{\left(\frac{l_{ef}}{i_{\min}}\right)^2} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}; \qquad (3.14)$$

$$\lambda = \frac{l_{ef}}{i_{\min}}; \qquad i_{\min} = \sqrt{\frac{I_{\min}}{A}}; \qquad (3.15)$$

Bu formuladan eng katta egiluvchanlik aniqlanadi:

$$\lambda_{max} = \pi\sqrt{\frac{E}{\sigma_{кр}}} = 98 + 78; \qquad (3.16)$$

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

3.3.3. Egilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash

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

Shuning uchun egilishga ishlaydigan elementlar quyidagi shartlarni qanoatlantirishi zarur:

$$\sigma = \frac{M}{W_{x\min}} \le R_y\gamma_c \qquad \tau = \frac{QS_x}{I_x t_\omega} \le R_s\gamma_c \qquad (3.17)$$

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

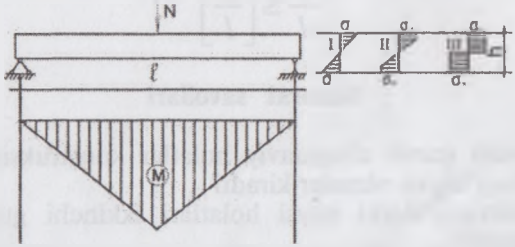
$W_{x\min}$ – kesimning eng kichik bo'lgan qarshilik momenti,

S_x – kesimning statik momenti,

t_ω – to'sin devorchasining qalinligi,

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

Shu shart bajarilsa po'lat materiali elastik holatda ishlashi ta'minlanadi va atom aro bog'lanish tizimi buzilmaydi.



3.1.-rasm. To'sinning ishlash holatlari: I. Elastik holatda ishlashi. II. Elastik va plastik holatda ishlashi. III. Plastik holatda ishlashi.

Agar element ikkala bosh tekisliklar bo'yicha egilsa:

$$\sigma = \frac{M_x}{I_{xn}} \cdot Y + \frac{M_y}{I_{yn}} \cdot X \leq R_y \gamma_c \qquad (3.18)$$

bu yerda: X va Y - hisoblanayotgan nuqtani koordinatalari,

I_x va I_y – x va y o'qlarga nisbatan kesim yuzani inersiya momentlari.

Yuklar ortishi bilan to'sin kesimining chetki tolalaridagi kuchlanish oquvchanlik chegarasiga yetadi. Yuklanishning yanada oshirilishi tolalardagi kuchlanishga ta'sir ko'rsatmaydi. Qo'shimcha yukni qabul qilish uchun to'sinning eng zo'riqqan tolalari yaqinidagi tolalarda ham kuchlanishlar asta-sekin σ_{oq} ga 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 sharniri deb ataladi. Gohida egilishga ishlayotgan elementlarni materiali elastik va plastik holatda ishlashligi 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:

$$\sigma = \frac{M}{C_1 W_n} \leq R_y \cdot \gamma_c \qquad (3.19)$$

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 joiz solqilikdan oshmasligi lozim:

$$\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l}\right] \qquad (3.20)$$

Nazorat savollari

1) Birinchi guruh chegaraviy holatlar konstruksiyalarni qaysi holati bilan bog'liq va nimalar kiradi?

2) Konstruksiyalarni qaysi 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?

IV bob. SORTAMENT

4.1. Po'lat sortamenti (navlari)

Metall konstruksiyalar turli xil shaklli profillardan tashkil topadi. Shakli va geometrik o'lchamlariga ko'ra farqlanuvchi prokat, quvur va boshqa metall buyumlar haqidagi ma'lumotlar majmuasi (jadvali) sortament deb ataladi. Sortamentda profillarning ko'ndalang kesim yuzasi, o'lchamlari, geometrik tavsifnomalari (A,W,S,I,i) va bir metrli og'irligi ko'rsatiladi.

Metall konstruksiyalarda qo'llaniladigan yoyma po'lat ikki guruhga bo'linadi: 1. yupqa yoki qalin varaqsimon po'lat; 2. profilli po'lat — burchaklik, shveller, tavr, qo'shtavr va h.k.

Varaqsimon po'lat quyidagicha turlarda mavjud bo'ladi:

1. Qalin varaqsimon po'lat (TY 14-1-4431-88). Bu turdagi po'lat 4÷160mm qalinlikda yoyiladi, kengligi 600÷3600 mm, uzunligi 2000mm dan 12000mm gacha qilib ishlab chiqariladi.

2. Keng tasmasimon universal po'lat GOST 19903—74. GOST 27772—88. (TY 14-1-3023-80). Bunday universal po'lat varaqlari-ning qalinligi 6÷60 mm, eni 200÷1050 mm va uzunligi 5000÷12000 mm qilib chiqariladi.

3. Yupqa varaqli po'lat (TY 14-1-4431-88). Bu xildagi po'lat varaqlari 0,2÷3,9 mm qalinlikda, 1200÷5000 mm uzunlikda va 600÷2000 mm kenglikda ishlab chiqariladi.

4.2. Profilli po'lat

Burchakliklar — teng yonli 75x75x6 — B GOST 8509 — 86.

(GOST 535-88, 27772-88) va yonlari teng bo'lmagan, GOST 8510 — 86, ya'ni tengsiz yonli turlaıga bo'linadi. Burchakliklar quyidagicha belgilanadi: L50x5 yoki L75x50x5. 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 burchaklik ifodalangan. Burchakliklar sortamenti juda keng bo'lib, eng kichik profil L20x3 va eng kattasi esa L250x30 dan iboratdir.

Qo'shtavrlar –20 GOST 8239 – 72. (GOST 535 – 88) 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 13m gacha bo'lib, asosan 6; 9 va 12m li qilib tayyorlanadi.

TY 14-1-3023-80ga muvofiq, keng tokchali qo'shtavrlar ham ishlab chiqariladi. Ular uch xil bo'ladi: to'sinlar uchun «Б» markali, yengil va og'ir ustunlar uchun «К» markali va universal «Ш» markali. Keng tokchali to'sinbop profillarning balandligi 1000mm gacha bo'ladi.

Shvellerlar – 18 GOST 8240 – 72. (GOST 535-88). Shvellerlarning o'lchamlari ham ularning nomerlari orqali ifodalanadi. Sortament 5№ dan 40№ gacha bo'lgan shvellerlarni o'z ichiga oladi.

Egma profillar qalinligi 2÷16 mm gacha ishlab chiqariladi.

Nazorat savollari

1) Qurilishda ishlatadigan po'latlar necha guruhga bo'linadi?
2) Varaqsimon po'latni asosiy o'lchamlari qanday bo'lishi mumkin?
3) Profilli po'latni kesim yuzalarini shakllari?

V bob. METALL KONSTRUKSIYALARNING BIRIKMALARI

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

5.1. 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: biriktirilayotgan detallarni eritib payvandlash va qizdirib bosim bilan payvandlash.

Metallarni payvandlash uchun issiqlik quvvatining manbai sifatida elektr yoyi yoki gaz alangasidan foydalaniladi. Ishlab chiqarish texnologiyasiga ko'ra payvandlashning quyidagi xillari mavjud: qo'lda payvandlash, yarim avtomatik va avtomatik 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. Biriktiriladigan qismlarning uchlariga elektrod yaqinlashtirilganda elektr yoyi mavjud 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 qaynay boshlaydi, natijada qismlar orasidagi bo'shliq elektrod metalli bilan to'ladi va qismlar yaxlit elementga aylanadi.

Payvandlash paytida chok metaliga 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 atrofidagi havoning metallga aralashishiga to'sqinlik qiladi. Bunda tadbir ko'rilmasa, havo tarkibidagi kislorod va azot suyuq metallga qo'shilib, chokning sifatini pasaytirib yuboradi.

Qurilishda, ayniqsa, montaj ishlarni bajarishda o'z universalligi va noqulay bo'lgan joylarda ham payvandlash ishlarni bajarish imkoniyati borligi uchun dastaki usul bilan payvandlash juda keng tarqalgan.

K a m ch i l i g i — asosiy po'latni erish qalinligi kamligi va unumdorlikning pastligi, sababi tokning kuchi kamligida.

Elektr yoyi yordamida avtomatik tarzda payvandlash

Bu usulda elektr yoyini boshqarish elektrod va flyusni yetkazib berish, payvandlovchi aravachani chok bo'ylab harakatga keltirish avtomatik ravishda amalga oshiriladi. Elektr yoyi payvandlanayotgan buyum bilan elektrod sim 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, mustahkam va unumdor bo'ladi.

K a m ch i l i g i — 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 20mm 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 metallni kislorod va azot ta'siridan himoya qiladi.

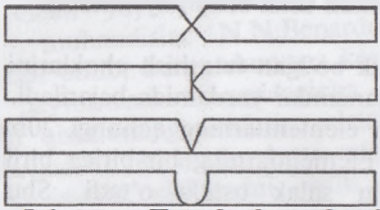
Choklar sifatli chiqadi faqat tashqi ko'rinishi notekis bo'ladi. Avtomatik usul bilan bajarishga qaraganda, unumdorligi 15—20% gacha yuqoriroq. Bu usul bilan payvandlashning kamchiliklari: po'latdagi uglerod ko'payishining xavfi bor, kallakni sovitish uchun suv bo'lishi sharti, ishchilarni ham yoyni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

Gaz alangasida payvandlash

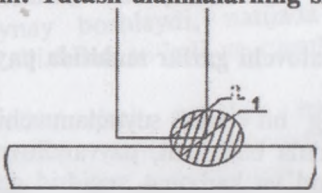
Payvandlashning ushbu usulida biriktiriladigan elementlar yonuvchi gazlar (asetilen, tabiiy gaz, kerosin va benzin bug'lari) yordamida qizdirilib ularning payvandlanadigan joyi suyuqlangandan keyin, yonayotgan alangaga metall sim kiritiladi. Bu sim asosiy elementlarni qirralaridagi metalli bilan birga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

5.1.1. Payvand birikmalarning turlari

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



5.1-rasm. Tutash ulanmalarning shakllari.



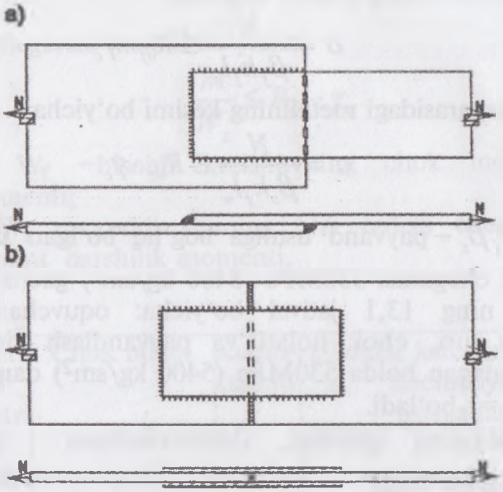
5.2-rasm. Burchak chokli payvandlangan ulanmaning hisobli kesishuvlari:
1. Chok metalli bo'yicha kesishuv. 2.Eritish chegarasi metalli bo'yicha kesishuv.

5.1.2. Payvand birikmalarni hisoblash

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

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

$$\sigma = \frac{N}{l_{\omega} t} \leq R_{\omega y} \gamma_c \qquad (5.1)$$



5.3-rasm. Ustma-ust va uchma-uch payvand choklar.

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 2t sm.ga kam deb hisoblanadi);

$R_{\omega y}$ – uchma-uch payvandlangan birikmadagi chokning siqilish va cho'zilishga hisobiy qarshiligi, cho'zilishda $R_{wy} = R_y$ teng

siqilish va egilishda qarshiligi $R_{wy} = 0.85R_y$ olinadi.

Burchak chokli payvandlangan ulanmalarni bo'ylama va ko'ndalang kuchlar harakati vaqtida ikki kesishuv bo'ylab (shartli) kesma bo'yicha hisoblash kerak. Burchakli chok biriktiriladigan elementlar qirralarining burchagida 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 βK_f bo'lgan burchak bissektrisasi bo'yicha yo'nalgan bo'ladi. Burchakli choklar quyidagi formulalar bo'yicha hisoblanadi:

Eritilgan chokning kesimi bo'yicha:

$$\sigma = \frac{N}{\beta_f k_f l_w} \le R_{wf} \cdot \gamma_c \qquad (5.2)$$

erish chegarasidagi metallning kesimi bo'yicha

$$\sigma = \frac{N}{\beta_z k_f l_w} \le R_{wz} \cdot \gamma_c \qquad (5.3)$$

bu yerda, $\beta_f \beta_z$ – payvand usuliga bog'liq bo'lgan koeffitsiyentlar: oquvchanlik chegarasi 530MPa (5400 kg/sm^2) gacha bo'lsa, QMQ 2.03.05-97 ning 13,1 jadval bo'yicha: oquvchanlik chegarasi payvandlash turi, chok holati va payvandlash simi diametriga bog'liq bo'lmagan holda 530MPa (5400 kg/sm^2) dan yuqori bo'lsa β_f=0,7 va β_z=1 bo'ladi.

K_f – chokning qalinligi, (biriktiriladigan elementlarning kichik qalinligiga teng);

$R_{\alpha f}$ – eritilgan po'lat chokning hisobiy qarshiligi.

$$R_{\alpha f} = 0.55R_{wun} / \gamma_m \qquad (5.4)$$

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

$R_{\alpha z}$ – erish chegarasidagi po'latning hisobiy qarshiligi.

$$R_{\alpha z} = 0.45R_{\alpha un} \qquad (5.5)$$

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

$$l_w = \frac{N}{\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} + 1 \qquad (5.6)$$

$$l_w = \frac{N}{\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} + 1 \qquad (5.7)$$

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

Chok metalli bo'yicha;

$$\frac{M}{W_f} \le R_{wf} \cdot \gamma_c \qquad (5.8)$$

Eritish chegarasi metalli bo'yicha;

$$\frac{M}{W_z} \le R_{wz} \cdot \gamma_c \qquad (5.9)$$

Bunda, W_f –hisobli kesishuvning chok metalli bo'ylab qarshilik momenti;

W_z – xuddi shuning o'zi eritish chegarasi metalli bo'ylab kesimini qarshilik momenti.

5.1-jadval

Payvandlash simining d (mm) diametri vaqtidagi payvandlash turi	Chok holati	Koeffi-tsiyent	Choklar katetlaridagi β_f va β_z koeffitsiyentlari 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 yarim avtomatik	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'l; yaxlit kesishuvli sim bilan yoki kukunli sim bilan yarim avtomatik payvandlash	Lodochkaga, pastroq, gorizontal, vertikal, shiftli	β_f	0,7
		β_z	1,0

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

Burchak chokli payvandlangan ulanmalarni shu choklar joylashuvi tekisligidagi harakat paytiga hisoblashni ikki kesishuv bo'ylab;

Chok metalli bo'yicha;

$$\frac{M}{I_{fx}+I_{fy}}\cdot\sqrt{x^2+y^2}\le R_{wf}\gamma_c \qquad (5.10)$$

Eritish chegarasi metalli bo'yicha;

$$\frac{M}{I_{zx}+I_{zy}}\cdot\sqrt{x^2+y^2}\le R_{wz}\cdot\gamma_c \qquad (5.11)$$

Formulalari bo'yicha amalga oshirish kerak,

bunda, I_{fx} va I_{fy} – chok metalli bo'ylab uning asosiy o'qlariga nisbatan inersiya momentlari;

I_{zx} va I_{zy} – xuddi shuning o'zi, eritish chegarasi metalli 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 sirtlari bo'ylab, tekis taqsimlangan deb qabul qilinadi.

(5.3.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.

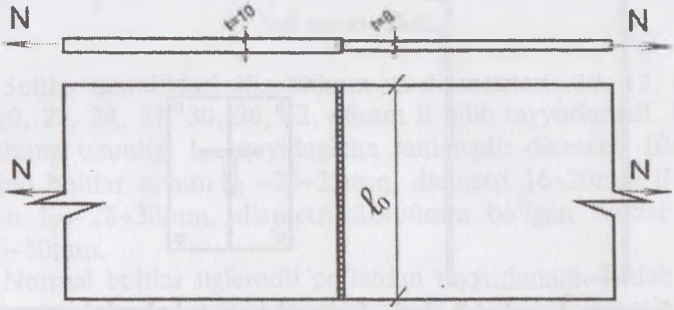
5.1.1. Masala. Cho'zilishga ishlayotgan uchma-uch biriktirilgan payvand chokni hisobiy uzunligini aniqlang.

Tasmasimon universal po'latni qalinligi t_1 =10mm va t_2 =8mm, cho'zayotgan hisobiy kuch 560 kN ga teng. Po'lat markasi Ст 3пс 5.

Yechim: Payvand chokni hisobiy uzunligi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$l_w = \frac{N}{t \cdot R_{wy}} + 2 \cdot t = \frac{560000H}{0{,}008m \cdot 230 \cdot 106Pa} + 2 \cdot 0{,}008 = 0{,}32m = 32sm$$

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



5.4-rasm. Uchma-uch biriktirilgan payvand chok.

5.1.2. Masala. Cho'zilishga ishlayotgan burchak chok bilan payvandlangan ulanmani hisoblang.

L 80x7 ikkita burchakli, qalinligi t=10mm li fasonkaga biriktirilgan bo'lsa, cho'zayotgan hisobiy kuch 500 kN ga teng. Po'lat markasi Ст 3пс 5.

Yechim: Burchakli chok ikkita kesim bo'yicha hisoblanadi: Eritilgan po'lat choki kesimi bo'yicha va erish chegarasidagi metallning kesimi bo'yicha. Opushkada chokni uzunligini quyidagi formulalar bilan aniqlaymiz.

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

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

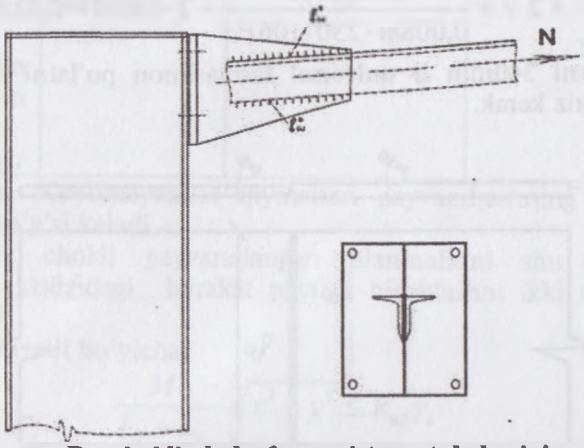
$$R_{wf} = 0{,}55 R_{wun/\gamma_m} = 0{,}55 \frac{370}{1{,}25} = 162{,}8MP\alpha$$

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

R_{wz} – erish chegarasidagi metallning hisobiy qarshiligi.

$$R_{wz} = 0{,}45 \cdot R_{wun} = 0{,}45 \cdot 37kH / sm_2 = 16{,}65kN / sm_2$$

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



5.5-rasm. Burchakli chok, fermani tepa tokchasini ustunga biriktirilishi.

Pero chokni uzunligini aniqlaymiz.

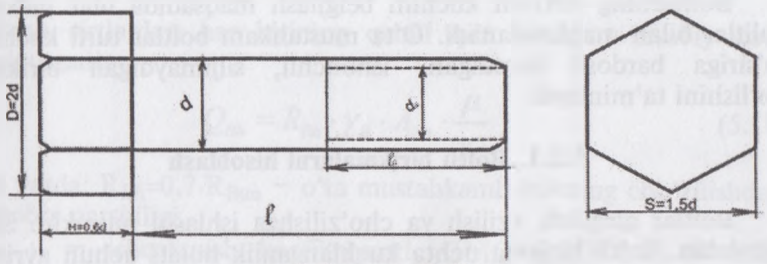
$$l_w'' = \frac{(1-\alpha)N}{2\beta_f k_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0{,}7)\cdot 500000\cdot(100)}{2\cdot 0{,}7\cdot 0{,}7\cdot 162{,}8\cdot 10^4\cdot 1} + 1 = 10{,}4sm$$

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

Demak, pero chokning uzunligi 10,4sm ga teng.

5.2. Boltli va parchin mixli birikmalar

Boltlar po'lat konstruksiyalarning montaj birikmalarida ishlatiladi. Boltlar aniqligi normal, aniqligi oshirilgan, shuningdek, o'ta mustahkamligi xillarga bo'linadi. Aniqligi normal boltlar uchun teshiklarning diametri boltlarning diametriga qaraganda 2–3mm ortiq, aniqligi oshirilgan boltlar uchun esa boltlarning diametriga teng qilib parmalab teshiladi.



5.6-rasm. Bolt.

Boltlar uzunliklari 40...200mm va diametrlari 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 27, 30, 36, 42, 48mm li qilib tayyorlanadi. Rezbali qismining uzunligi l_0 quyidagicha tanlanadi: diametri 10+14mm bo'lgan boltlar uchun l_0 =20+25mm, diametri 16+20mm li boltlar uchun l_0= 28+30mm, diametri 22+30mm bo'lgan boltlar uchun l_0=35+50mm.

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:

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

Birinchi sonni 10-ga ko'paytirganda, po'latning vaqtincha bo'ladigan qarshiligini topamiz

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

Normal boltlarning diametri kichikroq bo'lgani uchun, elementlar birikmasi tez va onson bajariladi, lekin birikma yumshoq (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 biriktirish uchun ko'p vaqt sarflanadi va qiyin amalga oshadi.

O'ta mustahkamli boltlar yuqori harorat bilan ishlov berilgan (40X, 40XΦA va 38XC) 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 biriktirilayotgan qismlarning tutashadigan sirtlari moy, zang va boshqa ifloslardan 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.

5.2.1. Boltli birikmalarni hisoblash

Boltlar qirqilish, 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 qilib hisoblanadi. Bitta bolt qabul qilishi mumkin bo'lgan hisobiy kuchni (N_B) quyidagi formulalar bo'yicha aniqlanadi:

Bolt qirqilishga ishlayotgan bo'lsa,

$$N_{BS} = R_{BS} \cdot \gamma_B \cdot A \cdot n_s \qquad (5.12)$$

paket materiallari ezilishga ishlayotganda

$$N_{BP} = R_{BP} \gamma_B d \sum t \qquad (5.13)$$

cho'zilishda esa $N_{Bt} = R_{Be} A_{Bn}$

bu yerda: $R_{BS} R_{BP} R_{Bt}$ — boltli birikmalarning hisobiy qarshiliklari;

d — boltning diametri;

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

$A_{BП} = \pi \cdot d_0^2 / 4$ — bolt kesimining netto yuzasi;

n_s — boltdagi qirqilish kesimlarining soni;

Σt — bitta yo'nalishda eziladigan elementlarning eng kichik jamlangan qalinligi;

γ_B — birikmaning ishlash sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

Birikmadagi boltlar soni quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

$$n \geq \frac{N}{[N_B]_{\min} \cdot \gamma_c} \qquad (5.14)$$

bu yerda: $[N_B]_{\min}$ — bitta boltning eng kichik yuk ko'taruvchanligi.

O'ta mustahkam boltlarni hisoblash quyidagi tartibda bajariladi. Avvalo boltning to'la tortilishidagi bo'ylama zo'riqish kuchi topiladi. So'ng bitta bolt bilan mahkamlangan elementlardagi

tutash sirtlardan har birining qabul qila oladigan hisobiy kuch aniqlanadi:

$$Q_{Bh} = R_{Bh} \cdot \gamma_B \cdot A_{Bn} \cdot \frac{\mu}{\gamma_h} \qquad (5.15)$$

bu yerda: $R_{Bh}=0,7 \cdot R_{Bun}$ – o'ta mustahkamli boltning cho'zilishdagi hisobiy qarshiligi,

μ – ishqalanish koeffitsiyenti, QMQdagi 2.03.05-97 13.2-jadvaldan qabul qilinadi;

γ_h – ishonchlilik koeffitsiyenti, QMQ 2.03.05-97. 13.2-jadvaldan qabul qilinadi,

γ_B – birikma ishlash sharoitining e'tiborga oladigan koeffitsiyenti, boltlar soniga bog'liq: soni 5-gacha bo'lganda koeffitsiyent 0,8ga teng, $5 \le n \le 10$ bo'lsa, $\gamma_B=0,9$ ga teng, agarda $n > 10$ unda $\gamma_B=1$ ga teng,

$A_{BП} = \pi \cdot d_0^2 / 4$ – bolt kesimining netto yuzasi.

5.2-jadval

Ulanayotgan yuzalarni ishlash (tozalash) usuli	Boltlarning tortilishini rostlash usuli	Ishqalanish koeffitsiyenti μ	Kertik va δ boltlar nominal diametrlarining yuklanishi va turliligidagi γ_h koeffitsiyentlari, mm	
			Dinamik va δ=3-6 bo'lgan holidagi; statik Va δ=5-6 bo'lgan holidagi	Dinamik va δ=1 bo'lgan holdagi; statik va δ=1-4 bo'lgan holdagi
1.Ikki yuzani konservatsiyasiz drobomyotlash 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	M bo'yicha	0,50	1,35	1,12
	α bo'yicha	0,50	1,20	1,02

kukunlashtirish orqali metal-lashtirish.				
3.Bir yuzani polimer kleyi bilan konservatsiya-lashtirish orqali pitra qilish va karborund kukunini sepish, ikkinchi yuzani konservasiyalashsiz po'lat tozalagichlari bilan ishlash.	M bo'yicha α bo'yicha	0,50 0,50	1,35 1,20	1,12 1,02
4.Ikki yuzani konservatsiyalashsiz gaz olovi bilan ishlash.	M bo'yicha α bo'yicha	0,42 0,42	1,35 1,20	1,12 1,02
5.Ikki yuzani po'lat tozalagichlar bilan ishlash.	M bo'yicha α bo'yicha	0,35 0,35	1,35 1,25	1,17 1,06
6. Ishlovsiz.	M bo'yicha α bo'yicha	0,25 0,25	1,70 1,50	1,30 1,20

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

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

$$n \geq \frac{N}{Q_{Bh}\gamma_c k} \qquad (5.16)$$

k – ulanayotgan elementlarning ishqalanish yuzalari soni.

5.2.2. Boltlar birikmada joylashtirilishi

1. Boltlar orasidagi masofa: a) minimal – 2,5·d; b) maksimal – chekka qatordagi - 8·d yoki 12·t; d) maksimal – o'rta qatordagi

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 kuchni yoni bo'ylab ta'sir etsa – 2d,

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

d) maksimal 4d yoki 8t.

5.2.1. Masala. Fermani tepa tokchasini ustunga biriktiradigan boltlarni diametrini aniqlang? Fermani tepa tokchasi ustunga 4-ta bolt bilan biriktirilgan. Cho'zayotgan hisobiy kuch 500 kN ga teng. (5.5-rasm.)

Yechim: Bitta boltga ta'sir etayotgan hisobiy kuchni aniqlaymiz.

$$N_{bt} = \frac{N}{4} = \frac{500}{4} = 125kH$$

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

Bundan $d_0 = \sqrt{\frac{4[N_{bt}]}{R_y \cdot \pi}}$

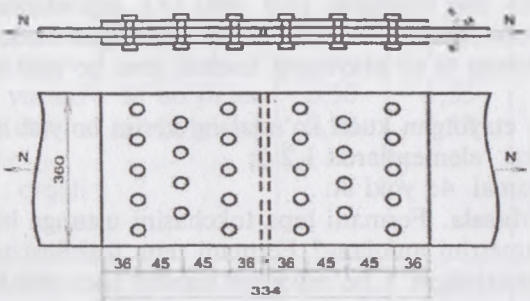
boltni yuk ko'tarish qobiliyatini ta'sir etayotgan hisobiy kuchga teng deb:

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

va rezbani balandligini e'tiborga olib boltni diametrini aniqlaymiz d=30mm.

5.2.2. Masala. Cho'zilishga ishlayotgan boltli birikmani hisoblang. Normal boltlarni diametri 18mm ga teng, ularni sonini toping va birikmada joylashtiring, asosiy elementni zaiflashgan kesimdagi kuchlanishni aniqlang?

Cho'zayotgan hisobiy kuch 800 kNga teng. Po'lat markasi Ст 3кп 2.



5.7-rasm. Boltli birikma.

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

Bolt qirqilishga ishlayotganda.

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

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

Paket materiallari ezilishga ishlayotganda.

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

Birikmadagi boltlar sonini aniqlaymiz.

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

Boltlarni sonini 14 ta deb qabul qilib olamiz va birikmada joylashtiramiz. Birinchi qatorga 5 ta ikkinchi qatorga 4 ta va uchinchi qatorga 5 ta. Jami birikmaga 28 ta boltlar joylashtiriladi.

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

$$A_n = 36 \cdot 1{,}4 - 5 \cdot 2 \cdot 1{,}4 = 36{,}4sm^2$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800000H}{36{,}4 \cdot 1} = 220MPa \prec 230MPa$$

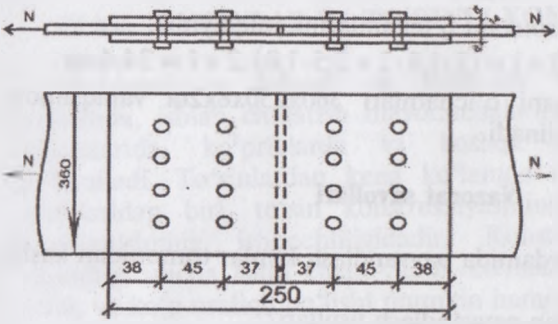
Birlashtiradigan fasonkani o'lchamlarini aniqlaymiz.

$$(1{,}8 \cdot 2{,}5 \cdot 2 + 1{,}8 \cdot 2 \cdot 2) \cdot 2 + 1 = 32{,}4sm$$

Demak, prokladkani o'lchamlari 360x340x8 2ta varaqsimon po'lat sortamentidan olinadi.

5.2.3. Masala. Yuqori mustahkamli boltlar bilan biriktirilgan birikmani hisoblang. Cho'zayotgan hisobiy kuch 800 kN ga teng. Boltlarni diametri 18mm ga teng.

Po'lat markasi 40 ХФА



R_{bun} =13500 kg/sm^2, 1350 MPa. Boltlarni sonini aniqlab birikmada joylashtiring. Asosiy elementni ziflashgan kesimdagi kuchlanishni aniqlang?

5.8-rasm. Yuqori mustahkamli boltlar bilan biriktirilgan birikma.

Yechimi: Bitta bolt bilan mahkamlangan elementlardagi tutash sirtlardan har birining qabul qila oladigan hisobiy kuchni aniqlaymiz:

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

$$R_{bh} = 0{,}7 \cdot R_{bun} = 0{,}7 \cdot 1350 = 945 MPa = 9450 кг / sm^2$$

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

Birikmaga talab qilgan boltlarni sonini aniqlaymiz:

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

Boltlarni sonini 8 deb qabul qilib olamiz va birikmada joylashtiramiz. Har qatorga 4 ta bolt joylashtiramiz. Jami birikmaga 16 ta bolt joylashtiriladi.

Elementni zaiflashgan kesim yuzasini aniqlab unda hosil bo'layotgan kuchlanishni topamiz.

$$A_n = 36 \cdot 1{,}4 - 4 \cdot 2 \cdot 1{,}4 = 39{,}2 sm^2$$

$$\sigma = \frac{N}{A_n \gamma_c} = \frac{800 \cdot (10)}{39{,}2 \cdot 1} = 204 MPa \prec 230 MPa$$

Birlashtiradigan fasonkani o'lchamlarini aniqlaymiz.

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

Demak, prokladkani o'lchamlari 360x250x8x2ta varaqsimon po'lat sortamentidan olinadi.

Nazorat savollari

1) Elektr yoyi yordamida payvandlash kimlar tomonidan kashf etilgan?
2) Elektr yoyi bilan payvandlash usullari?
3) Uchma-uch chokni hisoblash qaysi formula orqali bajariladi?
4) Burchakli chokni hisoblash qaysi formulalar orqali bajariladi?
5) Uchma-uch payvand choklarining shakllari?
6) Boltlarni xillari?
7) Boltli birikmalar qanday hisoblanadi?
8) O'ta mustahkamli boltlar bilan bajarilgan birikmalar qanday tartibda hisoblanadi?
9) Boltlar birikmada qanday joylashtiriladi?

VI bob. TO'SINLAR VA TO'SINLI KONSTRUKSIYALAR

To'sinlar – jamoat va turar-joy binolarining sinchini yaratishda, ishlab chiqarish maydonchalarini qurishda qavatlararo yopmalarida, 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 bo'lishi mumkin hamda konsolli bo'ladi.

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

Yopmalarda, ishlab chiqarish maydonchalarda, ko'priklarda qurilmaning yuk ko'taruvchi qismini to'sinlar tizimi tashkil etadi. Har xil to'sinlardan foydalanib yopilgan tomni to'sinli katak deydilar, to'sinlar joylashtirilishi, ta'sir etayotgan yuk miqdori va tarxdagi o'lchamlariga qarab, to'sinlar tizimi uch xil bo'lishi mumkin: oddiy, normal va murakkab.

Oddiy joylashtirishda yopmaga qo'yilgan yuk to'shama orqali to'shama to'sinlarga va ular orqali devorlarga uzatiladi.

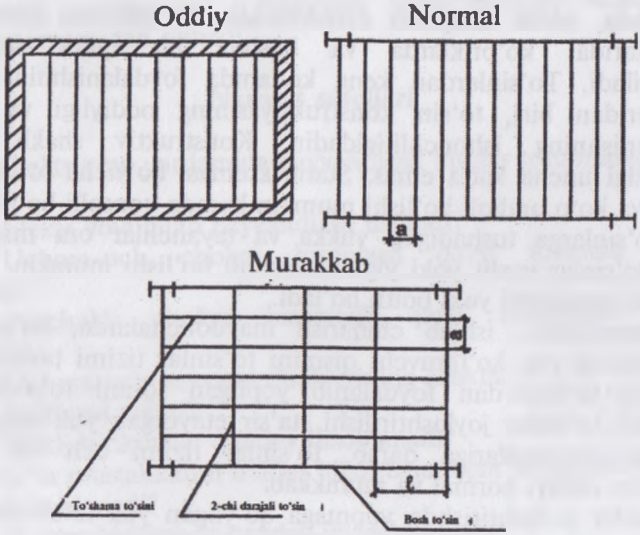
Normal joylashtirish usulida yuk to'shama to'sinlari orqali bosh to'sinlariga uzatiladi, bosh to'sinlar esa o'z navbatida qabul qilgan yukni ustunlarga uzatadi.

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

To'sinlarning o'zaro tutashish qavati bir xil balandlikda va pasaytirilgan bo'lishi mumkin. Qavatli to'sinlar tizimi tez va oson yig'iladi, lekin qurilish balandligi katta, ustuvorligini tekshirish lozim. Bitta balandlikdagi to'sinlar tizimini yig'ish uchun ancha vaqt va mehnat sarflash kerak, lekin konstruksiyasi ustuvorligini 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 qavatiga 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 ularni orasidagi masofa «a» harfi bilan belgilanadi va u 0,6÷1,6 m teng qilib olinadi.

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

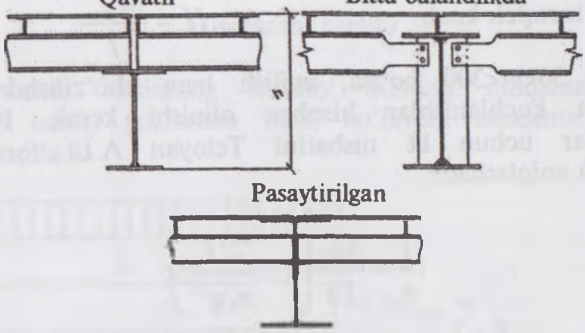


6.1-rasm. To'sinli kataklarni tizimi.

6.1. To'shamani hisobi

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

To'shamaning ishlashi kuchlanganlik 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.



6.2-rasm. Murakkab to'sinli katakda to'sinlarni bir-biriga biriktirilishi.

Hisoblash tartibi quyidagicha:

1. To'shamani 1 p.sm ta'sir etayotgan yuk aniqlanadi.

2. Eni 1 p.sm bo'lgan to'shama to'sinda hosil bo'ladigan eng katta eguvchi moment aniqlanadi.

$$M_{max} = \frac{q \cdot l_t^2}{8} \qquad (6.1)$$

3. To'sinni kesimini talab qilgan moment qarshiligi aniqlanadi.

$$W_{t.k.} = \frac{M_{max}}{R_y \cdot \gamma_c} \qquad (6.2)$$

va quyidagi ifodadan foydalanib to'shama qalinligi topiladi.

$$t_t = \sqrt{6 \cdot W_{t.k}} \qquad (6.3)$$

Agar l/t>300 bo'lsa, aksincha, egilishdan paydo bo'ladigan kuchlanishlar hisobga olinmay, faqat gorizontal reaksiyadan paydo bo'ladigan cho'zuvchan kuchlanishlar hisobga olinadi.

To'shama qalinligi quyidagicha aniqlanadi:

$$t_t = \frac{T}{R_y \cdot \gamma_c \cdot 1sm} \qquad (6.4)$$

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

V – tayanch reaksiyasi $\qquad V = \frac{q \cdot l_t}{2} \qquad (6.5)$

H – tortqich kuch $$H = \frac{M_{max}}{f} \qquad (6.6)$$

Agar 50<l/t<300 bo'lsa, egilish ham cho'zilishdan paydo bo'ladigan kuchlanishlar hisobga olinishi kerak. Bu holda to'shamalar uchun l/t nisbatini Teloyan A.L. formulasidan foydalanib aniqlashadi:

$$\frac{l}{t} = \frac{4n_0}{15}\left(1 + \frac{72E_1}{n_0^4 q^{\Pi}}\right) \qquad (6.7)$$

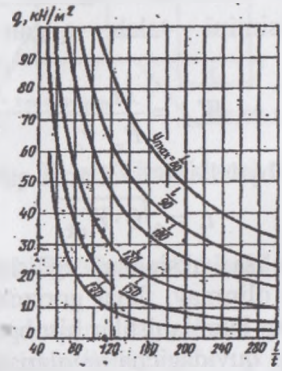
bu yerda, $n_0 = \left[\frac{l}{f}\right]$ – to'shama tayanchlar orasidagi masofani solqiligiga nisbati;

E_1 – siljish moduli. $E_1=E/1-\mu^2$.

μ – Puasson koeffitsiyenti, po'lat uchun μ=0,3 teng.

q^n - 1m^2 – ga ta'sir etayotgan normali yuk.

Izlayotgan nisbatni ba'zi adabiyotlarda keltirilgan S.D.Leytes grafigidan ham aniqlash mumkin.

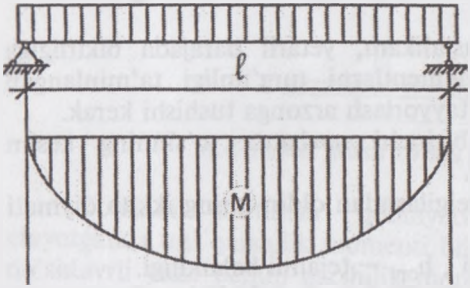


6.2-rasm. Prokat to'sinlarni hisoblash tartibi.

Tanlab olingan to'sin tashqi ta'sir etayotgan yuklarning ko'tarish qobiliyatiga ega, mustahkam yetarli darajada bikirligiga va ustuvorligiga ega bo'lishi shart.

Hisoblash tartibi

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



$$M_{max} = \frac{ql^2}{8} \qquad (6.8)$$

6.3-rasm. Eguvchi moment epyurasi.

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

$W_{TK} = \frac{M_{max}}{R_y \gamma_c}$ material elastik holatida ishlaganda (6.9)

yoki

$W_{TK} = \frac{M_{max}}{C_1 R_y \gamma_c}$ material elastik va 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;

$$W_{m.k} \le W_x$$

4. Tanlab olingan yuzani mustahkamligi tekshiriladi:

$$\sigma = \frac{M}{W_x} \le R_y \cdot \gamma_c \qquad (6.10)$$

$$\tau = \frac{Q_{max} S_x}{I_x t_w} \le R_s \cdot \gamma_c \qquad (6.11)$$

farqi $\frac{R_y - \sigma}{R_y} 100\% \le 5\%$,

va bikirligi ham tekshiriladi.

$$\frac{f}{l}=\frac{5}{384}\frac{q^{n}l^{3}}{I_{x}E}\leq\left[\frac{f}{l}\right] \qquad (6.12)$$

6.3. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlarning hisobi

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

Yuzani topish uchun birinchi navbatda to'sinning kesim yuzasini balandligi o'rnatiladi.

To'sinning balandligini belgilashdan oldin uning ikkita qiymati aniqlanadi:

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

To'sinni eng kichik balandligi uni bikirligi ta'minlanishi e'tiborga olgan holda aniqlanadi. Ma'lumki, qo'zg'aluvchi sharnirli tayanchga ega bo'lgan to'sin uchun nisbiy egilishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\frac{f}{l}=\frac{5}{384}\frac{q^{n}l^{3}}{I_{x}E}\leq\left[\frac{f}{l}\right]. \qquad (6.13)$$

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

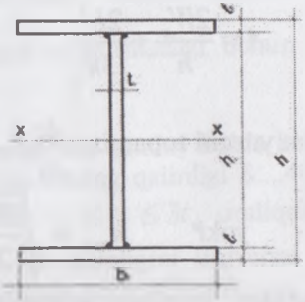
Shart bajarilishini hisobga olsak, u holda quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$\frac{f}{l}=\frac{5M^{n}l}{48EI_{x}}=\frac{5M^{n}l2M}{48EWhM}\leq\left[\frac{f}{l}\right] \qquad (6.14)$$

bundan

$$h_{min}=\frac{5R_{y}lM^{n}}{24E\left[\frac{f}{l}\right]M} \qquad (6.15)$$

To'sinning optimal 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 munosabatlardadir, ya'ni birining oshishi bilan ikkinchisi kamayib boradi.



6.4-rasm. Bosh to'sin kesim yuzasi.

To'sinni ko'tarish qobiliyati eguvchi kuchlar ta'sir etayotganda uni qarshilik momenti bilan xarakterlanadi. Simmetrik qo'shtavrli yuza uchun qarshilik momentini quyidagicha yozamiz. Hisobni osonlashtirish uchun: $h = h_w$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} = \frac{2}{h}\left[\frac{t_\omega h^3}{12} + 2A_f\left(\frac{h}{2}\right)^2\right] = \frac{t_\omega h^2}{6} + A_f h \qquad (6.16)$$

To'sinni umumiy kesim yuzasi:

$$A = 2A_f + A_\omega \qquad (16.17)$$

A_f – tokchasini kesim yuzasi;
A_w – devorini kesim yuzasi.

$$A_f = (A - A_\omega)\frac{1}{2} \qquad (16.18)$$

$$W_x = \frac{t_\omega h^2}{6} + \frac{Ah}{2} - \frac{h^2 t_\omega}{2} = \frac{Ah}{2} - \frac{2t_\omega h^2}{6} \qquad (16.19)$$

$K = \frac{h_\omega}{t_\omega}$ – devorni egiluvchanligi

$$t_\omega = \frac{h_\omega}{K} \qquad W_x = \frac{Ah}{2} - \frac{h^3}{3k} \qquad (6.20)$$

Bu tenglamadan to'sinni umumiy kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$A = \frac{2W_x}{h} + \frac{2h^2}{3k} \qquad (6.21)$$

bundan optimal kesim yuzani topamiz: $\frac{dA}{dh} = -\frac{2W_x}{h^2} + \frac{4h}{3k} = 0$ (6.22)

$$h_{onm} = \sqrt[3]{\frac{6W_{TK}K}{4}} \quad \text{yoki} \quad h_{onm} = \sqrt{\frac{3W_{TK}}{2t_\omega}} \qquad (6.23)$$

Tejamkor balandlikni aniqlash uchun to'sin devorchasining egiluvchanligini «K»ni bilishimiz kerak yoki devorchaning qalinligini «t_w»

K=100÷200

Devor qalinligini empirik formuladan foydalanib aniqlash mumkin

$$t_\omega = 7 + 3h_{\min}/1000 \text{ mm}, \quad t_w \geq 8 \text{ mm}. \qquad (6.24)$$

Minimal va optimal balandliklar qiymati aniqlangandan keyin to'sinning loyihaviy balandligi o'rnatiladi.

To'sin kesim yuzasini balandligi va devori qalinligi ma'lum bo'ldi, endi tokchalarning kesim yuzasini aniqlash lozim. Buning uchun qarshilik moment tenglamasiga qaytamiz

$$W_{TK} = \frac{t_\omega h^2}{6} + A_f h \qquad (6.25)$$

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

$$A_f = \frac{W_{TK}}{h} - \frac{th}{6} \qquad (6.26)$$

Yuzani tanlab olishda tokchaning kengligi va qalinligi orasidagi munosabat konstruktiv talablariga javob berishi kerak.

To'sinning umumiy turg'unligi ta'minlanishi tokchaning kengligini to'sinning kesim yuzasini balandligi nisbatiga ham bog'liq.

$$в_f \approx \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right)h \qquad (6.27)$$

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

Tokchaning kengligi har qanday holda ham 200mm dan kichik bo'lmasligi kerak. Tokchaning qalinligi 8....40mm 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 kesimning geometrik tavsiflari aniqlanadi;

$$I_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f\left(\frac{h_w + t_f}{2}\right)^2 + \frac{t_f^3 \cdot b_f}{12} \cdot 2 \qquad 6.28)$$

$$W_x = \frac{2I_x}{h} \qquad (6.29)$$

$$S_x = A_f \frac{h_w + t_f}{2} + \frac{h_w t_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} \qquad (6.30)$$

To'sin mustahkamlikka va bikirlikka tekshiriladi

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

$$farqi \frac{R_y - \sigma}{R_y} 100\% \leq 5\% \qquad (6.31)$$

$$\tau = \frac{Q_{max} S_x}{I_x t_w} \leq R_s \gamma_c \qquad (6.32)$$

$$\frac{f}{l} = \frac{5}{48} \frac{M^n l}{I_x E} \leq \left[\frac{f}{l}\right] \qquad (6.33)$$

6.4. To'sinlarning umumiy turg'unligi

To'sinlarda egilish tekisligi eng katta bikirlikka ega deb hisoblanadi, lekin eguvchi kuchlar ma'lum miqdordan ortganda to'sin ustuvor muvozanatini yo'qota boshlaydi. To'sinni muvozanat

holatidan chiqishiga majbur qiladigan qaltis kuchning qiymati to'sinning yonbosh egilishidagi va buralishidagi bikirliklarga bog'liq. Konstruktiv jihatdan qaltis kuchlanishlar qiymati to'sinning konstruktiv shakli, sxemasi va hisobiy uzunligining tokchalar kengligiga bo'lgan nisbatiga bog'liq «$\frac{l_{ef}}{в_f}$».

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

$$\sigma = \frac{M}{\varphi_б W_c} \leq R_y \gamma_c \qquad (6.34)$$

bu yerda, φ_b – to'sinlarni turg'unligini hisoblashda ishlatiladigan koeffitsiyent; uni aniqlash tartibi 2.03.05-97 QMQning 8-ilovasida batafsil keltirilgan;

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

$$\varphi_1 = \psi \frac{I_y}{I_x} \left(\frac{h}{l_{if}} \right)^2 \frac{E}{R_y} \qquad (6.35)$$

bu ifodadagi Ψ koeffitsiyentni 2.03.05-97 QMQning 8.1 va 8.2 jadvallardan foydalanib, yuk xususiyati va «α« parametriga qarab aniqlanadi.

Parametrning miqdori quyidagi formulalar orqali topiladi:

a) prokatli qo'shtavr uchun

$$\alpha = 1{,}54 \frac{I_t}{I_y} \left[\frac{l_{ef}}{h} \right]^2 \qquad (6.36)$$

b) alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlar uchun

$$\alpha = 8 \left(\frac{l_{ef} t_f}{h в_f} \right)^2 \left(1 + \frac{a t_w^3}{в_f t_f^3} \right) \qquad (6.37)$$

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

h – kesim yuzasini balandligi;

I_t – kesimni 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.

To‘sinni umumiy turg‘unligini yo‘qotmaslik shartlari:

a) yuklanishni muntazam ravishda to‘sinning siqilgan kamariga tayanuvchi va u bilan ishonchli bog‘langan (og‘ir, yengil va yacheykali beton, tekis va profillangan metall to‘shama, to‘lqinli po‘lat va boshqalarga tayanuvchi) yaxlit qattiq to‘shamadan o‘tkazilganda;

b) to‘sinning hisobiy uzunligi tokchasining eniga bo‘lgan nisbati 2.03. 05-97 QMQning 7.2-chi jadvalidagi shartlarga javob bersa.

6.1-jadval

Yuklanish tushish joyi	$\frac{l_{ef}}{b_f}$ ning prokatli va payvandlangan to‘sinlari mustahkamligini hisoblashni talab etmaydigan eng katta qiymatlari ($1 \le h/b < 6$ da va $15 \le b/t \le 35$)
Yuqori kamarga	$\frac{l_{ef}}{b_f} \le \left[0{,}35 + 0{,}0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0{,}76 - 0{,}02 \cdot \frac{b_f}{t_f}\right) \cdot \frac{b_f}{h}\right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ (6.38)
Pastki kamarga	$\frac{l_{ef}}{b_f} \le \left[0{,}57 + 0{,}0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0{,}92 - 0{,}02 \cdot \frac{b_f}{t_f}\right) \cdot \frac{b_f}{h}\right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ (6.39)
Hisoblash vaqtida yuklanish tushishi darajasidan qat’i nazar to‘sinning ulanmalari orasidagi	$\frac{l_{ef}}{b_f} \le \left[0{,}41 + 0{,}0032 \cdot \frac{b_f}{t_f} + \left(0{,}73 - 0{,}016 \cdot \frac{b_f}{t_f}\right) \cdot \frac{b_f}{h}\right] \cdot \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ (6.40)

maydo-ni yoki toza egilish vaqtida	
Eslatmalar: 1. Yuqori pishiqlikdagi boltlardagi kamarli ulanmalarga ega bo'lgan to'sinlar uchun 6.1-jadval bo'yicha olinuvchining qiymatlarini 1.2 koeffitsiyentga ko'paytirish kerak. 2. b/t<15 nisbatli to'sinlar uchun 6.1-jadval formulalarida b/t= 15 deb qabul qilish kerak.	

6.5. To'sin elementlarining (tokchasini) mahalliy turg'unligi

Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlarda ayrim elementlarning tokcha yoki devorcha siquvchi, normal yoki urinma kuchlanishlar ta'sirida qavarib chiqishi va mahalliy ustuvorligining yo'qotishi mumkin. Elementlardan birortasi ustuvorligini yo'qotish natijasida butunlay yoki qisman ishdan chiqadi. Natijada to'sinning ish qismi kamayadi, kesimi nosimmetrik shaklni qabul qiladi, egilish markazi siljiydi. Bularning hammasi to'sinning yuk ko'taruvchanligini muddatidan oldin yo'qolishiga olib keladi. Qaltis kuchlanish materialning elastiklik moduli «E» va plastinkaning o'lchamlariga bog'liq. Uzun tomonlari bilan mahkamlangan plastinka o'z ustuvorligini to'lqinsimon sirt bo'ylab yo'qotadi. To'lqinlarni vujudga keltiradigan qaltis kuch qiymati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$N_{кр} = c \cdot \frac{\pi^2 EI_ц}{в_f^2} \qquad (6.41)$$

bu yerda, «C» – plastinkaning mahkamlanish sharti va kuchlanish xarakteriga bog'liq funksiya,

$EI_ц$ – plastinkaning silindrik bikirligi

$$EI_ц = \frac{EI}{1-\mu^2} = \frac{Eв_f t_f^3}{12(1-\mu^2)} \qquad (6.42)$$

μ – Puasson koeffitsiyenti.

Qaltis kuchdan paydo bo'ladigan qaltis kuchlanish quyidagicha topiladi.

$$\sigma_{KP} = \frac{N_{KP}}{в_f t_f} = c\frac{\pi^2 E b_f t_f^3}{b_f t_f b^2{}_f 12(1-\mu^2)} = c\frac{\pi^2 E t_f^2}{12(1-\mu^2)b_f^2} \quad (6.43)$$

Bu formulaga po'latni elastik holatda ishlashlikni e'tiborga oluvchi koeffitsiyentlar qiymatli qo'ysak, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\sigma_{кр} = 0{,}25E\left(\frac{t_f}{в_{св}}\right)^2 \quad (6.44)$$

Qaltis kuchlanish $\sigma_{KP} \subseteq Ry$ po'latning oquvchanlik bo'yicha hisobiy qarshiligiga teng deb olinib, to'sin tokchasining enini qalinligiga bo'lgan nisbatini aniqlash mumkin

$$\frac{в_f}{t_f} \le c\frac{\pi}{3.3}\sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.45)$$

$$\sigma_{KP} = 0{,}25E\left(\frac{t_f}{в_{cd}}\right)^2 \quad \text{bundan} \quad \frac{в_{св}}{t_f} \le 0.5\sqrt{\frac{E}{R_y}} \quad (6.46)$$

Agar qaltis kuchlanishlar oquvchanlik chegarasidan katta bo'lsa, plastina o'z muvozanatini yo'qotadi. Nisbatning «$b_{св}/t_f$» to'sin tokchasining mahalliy turg'unligi ta'minlanishi uchun zarur bo'lgan qiymatlari 2. 03. 05-97 QMQning 9.9-chi jadvalida keltirilgan.

6.6. To'sin devorchasining mahalliy turg'unligi

To'sin devorchasini normal va urinma kuchlanishlar ta'sirida ishlayotgan plastina deb qarash mumkin. Devorchaning turg'unligini yoki uning qalinligini oshirish yo'li bilan yoki muayyan masofada ko'ndalang bikirlik 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'linmalarining pishiqligini tekshirish kerak.

Bunda tekshirilayotgan plastinkaning hisobli o'lchovlari:

α – ko'ndalang qovurg'alar o'qlari orasidagi masofa:

h_{ef} – devorning (6.5-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 aylanmalar boshlanishlari orasidagi masofaga, egilgan profillarda buralishlar 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'sinlar devorlari mustahkamligini tekshirish talab etilmaydi, agar QMQ 2.03.05-97(7.29)shartlari bajarilsa, bunda devor shartli egiluvchanligi

$$\overline{\lambda_w} = \frac{h_{ef}}{t_w}\sqrt{\frac{R_y}{E}} \qquad (6.47)$$

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.

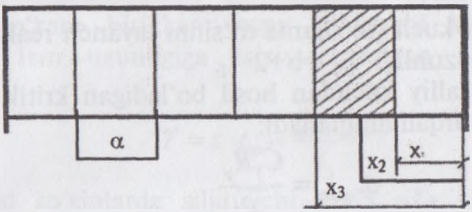
To'sinlardagi yuk qo'zg'almas va mahalliy kuchlanish yo'q bo'lib, shartli egiluvchanlik $\overline{\lambda_\omega} \rangle 3{,}5$ bo'lganda hamda yuk qo'zg'almas va mahalliy kuchlanish bor bo'lib $\overline{\lambda_w} \succ 2{,}5$ bo'lganda devorcha ko'ndalang bikirlik qovurg'alari bilan mahkamlanishi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

Ko'ndalang qovurg'alarining eni $в_K = \frac{h_{ef}}{30} + 40$ mm dan kichik bo'lmasligi kerak. Qalinligi esa $t_k = 2 \cdot в_K \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$ mm dan kichik bo'lmasligi shart.

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

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{ci}}+\frac{\sigma_{los}}{\sigma_{los\sigma}}\right)^2+\left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}\le\gamma_c \qquad (6.48)$$

bu yerda, σ, τ – qurilayotgan yacheykada tashqi kuchlar ta'siridan yuzada hosil bo'layotgan kuchlanishlar,



6.5-rasm. Bosh to'sinni devorini ustuvorligini tekshirish uchun sxema.

$$\sigma=\frac{M_{o'rta}}{W_x\gamma_c} \qquad \tau=\frac{Q_{o'rta}S_x}{I_x t_w} \qquad \sigma_{cr}=\frac{C_{cr}R_y}{\overline{\lambda}_{ef}^2} \qquad (6.49)$$

C_{cr} – 2.03.05-97 QMQning 9.1 jadvalidan aniqlanadigan koeffitsiyent «δ» parametriga qarab,

6.1-jadval

δ	≤ 0,8	1,0	2,0	4,0	6,0	10,0	≥ 30
C_{cr}	30,0	31,5	33,3	34,6	34,8	35,1	35,5

$$\delta=\beta\frac{b_f}{h_{cf}}\left(\frac{t_f}{t_w}\right)^3 \qquad (6.50)$$

β – ushbu QMQning 9.2-jadvalidan olinadigan koeffitsiyent,

6.2-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

Eslatma. Yig'ilgan yuklanish tortilgan kamariga tushgan kran tagi to'sinlarining bo'lmalari uchun δ koeffitsiyentini hisoblashda β=0,8 deb qabul qilish kerak.

$$\sigma_{loc} = \frac{N}{l_{ef} t_{\omega}}$$ – mahalliy kuchdan hosil bo'ladigan kuchlanish; (6.51)

N – mahalliy kuch (to'shama to'sinni 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:

$$\sigma_{loscr} = \frac{C_1 R_y}{\bar{\lambda}_{\omega}^2} \qquad (6.52)$$

C_1 – QMQning 9.3-jadvaldan olinadigan koeffitsiyent

6.3-jadval

δ	C_1ning payvandlangan to'sinlar uchun quyidagilarga teng bo'lgan $\frac{\alpha}{h_{ef}}$ dagi qiymatlari								
	≤ 0,5	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	≥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

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

$$\tau_{cr} = 10{,}3\left(1 + \frac{0{,}76}{\mu^2}\right)\frac{R_s}{\bar{\lambda}_{\omega}^2} \qquad (6.53)$$

μ – katakning katta tomonining kichigiga bo'lgan nisbati.

γ_c – QMQning 2.03.05-97 7-ilovasi bo'yicha qabul qiluvchi koeffitsiyent.

Agar devorchaning shartli egiluvchanligi 6,0 dan katta bo'lsa, devorcha ko'ndalang bikirlik qovurg'alaridan tashqari bo'ylama bikirlik qovurg'alari bilan ham mahkamlanishi kerak, ular to'sin

uzunligi bo'ylab yuqori tokchadan (0,2+0,3)hω masofada joylashtiriladi.

6.7. To'sin devorchasi bilan tokchalarini birga ishlashini ta'minlash

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

$$T = \tau \cdot t_{\omega} = \frac{Q \cdot S_x}{I_x} \qquad (6.54)$$

Payvand to'sinlarda siljituvchi kuch «T» tokcha choklarini qirqishga intiladi shuning uchun choklarning yuk ko'taruvchanligi quyidagi shartni qanoatlantirishi lozim:

$$T \leq 2R_{wf}\beta_f K_f \gamma_c$$

yoki (6.55)

$$T \leq 2R_{wz}\beta_z K_f \gamma_c$$

Yuqoridagi ifodalardan payvand chokning talab qilingan qalinligini topish mumkin:

$$K_f \geq \frac{QS_x}{2I_x R_{wf}\beta_f \gamma_c} \quad \text{yoki} \quad K_f \geq \frac{QS_x}{2I_x R_{wz}\beta_z \gamma_c} \qquad (6.56)$$

Agar to'sin devorchasi tokchalari bilan parchin mixlar orqali biriktirilsa, bitta boltni siljitadigan kuch o'zaro qo'shni boltlar orasidagi masofa bo'yicha aniqlanadi; $N = T \cdot a$ (6.57)

Boltlar orasidagi masofa $a = \frac{[N_в]_{\min}}{T} = \frac{[N_в]_{\min} I_x}{QS_x}$ (6.58)

bu yerda, $(N_в)_{\min}$–bitta boltning yuk ko'tarish qobiliyati.

$$\left.\begin{aligned} N_{вs} &= R_{вs} A n_c \gamma_в \\ N_{вp} &= R_{вp} d \gamma_в \sum t_{\min} \end{aligned}\right\} [N_в]\min \qquad (6.59)$$

Nazorat savollari

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

6.1.1. Masala. To'shamani hisobi. To'shamaga ta'sir etayotgan normativ yuk $q_0^H = 31 кн/m^2$ ga teng, ruxsat etilgan nisbiy egiluvchanligi $\left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{120}$ teng. To'shama to'sinlarni qadami a=1,12m ga teng.

Yechim: To'shamani qalinligini topish uchun S.D.Leytes grafigidan foydalanamiz. Shu grafikdan to'shamani tayanch orasidagi masofasini uni qalinligiga bo'lgan nisbatini aniqlaymiz.

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

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

To'shamaning qalinligini 10mm qabul qilinadi.

6.2.1. Masala. To'sinni hisoblang. Tayanch oralig'idagi masofa 4m ga teng. To'singa ta'sir etayotgan hisobiy yoyma yuk $q = 42{,}58 кн/m$ teng. Po'lat markasi: Ст 3 пс 2.

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

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

Talab qilingan qarshilik moment topiladi.

$$W_{TK} = \frac{M_{max}}{R_y \gamma_c} = \frac{8518 \cdot (10)}{235 \cdot 1} = 362 sm^3$$

Qo'shtavr sortamentidan yuzani tanlab olamiz, qarshilik momenti $W_x = 371 sm^3$ ga teng bo'lgan №27

$$I_x = 5010 sm^4;$$

$$S_x = 210 sm^3;$$

$$t_w = 0,6 sm;$$

$$q_{T.Y.O} = 31,5 kg/m$$

Tanlab olingan to'sinni mustahkamlikka tekshiramiz o'z og'irligini e'tiborga olgan holda.

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

To'sinni o'z og'irligidan hosil bo'layotgan moment

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

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

Qirquvchi kuchga ham to'sinni tekshiramiz.

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

Tayanchlar orasidagi maksimal qirquvchi kuchni quyidagi formula orqali aniqlaymiz.

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

Tanlab olgan to'sinni bikirligini ham tekshiramiz.

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

VII bob. 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. Yalpi kesimlar ochiq va berk bo'lishi mumkin.

7.1. Ustunlarni asosiy o'rta qismi – sterjen

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

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

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

$$A_{TK} = \frac{N}{\varphi R_y \gamma_c} \tag{7.1}$$

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

$$i_{TK} = \frac{l_{ef}}{\lambda} \qquad h_{TK} = \frac{i_{TK}}{\alpha_1} \qquad в_{TK} = \frac{i_{TK}}{\alpha_2} \tag{7.2}$$

Kesim tanlagach, ustunning mustahkamligi va turg'unligi quyidagi formula bo'yicha tekshiriladi

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{min} A \gamma_c} \le R_y \qquad (7.3)$$

φ_{min} – kichik bo'ylama egilish koeffitsiyenti, eng katta egiluvchanlik qiymati bo'yicha quyidagi formulalar bilan hisoblanadi;

shartli egiluvchanligi $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R}{E}}$ $\quad 0 \prec \bar{\lambda} \prec 2{,}5$ gacha bo'lsa,

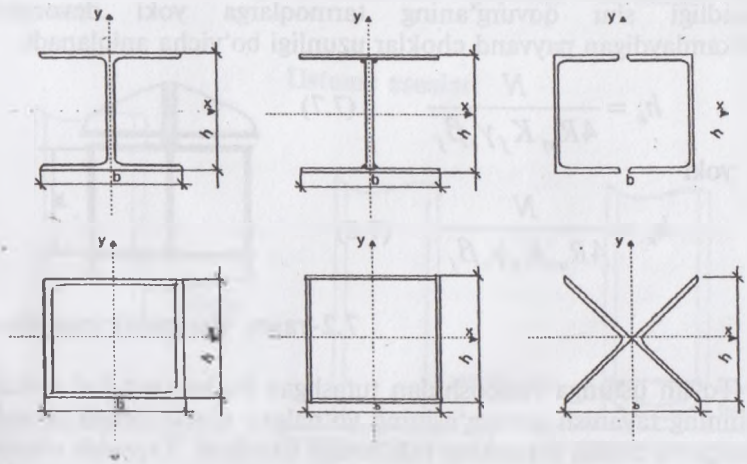
$$\varphi = 1 - \left(0{,}073 - 5{,}53 \cdot \frac{R_y}{E}\right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} \qquad (7.4)$$

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

$$\varphi = 1{,}47 - 13{,}0 \cdot \frac{R_y}{E} - \left(0{,}371 - 27{,}3 \cdot \frac{R_y}{E}\right) \cdot \bar{\lambda} + \left(0{,}0275 - 5{,}53 \frac{R_y}{E}\right) \cdot \bar{\lambda}^2 \qquad (7.5)$$

$\bar{\lambda} \succ 4{,}5$ bo'lsa, $\quad \varphi = \frac{332}{\bar{\lambda}^2 \cdot (51 - \bar{\lambda})} \qquad (7.6)$

Ustun kesimlari



7.1-rasm. Ustun kesimi yuzalari.

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

Inersiya radiusining qiymatlari

7.1-jadval

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

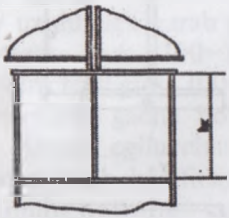
7.2. Ustunlarning bosh qismlari

Ustunlar to'sinlar bilan sharnirli yoki bikir 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;

$$h_k = \frac{N}{4R_{wf}K_f\gamma_c\beta_f} \qquad (7.7)$$

yoki

$$h_k = \frac{N}{4R_{wz}K_f\gamma_c\beta_f} \qquad (7.8)$$



7.2-rasm. Ustunning tepa qismi.

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

$$\sigma_w = 1{,}3\frac{N}{2K_f l_w \beta_z} \le R_{wf}\cdot\gamma_c \quad \sigma_w = 1{,}3\frac{N}{2K_f l_w \beta_z} \le R_{wz}\cdot\gamma_c \qquad (7.9)$$

To‘sinning tayanch qovurg‘asining pastki qirrasi bilan tayanish plitasining qirrasi 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.

7.3. Ustunlarning asoslari

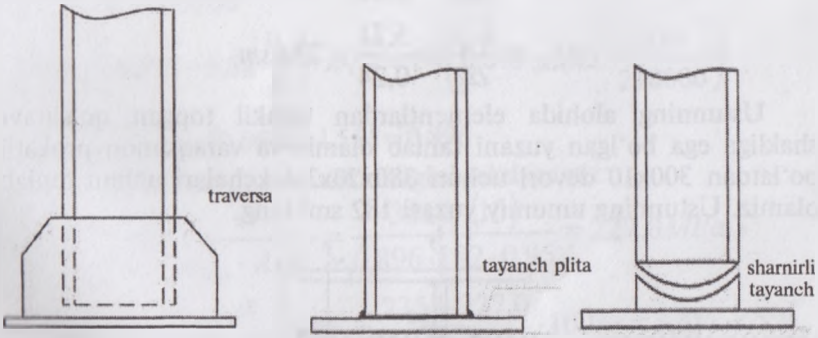
Ustunning asoslari sterjendan kelgan yukni poydevorga bir tekis taqsimlashga xizmat qiladi. Ustun asoslari uch xil bo‘lishi mumkin. Traversa bilan, tayanch plita bilan va sharnirli tayanchi bilan.

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.

Ustunni asoslari



7.3-rasm. Ustun asoslari.

$$A = \frac{N}{R_в \gamma_c} \qquad A = axd \qquad d = (1 + 1{,}4)a \qquad (7.10)$$

R_b – poydevor betonning hisobiy qarshiligi.

7.1.1. Masala. Ustunni hisoblang. Ta'sir etayotgan hisobiy kuch N=3516,0 kN. Ustunni hisobiy uzunligi 4m ga teng. Po'lat markasi Ст 3 пс 5.

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

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

va talab qilingan yuza aniqlanadi

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

Ustunning talab qilingan inersiya radiusi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

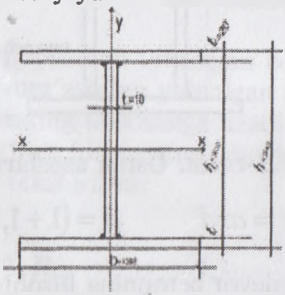
$$i_{T.K.} = \frac{l_{ef}}{\lambda} = \frac{400}{70} = 5{,}71 sm$$

Ustunning kesim yuzasini shaklini tanlab, uni asosiy o'lchamlarini aniqlaymiz:

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

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

Ustunning alohida elementlardan tashkil topgan qo'shtavr shakliga ega bo'lgan yuzani tanlab olamiz va varaqsimon prokatli po'latdan 300x10 devori uchun 380x20x2 tokchalari uchun tanlab olamiz. Ustunning umumiy yuzasi 182 sm^2 teng.



7.4-rasm. Ustun kesim yuzasi.

Tanlab olgan yuzamizni geometrik tavsiflarini aniqlaymiz:

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

$$= 2250 + 38912 = 41162 sm^4$$

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

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

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

X va У 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 shartni egiluvchanligini aniqlaymiz

$\overline{\lambda} = 40\sqrt{\frac{2350}{2100000}} = 1{,}34 \prec 2{,}5$ va φ koeffitsiyentini hisoblab,

$$\varphi = 1 - \left(0{,}073 - 5{,}53\frac{R_y}{E}\right) \cdot \overline{\lambda}\sqrt{\overline{\lambda}} = 1 - \left(0{,}073 - 5{,}53 \cdot \frac{235}{210000}\right) \cdot$$

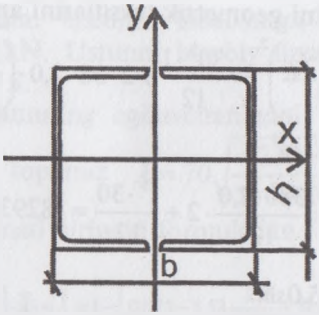
$$\cdot 1{,}34\sqrt{1{,}34} = 1 - (0{,}0668) \cdot 1{,}551 = 0{,}896$$

tanlab olgan yuzani mustahkamligini tekshiramiz:

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

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

7.1.2. Masala. Ustunni ko'tarish qobiliyatini aniqlang. Agar ustunni hisobiy uzunligi 5m ga teng bo'lib, kesim yuzasi ikkita №20 shvellerdan iborat bo'lsa. Po'lat markasi: Ст 3 пс5.



7.5-rasm. Ustunni kesim yuzasi.

Yechim: Ustunning egiluvchanligini aniqlaymiz, buning uchun kesim yuzani geometrik tavsifnomalarini hisoblaymiz;

$$I_x = 1520 \times 2 = 3040 sm^4$$

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

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

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

$$a = в - z_y = 7{,}6 - 2{,}07 = 5{,}53 sm$$

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

$$\lambda_{efx} = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{500}{8{,}07} = 62$$

$$\lambda_{efy} = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{500}{5{,}95} = 84$$

Katta egiluvchanligiga qarab shartli egiluvchanligini aniqlaymiz $\overline{\lambda} = 84 \cdot \sqrt{\frac{235}{210000}} = 2{,}81$ va quyidagi formuladan foydalanib φ koeffitsiyentini qiymatini topamiz;

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

$$-13\frac{235}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{235}{210000}\right)\cdot 2{,}81 + \left(0{,}0275 - 5{,}53\cdot\frac{235}{210000}\right)\cdot$$

$$\cdot 2{,}81^2 = 1{,}47 - 0{,}01455 - 0{,}957 + +0{,}1680 = 0{,}666$$

va yuzani ko'tarish qobiliyatini aniqlaymiz;

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

Nazorat savollari

1) Ustun necha qismdan iborat?
2) Ustunni hisobi.
3) Ustunni bosh qismi necha xil bo'lishi mumkin?
4) Ustunlarni asoslari.
5) Qaysi shartlar bajarilganda ustun teng turg'unlikka ega bo'ladi?

VIII bob. FERMALAR

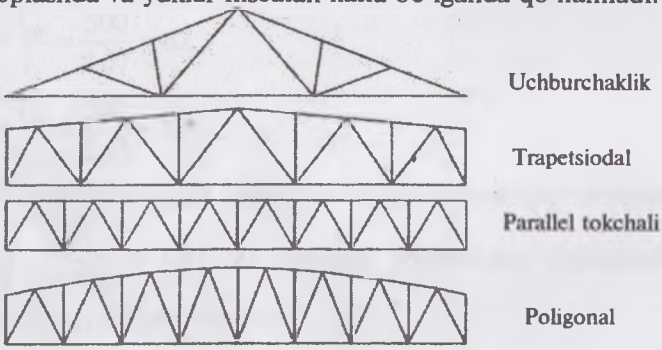
Hozirgi davrda uchburchak shaklli, trapetsiyasimon, parallel kamarli va ko'pburchakli poligonal fermalar qo'llaniladi. Uchburchak shaklli fermalar tom yopmasiga keskin qiyalik 25^0 – 45^0 talab etadigan materiallar bilan yopilishda qo'llaniladi. (to'lqinli asbest-sement shiferlar, cherepitsalar va b.)

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.

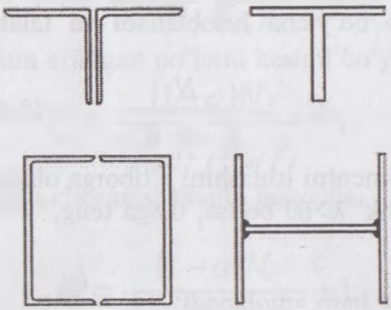
Parallel kamarli fermalar sanoat ishlab chiqarishi talablarini to'laroq qondirishi va oddiy ko'rinishga ega bo'lgani sababli qurilishda ko'proq qo'llaniladi.

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 bo'lgan binolarni qoplashda va yuklar nisbatan katta bo'lganda qo'llaniladi.



8.1-rasm. Fermalar.

Ferma elementlarining kesim turlari



8.2-rasm. Ferma elementlarining kesim yuzasi.

8.1. Ferma elementlarida hosil bo'ladigan hisobli kuchni aniqlash

Elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchlarni qurilish mexanikasi usullaridan foydalanib topiladi. Momentlar usuli, fermani kesish usuli, tugunlarni kesish usuli, Maksvell – Kremona diagrammasidan foydalanish usuli. Bu usullardan foydalanib fermaning elementlarida doimiy yukdan, qor yukidan va tayanch momentlardan hosil bo'ladigan kuchlar aniqlanadi. Va ularni yig'indisi elementga ta'sir etayotgan hisobiy kuchni beradi.

Ferma elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlangandan keyin ularni hisobini qilish kerak bo'ladi.

Hisoblash tartibi quyidagicha:

1. Cho'zilishga ishlaydigan elementlarni talab qilingan kesim yuzasini quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$A_{mk} = \frac{N}{R_y \gamma_c} \tag{8.1}$$

2. Burchaklik sortamentidan mos keladigan burchakliklar tanlab olinadi:

$$A_{T.K.} \geqslant A_x \tag{8.2}$$

3. Mustahkamligi tekshiriladi, bunda .

$$\sigma = \frac{N}{A_x \cdot \gamma_c} \leq R_y \tag{8.3}$$

bo'lishi kerak.

1.Siqilishga ishlaydigan elementlarning egiluvchanligini qabul qilib olib, shartli egiluvchanligi topiladi va φ koeffitsiyenti mos keladigan formula bo'yicha hisoblanadi va talab qilingan kesim yuzasi aniqlanadi:

$$A_{T.K.} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} \qquad (8.4)$$

bu yerda, γ_c – elementni ishlashini e'tiborga oladigan koeffitsiyent, agarda egiluvchanlik $\lambda>60$ bo'lsa, 0,8ga teng, $\lambda<60$ bo'lsa, 0,95ga 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 keyin y – y o'qi bo'yicha egiluvchanligi aniqlanadi:

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

Aniqlangan egiluvchanligini katta qiymatiga qarab, shartli egiluvchanligi topiladi va mos keladigan formuladan foydalanib, φ–koeffitsiyentni qiymati hisoblanadi, element kesim yuzasida hosil bo'ladigan kuchlanish aniqlanadi:

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi_{min} \cdot A_x} \le R_y \qquad (8.5)$$

8.2 Ferma tugunlarini hisoblash

Ferma tugunlarini hisoblash bilan elementni biriktiradigan chok uzunligi aniqlanadi va fasonkani o'lchamlari belgilanadi.

Burchak chokni uzunligi quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

– obushok uchun eritilgan po'latni kesimi bo'yicha

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \qquad (8.6)$$

– po'latni erish chegarasi kesimi bo'yicha

$$l_w^0 = \frac{a \cdot N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \qquad (8.7)$$

– perosi uchun eritilgan po'latni kesimi bo'yicha

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1; \qquad (8.8)$$

– po'latni erish chegarasi kesimi bo'yicha.

$$l_w^n = \frac{(1-a)N}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1; \qquad (8.9)$$

bu yerda, α – hisobiy kuchni choklararo taqsimlab beruvchi koeffitsiyent, teng tomonli burchak uchun α=0,7 teng; tengsiz tomonli burchak uchun α=0,65, agar burchak katta tomoni bilan fasonkaga biriktirilgan bo'lsa; α=0,75 agar burchak kichik tomoni bilan fasonkaga biriktirilgan bo'lsa;

β_f, β_z, – payvand choki qaysi usul bilan bajarilishiga bog'liq bo'lgan koeffitsiyent, KMK 2.03.05- 97 13.1-jadvalidan olinadi;

K_f – burchakli chokni qalinligi ulanayotgan elementlarning kichik qalinligi olinadi;

R_{wf} – eritilgan po'lat chokini hisobiy qarshiligi

$$R_{wf} = 0{,}55 \frac{R_{wun}}{\gamma_m}; \qquad (8.10)$$

R_{wz} – po'latni erish chegarasi kesimi bo'yicha hisobiy qarshiligi

$$R_{wz} = 0{,}45 R_{wun}. \qquad (8.11)$$

Nazorat savollari

1) Fermalarni turlari.
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.

IX bob. BIR QAVATLI SANOAT BINOLARINING KONSTRUKSIYALARI

Har xil sanoat mahsulotlari maxsus mashinalar yordamida va shunga moslangan binolar ichida tayyorlanadi.

Sanoat binolari kranlar bilan jihozlanadi. Bu kranlar konstruksiyasi ko'tarish qobiliyati, mahsulot ishlab chiqarish texnologiyasiga va jihozlashga qo'yilgan talabga qarab tanlab olinadi. Bir qavatli sanoat binolarini jihozlashga ko'proq ko'priksimon elektrlashgan kranlardan foydalaniladi. Bu kranlar talab qilingan balandlikda kran ostidagi to'sinlar ustida yurib (siljib) butun binoni xohlagan joyiga (istalgan joyga) yukni olib borib qo'yishi mumkin. Bu ishlab chiqarishda qulayliklarni tug'diradi. Har xil ko'tarish qobiliyatiga ega konstruktiv elementlardan qilingan sinch binoni sinchi deb aytiladi. Bu sinch butun tashqi va ichki ta'sir etayotgan yukni qabul qilib olib va uni zaminga uzatish qobiliyatiga ega bo'lishi kerak.

Shu sanoat binolarining sinchi 3 xil bo'lishi mumkin:

1. Elementlari faqat temir-betondan qilingan.
2. Elementlari faqat po'lat konstruksiya bilan qilingan.
3. Ustunlari temir-betondan to'sinlari (rigel) fermasi po'lat konstruksiyadan aralash.

Agarda binoni tez qurish kerak bo'lsa, unda ko'proq po'lat konstruksiyasi ishlatiladi. Sinchni asosini ko'ndalang ramalar tashkil qiladi. Ular ustunlardan va stropil fermalardan iboratdir. Fermalar ustunlarga qattiq mahkamlanishi mumkin va sharnir orqali, ustunlar poydevorga mustahkam mahkamlanadi. Ustunlar orasidagi masofa ko'ndalang kesimi bo'yicha binoning oralig'i deb aytiladi va bo'ylama kesimi bo'yicha ramalarni qadami deb aytiladi. Asosan ko'ndalang ramalardan iborat bo'lgan bino sinchini fazoviy ustuvorligini ta'minlash uchun bog'lovchi elementlar tizimi o'rnatiladi.

Ustunlararo vertikal bog'lovchi elementlar tizimi. Bularni vazifasiga shamoldan va kranlardan hosil bo'lgan yukni qabul qilib olib, ularni zaminga o'tkazib yuborish kiradi.

Gorizontal va vertikal fermalararo bog'lovchi elementlar tizimi

binoni tom qismida joylashadi va ular fermalarni fazoviy ishlashini va turg'unligini ta'minlaydi.

9.1. Sanoat binolarini loyihalash asoslari va bu loyihalashga qo'yilgan asosiy talablar

Sanoat binolarini sinchiga qo'yilgan asosiy talablar:

1) Sanoat binodagi har xil mashina va mexanizmlarni ishlatishda va uni ta'mirlash kerak bo'lib qolganda qulayliklar bo'lishi shart. Shu shartni bajarish uchun sinchni, ustunlarni, to'sinlarni rejada to'g'ri joylashtirish kerak.

2) Kranlarni normal ishlatish uchun sharoit bo'lishi kerak. Buning uchun binoni sinchi ham bo'ylama va ko'ndalang kesimlari bo'yicha talab qilingan bikirlikka, (mustahkamlikka) ega bo'lishi kerak.

3) Binoni o'zi yorug' va havosi almashib turadigan bo'lishi kerak.

4) Sanoat binolari uzoq muddat xizmat qilishi kerak, bu binoni ishlash tartibiga va ichidagi muhitiga bog'liq agressiv yoki normal ekanligiga.

5) Binoda yong'in chiqishi yoki portlab ketishidan asrash kerak.

Binoning sinchini ishlashiga kranlar juda katta ta'sir ko'rsatadi, shuning uchun sanoat binoni loyihasini tayyorlayotganda kranlarni ishlash shartlarini e'tiborga olish kerak. Kranlar ishlash tartibi bo'yicha 4 guruhga bo'linadi: 1k-3k (dastaki uzatmali) yengil, 4k-6k o'rta, 7k og'ir va 8k juda og'ir (9.1-jadval).

Kranlarni ishlash tartibini har xil omillar yoki koeffitsiyentlar qiymatiga qarab bilib olish mumkin.

Masalan:

a) og'irligi bo'yicha ishlatish koeffitsiyenti

$$K_{ep} = \frac{Q_{o'rta}}{Q}$$

$Q_{o'rta}$ – o'rtacha bir ko'tarishga tushadigan yuk 1-smenada yoki bir kunda;

Q – kranni yuk ko'tarish qobiliyati.

b) yil mobaynida ishlatish bo'yicha koeffitsiyenti.

$$K_z = \frac{n}{360}$$

n – bir yilda ishlagan kunlarni soni;

d) bir kunda ishlatish bo'yicha koeffitsiyenti

$$K_c = \frac{n}{24}$$

n – bir kunda ishlagan soatlari va boshqa koeffitsiyentlar.

Kranlarni ishlash tartibi binoni ishlash tartibiga aniqlik kiritadi, u ham 4 guruhga bo'linadi: yengil, o'rta, og'ir va juda og'ir.

Sinchni asosiy konstruktiv elementlari, agar bino og'ir va juda og'ir tartibda ishlasa, og'ir sharoitda ishlaydi. Og'ir sharoitda ishlashini loyihalashda va hisoblashda e'tiborga olinishi kerak.

Binoni uzoq muddat foydalanishga sexni ichki muhiti ham ta'sir ko'rsatadi. Ichki muhitni po'lat konstruksiyasiga agressiv darajasi bo'yicha ta'sir qilishligini 4 ta davrga bo'lish mumkin. Bu bir yil mobaynida po'lat sexni muhiti ta'sirida necha mm ga korroziyaga uchraydi.

1. Noagressiv muhit (korroziyani tezligi 0.01mm/ yil gacha).
2. Yengil agressiv muhit (0.05mm/ yil gacha).
3. O'rta agressiv muhit (0.1mm/ yil gacha).
4. Kuchli agressiv muhit (0.1mm/ yil ko'proq).

9.2. Sinchning konstruktiv sxemasini joylashtirish

Sanoat binolarining loyihasi uni konstruktiv sxemasini jihozlashdan boshlanadi. Binoning texnologik vazifasi loyihalashtirish uchun material asosi bo'lish mumkin. Bu texnologik vazifasi qayerga va qaysi tartibda mashina va mexanizmlarni ishlab chiqadigan maydonchani sexni ichida joylashtirilishi va ularni asosiy o'lchamlari beriladi va ishlaydigan kranlarni soni ularni yuk ko'tarish qobiliyati, ishlash tartibi ham ma'lum qilinadi. Texnologik topshiriqda bino qaysi tumanda qurilishi va qaysi tartibda ishlashi ham ma'lum qilinadi.

Binoning sinchini konstruktiv sxemasini jihozlashda quyidagi masalalar yechiladi. Rejada ustunlarni joylashtirish, ko'ndalang ramaning sxemasini tanlab olish, binoning ichki asosiy o'lchamlari o'rnatiladi, konstruktiv elementlarni asosiy o'lchamlari aniqlanadi, bog'lovchi elementlarning tizimi ko'rib chiqiladi.

Ishlash rejimlari guruhi turlicha bo'lgan ko'prik va osma kranlar.

9.1-jadval

Kranlar	Ishlash rejimlari guruhlari	Foydalanish shartlari
Barcha turdagi dastaki privod (uzatma)li osma tal, shu jumladan, osma zaxvatli g'ozsimon yuk aravachalari, shu jumladan osma qamrovichli.	1k – 3k	Istalgancha yengil ta'mirlash va yuk ortish ishlari elektr stansiyalarining mashina zallari, montaj ishlari, yengil yuk ortish ishlari.
G'ozsimon yuk aravachalari, shu jumladan osma qamrovichli. Ikki kanatli greyferlar, magnitli greyferlar	4k – 6k	O'rtacha yuk ortish ishlari, mexanik sexlarda texnologik ishlar, qurilish materiallari korxonalarining tayyor buyumlar ombori, metall buyumlar ombori, aralash omborlar, turli yuklar bilan ishlash, yarim fabrikat omborlari, turli yuklar bilan ishlash.
Toblovchi, bolg'alovchi, shtirli, quyma ikki kanatli greyferlar, magnitli greyferlar. G'ozsimon yuk aravachalari, shu jumladan osma qamrovichli	7k	Metallurgiya korxonalari sexlari, to'kma yuklar va bir jinsli metallom yuklari ombori (bir va ikki smenali ish). Tunu kun ishlaydigan texnologik kranlar.
Traversali, muldogreyferli, muldoto'dalovchi, quyma ochuvchi, kopyorli, va grannali, quduqli, magnitli. Ikki kanatli greyferlar, magnitli greyferlar.	8k	Metallurgiya korxonalari sexlari. Metallurgiya korxonalari sexlari va omborlari, yirik metall bazalari. To'kma yuklar va bir jinsli metallom yuklari ombori (tunu kun ishlaydigan rejim)

9.3. Ustunlarni rejada joylashtirish

Ustunlar rejada modul tizimi bo'yicha joylashtiriladi. Sexlarni eni (12, 18, 24, 30, 36m) bo'lishi mumkin. Shulardan ko'proq uchraydigani 24, 30 va 36m. Rama qadami tashqi devorlar uchun 6

n – bir yilda ishlagan kunlarni soni;

d) bir kunda ishlatish bo'yicha koeffitsiyenti

$$K_c = \frac{n}{24}$$

n – bir kunda ishlagan soatlari va boshqa koeffitsiyentlar.

Kranlarni ishlash tartibi binoni ishlash tartibiga aniqlik kiritadi, u ham 4 guruhga bo'linadi: yengil, o'rta, og'ir va juda og'ir.

Sinchni asosiy konstruktiv elementlari, agar bino og'ir va juda og'ir tartibda ishlasa, og'ir sharoitda ishlaydi. Og'ir sharoitda ishlashini loyihalashda va hisoblashda e'tiborga olinishi kerak.

Binoni uzoq muddat foydalanishga sexni ichki muhiti ham ta'sir ko'rsatadi. Ichki muhitni po'lat konstruksiyasiga agressiv darajasi bo'yicha ta'sir qilishligini 4 ta davrga bo'lish mumkin. Bu bir yil mobaynida po'lat sexni muhiti ta'sirida necha mm ga korroziyaga uchraydi.

1. Noagressiv muhit (korroziyani tezligi 0.01mm/ yil gacha).
2. Yengil agressiv muhit (0.05mm/ yil gacha).
3. O'rta agressiv muhit (0.1mm/ yil gacha).
4. Kuchli agressiv muhit (0.1mm/ yil ko'proq).

9.2. Sinchning konstruktiv sxemasini joylashtirish

Sanoat binolarining loyihasi uni konstruktiv sxemasini jihozlashdan boshlanadi. Binoning texnologik vazifasi loyihalashtirish uchun material asosi bo'lish mumkin. Bu texnologik vazifasi qayerga va qaysi tartibda mashina va mexanizmlarni ishlab chiqadigan maydonchani sexni ichida joylashtirilishi va ularni asosiy o'lchamlari beriladi va ishlaydigan kranlarni soni ularni yuk ko'tarish qobiliyati, ishlash tartibi ham ma'lum qilinadi. Texnologik topshiriqda bino qaysi tumanda qurilishi va qaysi tartibda ishlashi ham ma'lum qilinadi.

Binoning sinchini konstruktiv sxemasini jihozlashda quyidagi masalalar yechiladi. Rejada ustunlarni joylashtirish, ko'ndalang ramaning sxemasini tanlab olish, binoning ichki asosiy o'lchamlari o'rnatiladi, konstruktiv elementlarni asosiy o'lchamlari aniqlanadi, bog'lovchi elementlarning tizimi ko'rib chiqiladi.

Ishlash rejimlari guruhi turlicha bo'lgan ko'prik va osma kranlar.

9.1-jadval

Kranlar	Ishlash rejimlari guruhlari	Foydalanish shartlari
Barcha turdagi dastaki privod (uzatma)li osma tal, shu jumladan, osma zaxvatli g'ozsimon yuk aravachalari, shu jumladan osma qamrovichli.	1k – 3k	Istalgancha yengil ta'mirlash va yuk ortish ishlari elektr stansiyalarining mashina zallari, montaj ishlari, yengil yuk ortish ishlari.
G'ozsimon yuk aravachalari, shu jumladan osma qamrovichli. Ikki kanatli greyferlar, magnitli greyferlar	4k – 6k	O'rtacha yuk ortish ishlari, mexanik sexlarda texnologik ishlar, qurilish materiallari korxonalarining tayyor buyumlar ombori, metall buyumlar ombori, aralash omborlar, turli yuklar bilan ishlash, yarim fabrikat omborlari, turli yuklar bilan ishlash.
Toblovchi, bolg'alovchi, shtirli, quyma ikki kanatli greyferlar, magnitli greyferlar. G'ozsimon yuk aravachalari, shu jumladan osma qamrovichli	7k	Metallurgiya korxonalari sexlari, to'kma yuklar va bir jinsli metallom yuklari ombori (bir va ikki smenali ish). Tunu kun ishlaydigan texnologik kranlar.
Traversali, muldogreyferli, muldoto'dalovchi, quyma ochuvchi, kopyorli, va grannali, quduqli, magnitli. Ikki kanatli greyferlar, magnitli greyferlar.	8k	Metallurgiya korxonalari sexlari. Metallurgiya korxonalari sexlari va omborlari, yirik metall bazalari. To'kma yuklar va bir jinsli metallom yuklari ombori (tunu kun ishlaydigan rejim)

9.3. Ustunlarni rejada joylashtirish

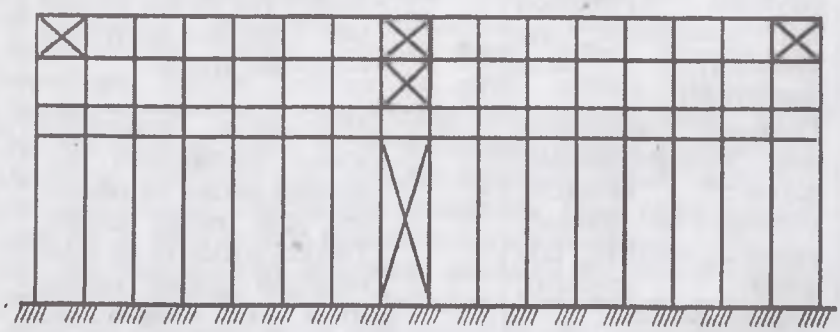
Ustunlar rejada modul tizimi bo'yicha joylashtiriladi. Sexlarni eni (12, 18, 24, 30, 36m) bo'lishi mumkin. Shulardan ko'proq uchraydigani 24, 30 va 36m. Rama qadami tashqi devorlar uchun 6

va 12m va ichki qatorlar uchun, texnologik talablarga qarab 6,12,18m bo'lishi mumkin. Fermalarni qatorini buzmaslik uchun ichki qator ustunlarga ferma ko'taruvchi to'sinlar qo'yiladi. Binoni chekkadagi ustunlarini modul to'rni o'qlaridan 500mm ichkariga joylashtirishadi. Bu binoni tomini yopishda va devorlarni ko'tarishda standart elementlardan foydalanishga qulayliklar tug'diradi.

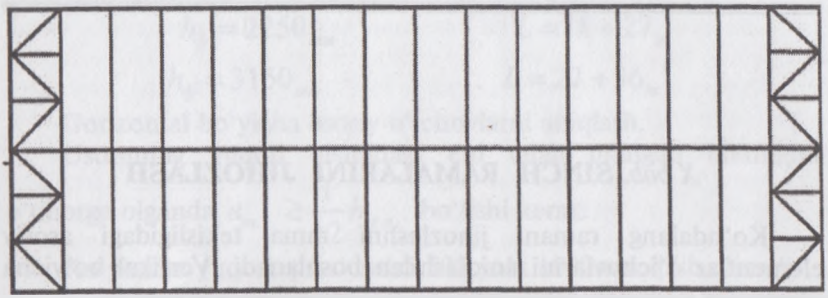
Ustunlarni turg'unligini, binoni bo'ylama bo'yicha, ustunlar oralig'idagi vertikal bog'lovchi elementlar bajaradi. Bog'lovchi elementlarini binoni o'rta qismiga yoki harorat choki bo'yicha ajratilgan qismini o'rtasiga joylashtirishadi. Bu binoni bo'ylama bo'yicha joylashgan elementlar uchun harorat o'zgarish bo'yicha deformatsiyasi, shakl o'zgarishiga kamroq ta'sir ko'rsatadi.

Ustunlarning oralig'idagi qo'yilgan vertikal bog'lovchi elementlar shamoldan va kranlardan binoni bo'ylama bo'yicha paydo bo'ladigan kuchni qabul qilib olib, uni zaminga o'tkazib yuboradi (9.1-rasm).

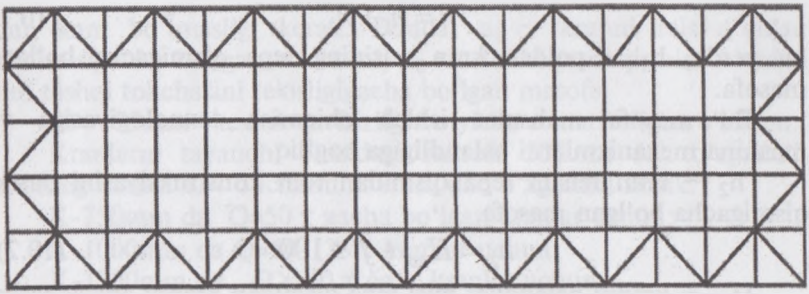
Sanoat binosining tom konstruksiyasida qo'yiladigan gorizontal bog'lovchi elementlar tizimi. Bu bog'lovchi elementlar tizimi sinchni fazoviy bikirligini va tom konstruksiyasida ishlayotgan elementlarni turg'unligini oshirish uchun ishlaydi. Fermani tepa tokchasi bo'yicha bog'lovchi elementlarni tizimi (9.2-rasm). Fermani pastki tokchasi bo'yicha bog'lovchi elementlarni tizimi (9.3-rasm).



9.1-rasm. Ustunlararo qo'yiladigan bog'lovchi elementlar tizimi.



9.2-rasm. Fermani tepa tokchasi bo'yicha bog'lovchi elementlar tizimi.



9.3-rasm. Fermani pastki tokchasi bo'yicha bog'lovchi elementlar tizimi.

Nazorat savollari

1. Bir qavatli sanoat binolarni sinchi necha xil bo'ladi?
2. Sanoat binosini shakli va balandligi nimaga bog'liq?
3. Sanoat binolarining sinchiga qo'yilgan asosiy talablar.
4. Kranlarni ishlash tartibi nechta va ular qanday aniqlanadi?
5. Sanoat binoni ichki muhiti agressiv darajasi bo'yicha nechta guruhga bo'linadi?
6. Sanoat binosining fazoviy bikirligi qaysi bog'lovchi elementlar tizimlari yordamida ta'minlanadi?

X bob. SINCH RAMALARINI JIHOZLASH

Ko'ndalang ramani jihozlashni rama tekisligidagi asosiy elementlar o'lchovlarini aniqlashdan boshlanadi. Vertikal bo'yicha o'lchovlar 0.00 deb qabul qilingan pol tekislikka bog'lanadi.

Gorizontal o'lchovlarini binoning bo'ylama o'qlariga bog'lanadi.

Binoning foydali balandligi quyidagi formula orqali topiladi:

$$h = h_1 + h_2 \qquad (10.1)$$

bu yerda, h_1 – poldan kran relsining tepa qismigacha bo'lgan masofa.

Bu masofa mahsulot ishlab chiqarish texnologiyasiga va mashina mexanizmlarni balandligiga bog'liq.

h_2 – kran relsini tepa qismidan tom konstruksiyasini pastki qismigacha bo'lgan masofa.

$$h_2 = H_{kp} + f + 100 \qquad (10.2)$$

$H_{кп}$ – kranni balandligi relsi tepa qismidan kranni aravachasini tepa qismigacha bo'lgan masofa;

f – tom konstruksiyasini egilishini e'tiborga oladigan o'lchov (200–400) mm.

100 – texnika xavfsizligi bo'yicha o'rnatiladigan o'lchov.

Ustunning tepa qismini balandligi topiladi.

$$h_{m.k.} = h_2 + h_{n.б.} + h_p \qquad (10.3)$$

$H_{п.б.}$ – kran ostidagi to'sin balandligi hisoblab topiladi yoki

$$h_{n.б.} = \left(\frac{1}{8} \div \frac{1}{12}\right) l$$

h_p –kran relsini balandligi 120, 130, 150, 170mm ga teng bo'lib relsni turiga qarab jadvaldan olinadi.

Ustunning pastki qismi balandligi:

$$h_{n.k.} = h - h_{m.k.} \qquad (10.4)$$

Ustunning eng yuqori qismini fermaning tayanch balandligiga teng qilib olinadi:

$$h_{\phi} = 2250_{mm} \qquad L = 18 \div 27_{m}$$

$$h_{\phi} = 3150_{mm} \qquad L = 27 \div 36_{m}$$

Gorizontal bo'yicha asosiy o'lchovlarni aniqlash.

Ustunning yuqori qismidagi eni talab qilingan bikirligini e'tiborga olganda $в_{т.к.} \geq \frac{1}{12} h_{т.к.}$ bo'lishi kerak.

Ko'pincha yuqori qismi enini 500 yoki 1000mm qilib olinadi.

Kran binoga nisbatan bo'ylamasi bo'yicha yurganda ustunlarga tegib qolmaslik uchun kran to'sini o'qidan ustun o'qigacha bo'lgan masofa

$$к \succ в_1 + (в_{т.к.} - в_0) + (60 \div 75)\,\text{mm}. \qquad (10.5)$$

dan kam bo'lmasligi kerak. Bunda, $в_1$ – kranni rels o'qidan chekkasigacha bo'lgan o'lchami; $в_0$ –ustunni tepa qismini o'qidan uni tashqi tokchasini tekisligigacha bo'lgan masofa.

60 – 75mm - texnik xavfsizligi bo'yicha o'rnatiladigan o'lcham.

Kranlarni tayanchi orasidagi masofa 500mm dan o'zgaradi, shuning uchun K - o'lchami 250mm dan o'zgarishi kerak.

K-750mm da Q=50 т gacha bo'lgan kranlar uchun;

K-1000mm da Q=50-125 т kranlar uchun;

K-1250mm da Q>150 т og'ir kranlar uchun.

Ustunlar pastki qismi kranlarni ko'tarish qobiliyatiga va bino balandligiga qarab olinadi.

$$в_{п.к.} = к + в_0 \qquad (10.6)$$

10.1. Ko'ndalang ramani hisoblash xususiyatlari

Ko'ndalang ramalar binoni asosiy ko'taruvchi konstruksiyasi bo'lib xizmat qiladi. Rama elementlarida hosil bo'ladigan hisobiy kuchlarni topish uchun quyidagi ishlarni bajarish kerak:

1. ramaning hisobiy sxemasini o'rnatish;
2. ta'sir qiladigan yuklarning hammasini aniqlash;
3. ramani ta'sir qiladigan yuklarning har biriga alohida hisoblash;
4. yuklarni birgalikda ta'sir qilishini aniqlash;
5. yuklar birgalikda ta'sir qilganda, elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlash;

Ramani hisoblayotganda konstruktiv sxemasini hisobiy sxemaga keltiriladi (10.1-rasm).

Ustunlarning geometrik o'qi sifatida yuzalarining markaz og'irligini birlashtiriladigan to'g'ri chiziqni qabul qilib olinadi. Hisoblayotganda yuzasi oldindan ma'lum bo'lmaganligi sababli, yuza balandligi o'rtasidan o'tadi deb, shu elementlarni geometrik o'qi qabul qilinadi.

Agar fermalar ustunlar bilan mustahkam tutashsa, fermani geometrik o'qi deb, ramalarda fermalarni pastki tokchasidan o'tadigan chiziq qabul qilinadi. Agar fermalar ustunlar bilan sharnir orqali tutashsa, unda sharnirlarni o'rtasini birlashtiradigan chiziq qabul qilinadi.

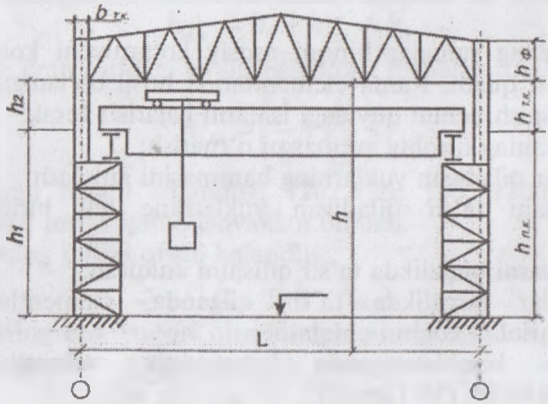
Ko'ndalang ramani hisoblash uchun, elementlarni inersiya momentlarini yoki bir-biriga bo'lgan nisbatini bilsak yetarli. Ko'rilgan sanoat binolarni loyihasiga qarab, elementlar inersiya momentlarini bir-biriga bo'lgan nisbatini quyidagicha qabul qilishimiz mumkin.

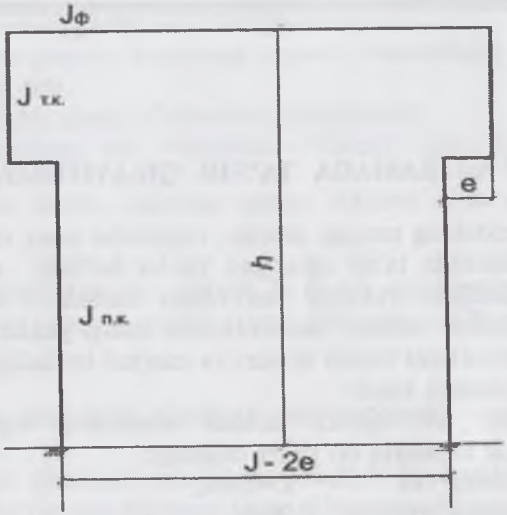
$$\frac{I_{n.k.}}{I_{m.k.}} = 7 \div 10 \qquad \frac{I_{\phi}}{I_{m.k.}} = 25 \div 40$$

Ramani hisoblash, unga ta'sir qilayotgan yuklarni aniqlashdan boshlanadi.

Nazorat savollari

1. Sanoat binosi balandligi qanday aniqlanadi?
2. Ustunning ustki qismi o'lchami qanday aniqlanadi?
3. Ustunning pastki qismi o'lchami qanday aniqlanadi?
4. Ustun ustki va pastki qismlarini kesim yuzalari balandligi qanday o'rnatiladi?





10.1-rasm. Ko'ndalang ramaning konstruktiv va hisobiy sxemasi.

XI bob. RAMAGA TA'SIR QILAYOTGAN YUKLAR

Ko'ndalang ramaga doimo, vaqtincha uzoq va qisqa muddatda hamda alohida ta'sir qiladigan yuklar bo'lishi mumkin. Ramani ta'sir qiladigan yuklarni har biriga alohida - alohida hisoblash kerak, chunki ramani elementlarida tashqi yuklar birgaligida ta'sir etish variantlarni tuzish uchun va mavjud bo'ladigan hisobli kuchni aniqlash uchun kerak.

Misol: Bir qavatli sanoat binosining loyihasini quyidagi texnologik topshiriq bo'yicha bajaring:

Binoning eni — L=30m;

Binoning uzunligi — 96m;

Ustunlar qadami — B=12m;

Pol yuzasidan kran relsi boshigacha bo'lgan o'lcham — h_1=12m;

Kranning yuk ko'tarish qobiliyati — Q=20т;

Kranning ishlash tartibi — o'rta;

Qurilish joyi — Toshkent shahri;

Qurilma elementlarini yaratish uchun ishlatiladigan po'lat markasi Ст3пс 5- 1 R_y=230 MPa.

Ko'ndalang ramani hisoblashni asosiy elementlari o'lchovlarini aniqlashdan boshlanadi.

Binoni foydali balandligi:

$$h=h_1+h_2=12+2,8=14,8m$$

h_1 — topshiriqda beriladigan o'lcham.

$$h_2=H_{kp}+f+100=2,4+0,3+0,1=2,8m$$

H_{kp} — kran balandligi, rels tepa qismidan kran aravachasining tepa qismigacha bo'lgan masofa.

f — tom qurilmasining egilishini e'tiborga oladigan o'lcham, (200 — 400mm)

100mm — texnik xavfsizligi bo'yicha qo'yiladigan o'lcham.

Ustun tepa qismining balandligi topiladi.

$$h_{t..k.}=h_2+h_{k.o.t.}+h_p=2,8+1,278+0,12= 4,198m$$

bu yerda, $h_{k.o.t.}$ — kran osti to'sinni balandligi, hisoblab topiladi,

h_p — kran relsi balandligi, rels jadvalidan olinadi.

Ustun pastki qismining balandligi

$h_{p.k.}=h-h_{t.k.}=14,8-4,198=10,602m.$

Ustunni eng tepa qismini fermaning tayanch balandligiga teng qilib olinadi $h_f=3150$ mm.

Gorizontal bo'yicha asosiy o'lchovlarni aniqlaymiz.

Ustun tepa qismining eni, bikirlikni e'tiborga olgan holda, $в_{t.k.}>\frac{1}{12}h_{t.k.}$ bo'lishi kerak, shuning uchun 500mm qilib qabul qilinadi.

Ustun pastki qismining eni kranni ko'tarish qobiliyatiga va binoning balandligiga qarab olinadi, uni 1000mm qilib qabul qilamiz.

11.1 Har doim ta'sir qiladigan yukni aniqlash

Har doim ta'sir qiladigan yuk bu konstruktiv elementlarning o'zini og'irligi – ko'pincha fermaga teng ta'sir etuvchi yuk deb qabul qilib olinadi.

Tom konstruksiyasini $1m^2$ ga ta'sir qilayotgan yukni aniqlash.

11.1-jadval

Tom konstruksiyasini qatlamlari	q^H кн/m^2 tomni $1m^2$ tushayotgan me'yoriy yuk	γ_f yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti	$q \cdot$ кн/m^2 tomni $1m^2$ ta'sir etayotgan hisobli yuk
Suv o'tkazmaydigan qatlam	0,15	1,3	0,195
Tekislovchi asfaltdan bo'ladigan qatlam t=0,02m $\rho=18$ kH/m^3	0,36	1,2	0,432
Issiqlikni saqlaydigan qatlam t=0,08m $\rho=6$kH/m^3	0,48	1,2	0,576
T.B. plitani o'zini og'irligi	1,65	1,1	1,815
Po'lat konstruksiyani o'z	0,324	1,05	0,34

og'irligi $q^H=1,2\gamma_f L$			
Jami	2,964		3,36

po'lat konstruksiyalarni o'z og'irligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$q_{\phi}^{н}=1,2\gamma_{\phi}L \qquad (11.1)$$

bu yerda, $\gamma_{\phi}=0,6\div0,9$ koeffitsiyent.

Fermani 1m uzunligiga ta'sir qilayotgan hisobli yoyma yuk aniqlanadi:

$$q_n=q_0\cdot B=3,36\cdot12=40,32\,кН/m \qquad (11.2)$$

bu yerda, B – binoning bo'ylamasiga olingan ustunlararo masofa.

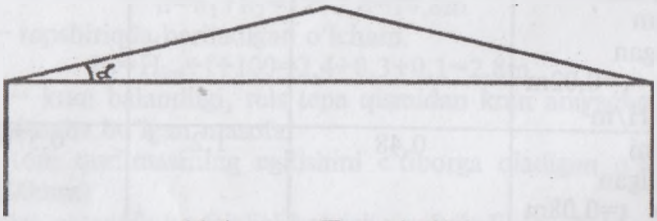
11.2. Qordan hosil bo'ladigan yukni aniqlash

Ramani hisoblayotganda qor og'irligidan hosil bo'ladigan yukni ham fermani uzunligi bo'yicha teng ta'sir qiluvchi yoyma yuk deb qabul qilib olinadi. Tomni 1kv.m ga ta'sir qilayotgan qor og'irligi quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$S=S_0\cdot\mu=0,5\cdot1=0,5kN/m^2 \qquad (11.3)$$

bu yerda, S_0 – yerni 1 kv.m ga tushgan qorning me'yoriy og'irligi, QMQ dan binoni qaysi mintaqada qurilishiga qarab olinadi;

μ – yerga tushgan qor og'irligi bilan tomga tushgan qor og'irligi orasidagi bog'lovchi koeffitsiyent, u tomni konstruktiv shakliga bog'liq. Agar tomni qiyaligi $\alpha\leq25°$ gradusdan kam bo'lsa, $\mu=1$ teng deb olinadi.



11.1-rasm. Tom qiyaligi.

Fermani uzunligi bo'yicha 1p.m maydonga ta'sir qiluvchi hisobli qor og'irligidan bo'ladigan yuk aniqlanadi.

$$q_c=\gamma_f\cdot S\cdot B=1,4\cdot0,5\cdot12=8,4\ kH/m \qquad (11.4)$$

bunda: qor yuki uchun $\gamma_f=1,4$

11.3. Kranlardan hosil bo'ladigan yuklar

Yuklar va ta'sirlar QMQni talablari bo'yicha ramani hisoblayotganda, ikkita kranni birgalikda ta'siri e'tiborga olinadi.

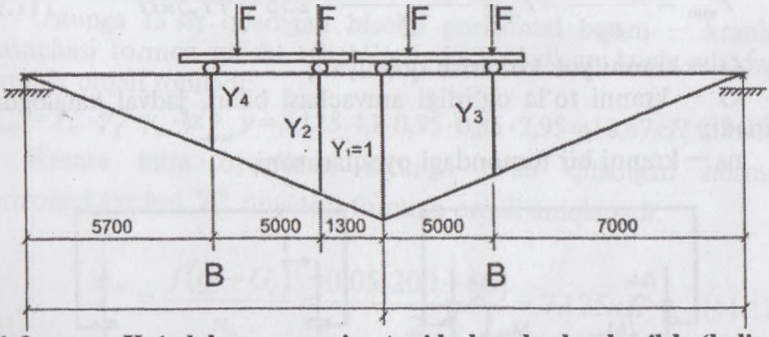
Kranlar oyoqlari to'sin ustida shunday joylansinki, hisoblanayotgan rama uchun eng noqulay bo'lsin, shunda rama ustunini pastki qismida maksimum vertikal bosim hosil bo'ladi. (11.2-rasm.)

Ustunga ta'sir qilayotgan vertikal hisobli bosim quyidagi formula orqali topiladi (kran aravachasi ustunga yaqin joylashganda):

$$D_{\max} = F_n \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot k_d \cdot \psi \sum Y + G_{к.т.о} = 255 \cdot 1{,}1 \cdot \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}95 + 27{,}86 = 762{,}87 кН \quad (11.5)$$

Ramani boshqa ustunida.

$$D_{\min} = F_{\min} \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot K_d \cdot \psi \sum Y + G_{к.т.о} = 77{,}5 \cdot 1{,}1 \cdot \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}85 \cdot 2{,}95 + 27{,}86 = 251{,}24 кН \quad (11.6)$$



11.2-rasm. Ko'ndalang ramani ustunida kranlardan hosil bo'ladigan eng katta tik bosimni aniqlash uchun sxema.

bu yerda, γ_f –yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti,

γ_p – binoga qo'yilgan talablar bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti,

Ψ – birgalikda yuklar ta'sir etishini e'tiborga oladigan koeffitsiyent,

K_d – dinamik yukni e'tiborga oladigan koeffitsiyent.

Koeffitsiyentlar qiymatini 2.01.07-96 QMQning jadvallaridan olinadi.

$G_{k.t.o.}$ – kran tagidagi to'sin og'irligi, hisoblab aniqlanadi.

$$G_{к.т.о.} = (2A_f + A_w)B \cdot \rho + q_p \cdot B = (2 \cdot 0{,}00392 + 0{,}015) \cdot \cdot 12 \cdot 78{,}5 + 0{,}5283 \cdot 12 = 21{,}52 + 6{,}34 = 27{,}86 кН \quad (11.7)$$

$F_{п.}$ – kran oyog'idan relsga ta'sir etayotgan kuch, kranlar jadvaldan olinadi.

∑У – ordinatalar yig'indisi.

$$\sum У = У_1 + У_2 + У_3 + У_4 = 1 + 0{,}892 + 0{,}583 + 0{,}475 = 2{,}95 \quad (11.8)$$

$$У_1 = 1; \quad У_2 = \frac{10700}{12000} = 0{,}892; \quad У_3 = \frac{7000}{12000} = 0{,}583;$$

$$У_4 = \frac{5700}{12000} = 0{,}475;$$

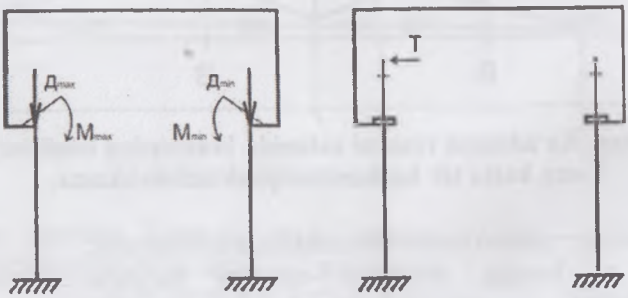
F_{min} –kran oyog'idan relsga ta'sir etayotgan min kuch;

$$F_{min} = \frac{Q+G}{n_0} - F_n = \frac{200+465}{2} - 255 = 77{,}5 кН \quad (11.9)$$

Q – kranni yuk ko'tarish qobiliyati;

G – kranni to'la og'irligi aravachasi bilan, jadval katalogdan olinadi;

n_0 – kranni bir tomondagi oyoqlari soni.

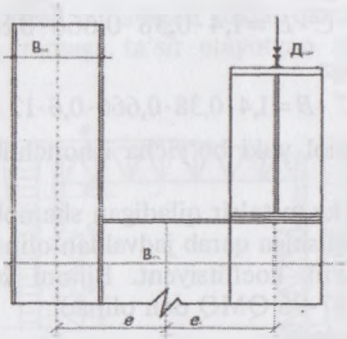


11.3-rasm. Kranlardan hosil bo'ladigan yuklar.

Kranlardan hosil bo'ladigan vertikal hisobli bosim ustunni markaz og'irligidan uzoqroqda ta'sir qilishi sababli ustunda qo'shimcha egiluvchi moment hosil bo'ladi.

$$M_{max} = D_{max} \cdot e_k = 762,87 \cdot 0,5 = 381,44 \text{ kH·m} \quad (11.10)$$

$$M_{min} = D_{min} \cdot e_k = 251,24 \cdot 0,5 = 125,62 \text{ kH·m} \quad (11.11)$$



11.4-rasm. Ustunni tepa qismidan pastki qismiga o'tish joyi.

bu yerda, e_k – kran tagidagi to'sin o'qidan ustunning pastki qismini o'qigacha bo'lgan masofa.

$e_k = (0,55\text{-}:\text{-}0,45)B_{p.k.} = 0,5 \cdot 1 = 0,5m$

Ustunga ta'sir qiladigan hisobli gorizontal bosim – kranlar aravachasi tormoz qilishi sababli paydo bo'ladigan kuch quyidagi formula orqali topiladi:

$$T_{мах} = T_к^н \cdot \gamma_f \cdot \gamma_n \cdot \psi \sum y = 7,125 \cdot 1,1 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 2,95 = 18,67 кН \quad (11.12)$$

Kranni bitta oyog'idan ustunga ta'sir qiladigan normal gorizontal kuchni $T_к^н$ quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$T_к^н = \frac{f(Q + G_t)}{n_0} = \frac{0,05(200 + 85)}{2} = 7,125 кН \quad (11.13)$$

bu yerda, f – kran telejkasini tormoz qilganda hosil bo'ladigan ishqalanish koeffitsiyenti; agar yuk tros orqali ko'tarilsa, f = 0,05 – zanjir orqali ko'tarilganda esa f = 0,1 deb qabul qilinadi;

G_t – aravachani og'irligi (katalogdan olinadi) yoki $G_t = 0,3 \cdot Q$.

Ustunlarga ta'sir qiladigan gorizontal kuch kranlarni bir tomondagi oyoqlaridan o'tib ta'sir qiladi, deb qabul qilingan.

11.4. Shamol bosimidan hosil bo'ladigan yukni aniqlash

Binoga shamol aktiv bosimi bilan va passiv bosimi bilan (otsos) ta'sir etadi.

Ramaning hisobli 1 p.m. yuzasiga ta'sir qiladigan shamoldan hosil bo'ladigan yuklanishni quyidagi formulalar orqali topiladi:

– aktiv tomonga

$$q_{bэк} = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_{cp} \cdot C \cdot B = 1{,}4 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}666 \cdot 0{,}8 \cdot 12 = 3{,}399 кН/m$$

– passiv tomonga

$$q^1_{bэк} = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_{cp} \cdot C^1 \cdot B = 1{,}4 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}666 \cdot 0{,}6 \cdot 12 = 2{,}55 кН/m \quad (11.14)$$

bu yerda, γ_f – shamol yuki bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti, $\gamma_f = 1{,}4$;

W_0 –devorni 1 kv.m ta'sir qiladigan shamol bosimi. Bu binoni qaysi mintaqaga qurilishiga qarab jadvaldan olinadi;

C – Aerodinamik koeffitsiyent. Binoni ko'ndalang kesimini shakliga qarab 2.01.07-96 QMQ dan olinadi.

B – ustunlar qadami;

K_{cp} – balandlik bo'yicha shamol bosimi o'zgarishini hisobga oladigan o'rtacha koeffitsiyent.

Shamol bosimi balandlik bo'yicha o'zgarishini hisobga oluvchi koeffitsiyent «K» manzilning turiga qarab 11.2-jadvaldan aniqlanadi. Manzillar quyidagi turlarga bo'linadi:

A – ko'l va suv omborlarining ochiq sohillari, cho'llar, dashtlar;

B – shahar hududlari, o'rmonzorlar va balandligi 10m dan ortiq bo'lgan to'siqlar bilan bir tekisda qoplangan boshqa manzillar.

S – balandligi 25m dan ortiq binolar bilan qoplangan shahar tumanlari.

Agar manzil inshootga shamol esgan tomondan 30 h gacha bo'lgan masofada mavjud bo'lsa, u holda inshoot manzilning shu turida joylashgan deb hisoblanadi.

Fermani pastki tokchasidan binoni tepa qismigacha ta'sir qilayotgan shamol bosimi hammasi yig'ilib bir nuqtaga ta'sir qiladi deb hisoblanadi.

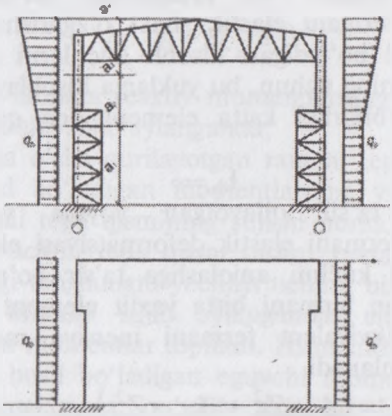
$$W = h_ф(q_b + q^1_b) = 3{,}15(3{,}97 + 2{,}98) = 21{,}89 кН$$

$$q_{b3} = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_3 \cdot C \cdot B = 1{,}4 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}778 \cdot 0{,}8 \cdot 12 = 3{,}97 кН/m \quad (11.15)$$

$$q^1_{b3} = \gamma_f \cdot W_0 \cdot K_3 \cdot C^1 \cdot B = 1{,}4 \cdot 0{,}38 \cdot 0{,}778 \cdot 0{,}6 \cdot 12 = 2{,}98 кН/m$$

Nazorat savollari

1. Ko'ndalang ramaga ta'sir etayotgan doimiy yuk qanday aniqlanadi?
2. Bir qavatli sanoat binosiga ta'sir etayotgan qor yuki qanday aniqlanadi?
3. Kranlardan hosil bo'ladigan yuklar qanday aniqlanadi ?
4. Ko'ndalang ramaga ta'sir etayotgan shamol yuki qanday aniqlanadi?



11.5-rasm. Shamol yukini aniqlash uchun sxema.

11.2- jadval

Balandlik Z, m	Manzil turlariga mos «K» koeffitsiyentlari		
	A	B	S
5	0,75	0,5	0,4
10	1,0	0,65	0,4
20	1,25	0,85	0,55
40	1,5	1,1	0,8
60	1,7	1,3	1,0
80	1,85	1,45	1,15
100	2,0	1,6	1,25
150	2,25	1,9	1,55
200	2,45	2,1	1,8
250	2,65	2,3	2,0
300	2,75	2,5	2,2
350	2,75	2,75	2,35
480	2,75	2,75	2,75

XII bob. RAMALARNI HISOBLASH

Ko'ndalang ramani hisoblashda dastlabki shartlar bo'lishi mumkin.

1. Ramani shamol va kranlardan bo'ladigan yuklarga hisoblayotganda, fermani elastik shakl o'zgarishi (deformatsiya), elementlarda hosil bo'ladigan hisobli kuchlarni aniqlashga ta'sir ko'rsatmaydi. Shuning uchun, bu yuklarga hisoblayotganda fermani juda mustahkam bikirligi katta element deb qabul qilsak ham bo'ladi.

$$I_{\phi} = \infty$$

2. Fermaga ta'sir qilayotgan yoyma yuklarga ramani hisoblayotganda, fermani elastik deformatsiyasi elementlarda hosil bo'ladigan hisobli kuchni aniqlashga ta'sir ko'rsatishi mumkin. Lekin panjarasimon fermani bitta yaxlit element deb qabul qilib olish mumkin. Ekvivalent fermani inersiya momenti quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$I_{\phi} = \left(A_{bn} \cdot Z_b^2 + A_{H\,n} \cdot Z_H^2\right) \cdot \mu \qquad (12.1)$$

bu yerda, $A_{в.п.}$, $A_{н.п.}$ – fermani tepa va pastki tokchalarini yuzasi;

Z_b, Z_n – tokchalarni markaz og'irligidan fermani neytral o'qigacha bo'lgan masofa;

μ – ferma katagi shaklini o'zgarishi va yuzasini uzunligi bo'yicha o'zgarishini e'tiborga oladigan koeffitsiyent.

$$i = \frac{1}{8} \quad \partial a \quad \mu = 0{,}7$$

$$i = \frac{1}{10} \quad \partial a \quad \mu = 0{,}8$$

$$i = 0 \quad \partial a \quad \mu = 0{,}9$$

Murakkab ramalarni hisoblayotganda ularni bir-biriga ta'siri uncha katta bo'lmasa, alohida ramalarga bo'lib yuborish mumkin.

Hisoblayotganda har bitta tashqi ta'sir etayotgan yuk uchun

qurilish mexanikasi tavsiya etadigan usullardan tayyor formula, grafik yoki jadvallardan foydalanish mumkin.

Ramaga ta'sir etayotgan yuklarni har birini alohida hisoblash lozim, bu rama elementida hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlash uchun kerak.

12.1. Ko'ndalang ramani doimiy ta'sir etayotgan yukka hisobi

Ramani bu yukka hisoblashda tepa tugunni aylanish burchagi noma'lum deb hisoblashadi va kanonik tenglamasi tuziladi.

$$\overline{M} \cdot \varphi + M_p = 0 \qquad (12.2)$$

bu yerda, $\overline{M}$ – hamma reaktiv momentlarning yig'indisi ramani tepa qismi bir birlikka siljib aylanganda;

M_p – hamma o'sha qurilayotgan ramani tepa qismida, tashqi yuklardan mavjud bo'ladigan momentlarning yig'indisi. (12.2) - tenglamada ramani tepa qismining siljishi noma'lum deb olingan. Simmetrik rama uchun tepa qismi tashqi yuklar ta'sirida bir xil siljiydi. Yuqoridagi tenglamani yechish uchun, birinchidan, ramani tepa qismi bir birlikka siljib aylanganda, elementlarida hosil bo'ladigan eguvchi momentlar topiladi. Ikkinchidan, o'sha tugunda tashqi yuklardan hosil bo'ladigan eguvchi momentlar hisoblanadi va qiymatlari tenglamaga qo'yilib aylanish burchagi topiladi. Fermani tayanch qismi bir birlikka aylansa, unda o'sha kesimda quyidagi reaktiv moment hosil bo'ladi.

$$\overline{M_e^p} = 2EI_p / L = 2 \cdot 5EI_{nk}/30 \qquad (12.3)$$

Ustunning tepa qismi φ=1ga siljib aylanganda, unda hosil bo'ladigan reaktiv momentni quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\overline{M}_B^y = K_B \frac{EI_{nk}}{h} = -0{,}5934 \frac{EI_{nk}}{14{,}8} = -0{,}04EI_{nk} \qquad (12.4)$$

Ustunning pastki qismidagi momentni esa;

$$\overline{M_A^y} = K_A \cdot \frac{EI_{nk}}{h} = 0{,}673 \frac{EI_{nk}}{14{,}8} = 0{,}0455EI_{nk} \qquad (12.5)$$

bu yerda, K_A va K_B – absolyut bikirlik koeffitsiyentlari, bularni qiymati quyidagi parametrlar bo'yicha jadvaldan olinadi:

$$\lambda = \frac{h_{m.к.}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284 \qquad n = \frac{I_{mк}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

12.1-jadval

Absolyut bikirlik koeffitsiyentlar	λ	n=0,1
K_B	0,2 0,284 0,3	- 0,664 - 0,5934 - 0,580
K_A	0,2 0,284 0,3	0,600 0,6731 0,687

O'sha qurilayotgan rama tugunida φ = 1ga aylanganida, unda mavjud bo'ladigan moment quyidagi formula orqali topiladi:

$$\overline{M_в} = \overline{M_в^p} + \overline{M_в^y} = 0,333EI_{nk} + 0,04EI_{nk} = 0,373EI_{nk} \quad (12.6)$$

Rama tepa tugunida tashqi yuklardan hosil bo'ladigan moment topiladi.

$$M_p = -\frac{q_n \cdot L^2}{12} = -\frac{40,32 \cdot 30^2}{12} = -3024кН \cdot m \quad (12.7)$$

(12.2) formulaga qiymatlar qo'yilib aylanish burchagi aniqlanadi:

$$\varphi = -\frac{M_p}{\overline{M_B}} = \frac{3024}{0,373EI_{nk}} = \frac{8107}{EI_{nk}} \quad (12.8)$$

(12.3), (12.4) va (12.5) formula bo'yicha chiqqan momentlarni φga ko'paytirib, keyin asosiy tizimda olingan momentlarga qo'shishimiz kerak. Shunday qilib, ramani elementlarida hosil bo'ladigan egiluvchi momentlarni ferma uzunligi bo'yicha doimiy yoyma yuk ta'siridan topiladi.

$$M_в^p = M_p + \varphi \cdot \overline{M_в^p} = -3024 + \frac{8107}{EI_{nk}} \cdot 0,333EI_{nk} = -324кН \cdot m$$

$$M_в^y = \overline{M_в^y} \cdot \varphi = -0,04EI_{nk} \cdot \frac{8107}{EI_{nk}} = -324,3кН \cdot m \quad (12.9)$$

$$M_A^y = \overline{M_A^y} \cdot \varphi = 0,0455EI_{nk} \cdot \frac{8107}{EI_{nk}} = 369кН \cdot m$$

Ustunni tepa qismidan pastki qismiga o'tish «C» kesimidagi moment uchburchaklar o'xshashi orqali topiladi.

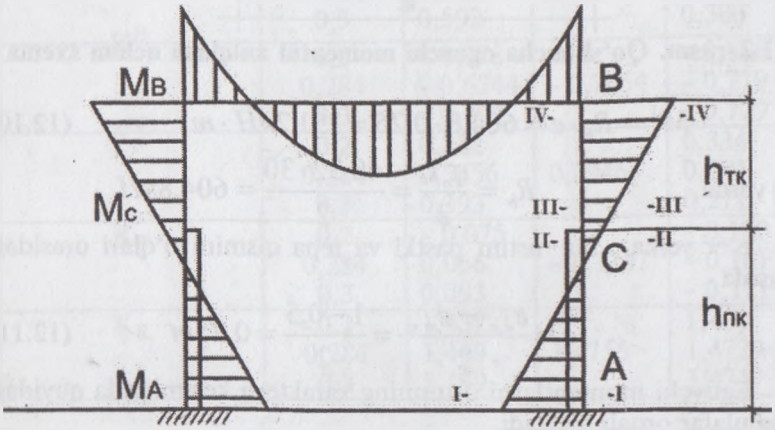
$$\frac{M_x}{h_{n.k}} = \frac{M_B + M_A}{h};$$

$$M_x = \frac{h_{n.k}(M_B + M_A)}{h};$$

$$M_c = M_x - M_A = \frac{h_{n.k}(M_B + M_A)}{h} - M_A = \frac{10{,}602(324{,}3 + 369)}{14{,}8} -$$

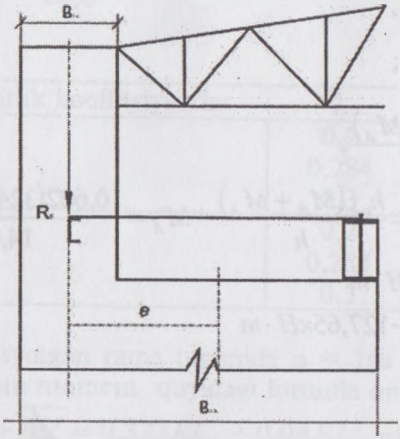
$$-369 = 127{,}65 кН \cdot m$$

$$Demak, M_c = -127{,}65 кН \cdot m$$



12.1-rasm. Doimiy ta'sir etayotgan yukdan hosil bo'ladigan eguvchi moment epyurasi.

Ustunlarni tepa va pastki qismlarni o'qlari bir chiziqda yotmaganligi tufayli «C» tugunda qo'shimcha moment hosil bo'ladi. Bu momentni qo'shimcha tashqi yuk ta'siri deb qabul qilib rama alohida hisoblanadi.



12.2-rasm. Qo'shimcha eguvchi momentni aniqlash uchun sxema.

$$M_c^1 = R_b \cdot e = 604{,}8 \cdot 0{,}25 = 151{,}2 кН \cdot m \qquad (12.10)$$

bu yerda, $$R_b = \frac{q_n L}{2} = \frac{40{,}32 \cdot 30}{2} = 604{,}8 кН$$

e – yelka, bu ustun pastki va tepa qismini o'qlari orasidagi masofa

$$e = \frac{в_{п.к.} - в_{т.к.}}{2} = \frac{1 - 0{,}5}{2} = 0{,}25 m \qquad (12.11)$$

Eguvchi momentlarni ustunning xarakterli kesimlarida quyidagi formulalar orqali topiladi.

I – I kesimida

$$M_A = K_A \cdot M_c^1 = 0{,}352 \cdot 151{,}2 = 53{,}22 кН \cdot m$$

II – II kesimida

$$M_F^H = K_F^H \cdot M_C^1 = -0{,}7054 \cdot 151{,}2 = -106{,}66 кН \cdot m \qquad (12.12)$$

III – III kesimida

$$M_F^B = K_F^B \cdot M_C^1 = 0{,}2946 \cdot 151{,}2 = 44{,}54 кН \cdot m$$

IY – IY kesimida

$$M_B = K_B \cdot M_C^1 = -0{,}1247 \cdot 151{,}2 = -18{,}85 кН \cdot m$$

Ka.....Kв bikirlik koeffitsiyentlarni qiymatlari jadvaldan

quyidagi parametrlarga qarab topiladi:

$$\lambda = \frac{h_{tk}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284;$$

$$n = \frac{I_{tk}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1;$$

$$\alpha = \frac{x}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284;$$

12.2-jadval

Absolyut bikirlik koeffitsiyentlar	λ	n=0,1		
		α = 0,2	α =0,284	α =0,3
K_A	0,2 0,284 0,3	0,411 0,563 0,592	0,352	0,373 0,3117 0,300
K_F^H	0,2 0,284 0,3	- 0,778 - 0,6344 - 0,607	- 0,7054	- 0,666 - 0,719 - 0,729
K_F^B	0,2 0,284 0,3	0,222 0,3656 0,393	0,2946	0,334 0,281 0,271
K_B	0,2 0,284 0,3	- 0,075 0,066 0,093	- 0,1247	- 0,110 - 0,161 - 0,171
K_R	0,2 0,284 0,3	1,437 1,489 1,499	1,4755	1,483 1,4729 1,471

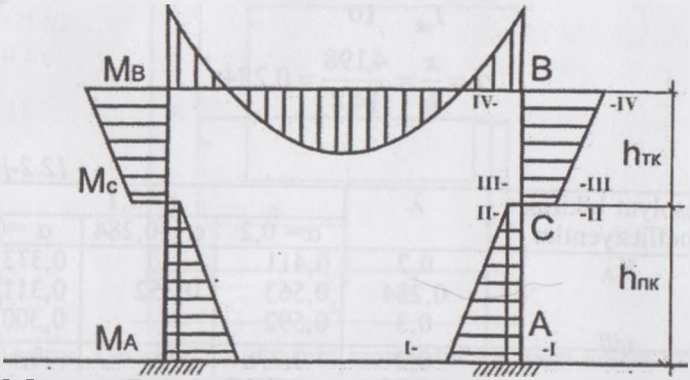
Epyuralarni qo'shganimizdan keyin ramada doimiy fermani uzunligi bo'yicha yuk ta'siridan hisobli eguvchi moment epyurasiga ega bo'lamiz. Eguvchi momentlarni to'g'ri hisoblanganini ustunni tepa va pastki qismlarda ularni qiyaligi bir xil bo'lishligi bilan isbotlanadi.

Fermaning uzunligi bo'yicha ta'sir etayotgan doimiy yukdan rama ustunida hosil bo'ladigan hisobli eguvchi momentlar

12.3-jadval

Ustunni xarakterli kesimlari	Ferma uzunligi bo'yicha ta'sir qilayotgan yukdan	Qo'shimcha momentdan M_C^1	Hisobiy moment

I – I	369,0	- 53,22	315,78
II – II	- 127,65	106,66	- 20,99
III –III	- 127,65	- 44,54	- 172,19
IY – IY	- 324,3	18,85	- 305,45



12.3-rasm. Doimiy ta'sir etayotgan yukdan hosil bo'ladigan eguvchi moment epyurasi.

$$\frac{315,78+20,99}{10,602}=31,76$$

$$\frac{305,45-172,19}{4,198}=31,74$$

farqi

$$\frac{31,76-31,74}{31,76}\cdot 100\%=0,08\%$$

$$\frac{M^B-M_F^B}{h_{tk}}=\frac{M_F^H-M_A}{h_{nk}}$$

Ustunni tayanchida mavjud bo'ladigan qirquvchi kuchni quyidagi formula orqali topiladi:

$$Q=\frac{M_F^H+M_A}{h_{nk}}=\frac{315,78+20,99}{10,602}=31,76\kappa H \qquad (12.13)$$

-,+ ishoralari kelishib olinadi. Moment epyurasini yuk deb qabul qilsak, tugunni soat mili bo'yicha aylantirishga harakat qilsa

«+», teskari aylantirishga harakat qilsa «–», ishoraga ega bo'ladi.

12.2. Ko'ndalang ramani qor qatlamidan hosil bo'ladigan yukka hisobi

Qor yukidan hosil bo'ladigan eguvchi momentlarni va qirquvchi kuchlarni topish oson. Yuk ta'siri o'xshashligi tufayli doimo ta'sir qilayotgan yukdan topilgan eguvchi momentlarni va qirquvchi kuchlarni o'tkazish koeffitsiyentga ko'paytirsak, ya'ni

$$K = \frac{q_c}{q_n} = \frac{8,4}{40,32} = 0,208 \qquad (12.14)$$

Fermaning uzunligi bo'yicha ta'sir etayotgan qor yukidan rama ustunida hosil bo'ladigan hisobli eguvchi momentlar:

12.4-jadval

Ustunni xarakterli kesimlari	Doimiy yukdan hisobiy moment	O'tkazish koeffitsiyenti	Qor yukidan hisobiy moment
I – I	315,78	0,208	65,68
II – II	- 20,99	0,208	- 4,37
III – III	- 172,19	0,208	- 35,82
IY - IY	- 305,45	0,208	- 63,53

$$N = \frac{q_c \cdot L}{2} = \frac{8,4 \cdot 30}{2} = 126 кН$$

$$Q_A = \frac{65,68 + 4,37}{10,602} = 6,6 кН$$

12.3. Kranlardan ta'sir etayotgan yuklarga ramani hisobi

Kranlardan hosil bo'lgan yuklarga ramani hisoblashda, ustunni tepa qismi, gorizontal kuchdan siljishi noaniq deb qabul qilinib kanonik tenglamasi tuziladi.

$$\overline{R} \cdot \Delta + R_p = 0 \qquad (12.15)$$

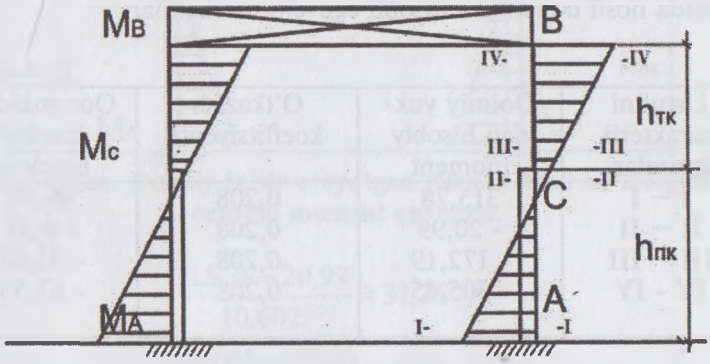
bu yerda, $\overline{R}$ – ustunga ta'sir qilayotgan hamma reaktiv kuchlarni yig'indisi, ustunni tepa qismi $\Delta=1$ birlikka siljiganda;

R_p – ustunni tepa qismida hamma tashqi ta'sir etayotgan

yuklardan hosil bo'ladigan reaktiv kuch.

Hisoblash tartibi: jadvaldan foydalanib, ramani ustunida hosil bo'layotgan kuchlar topiladi, yuqori qismi $\Delta=1$ birlikka siljiganda va ramani asosiy tizimida tashqi yuklardan mavjud bo'layotgan kuchlar ham hisoblanadi. (12.15)-formuladan foydalanib bitta ramani tepa qismi qanchaga siljishi aniqlanadi. $-\Delta_{pl}$ va uni sinchni fazoviy bikirli koeffitsiyenti α_{pr} ga ko'paytirib, Δ_{pr} ramani hisobli (fazoviy) siljishi aniqlanadi.

Ustunni xarakterli kesimlarida hosil bo'ladigan eguvchi momentlari va tayanch reaksiyalari, tepa qismi $\Delta=1$ birlikka siljiganda, quyidagi formulalar orqali topiladi:



12.4-rasm. Ramani tepa qismi $\Delta=1$ siljiganda ustunida hosil bo'ladigan eguvchi moment epyurasi.

I – I kesimida $\overline{M}_A = K_A \dfrac{EI_{nk}}{h^2}$;

II – II kesimida $\overline{M}_c = K_c \dfrac{EI_{nk}}{h^2}$; (12.16)

III – III kesimida

IY – IY kesimida $\overline{M}_B = K_B \dfrac{EI_{nk}}{h^2}$;

Tayanch reaksiyalar

I – I kesimida $\overline{R}_A = K_A^1 \dfrac{EI_{nk}}{h^3}$;

IY – IY kesimida $\overline{R_B} = K_B^1 \frac{EI_{nk}}{h^3}$;

Ramani tepasidagi reaktiv kuch $\overline{R} = \overline{R_B} + \overline{R_B^1}$; (12.17)

Simmetrik rama uchun $\overline{R} = 2\overline{R_B}$; (12.18)

K_A, K_C, K_B – absolyut bikirlik koeffitsiyentlari K_A, K_C, K_B qiymati λ va n parametrlariga ko'ra jadvaldan olinadi. λ va n lar quyidagi formulalar bo'yicha hisoblab topiladi:

$$\lambda = \frac{h_{tk}}{h} = \frac{4,198}{14,8} = 0,284$$

$$n = \frac{I_{tk}}{I_{nk}} = \frac{1}{10} = 0,1$$

Ramani tepa tuguni Δ=1 siljiganda

12.5-jadval

Absolyut bikirlik koeffitsiyentlari	λ	n=0,1
K_A	0,20 0,284 0,3	- 3,940 - 3,919 - 3,915
K_C	0,20 0,284 0,3	0,224 - 0,2052 - 0,287
K_B	0,20 0,284 0,3	1,264 1,2674 1,268
K_A^1	0,20 0,284 0,3	5,203 5,1854 5,182
K_B^1	0,20 0,284 0,3	- 5,203 - 5,1854 - 5,182

$$\overline{M}_A = 3,919\frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$\overline{M}_C = -0,2052\frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$\overline{M}_B = 1{,}2674\frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$\overline{R}_B = -5{,}1854\frac{EI_{nk}}{h^2 \cdot 14{,}8} = -0{,}35\frac{EI_{nk}}{h^2}$$

$$\overline{R}_A = 5{,}1854\frac{EI_{nk}}{h^2 \cdot 14{,}8} = 0{,}35\frac{EI_{nk}}{h^2}$$

Eguvchi momentni epyurasi ramani ustunlarida tepa qismi Δ=1ga siljiganda, (12.4-rasm) da ko'rsatilganidek bo'ladi.

Ustunni xarakterli kesimlarida tashqi yuklardan hosil bo'ladigan eguvchi moment va tayanch reaksiyalar quyidagi formulalar orqali topiladi.

I–I kesimda $M_A = K_A M_{max}$ = 0,352·381,44 = 134,27 kH·m

$M_A^1 = K_A M_{\min}$ = 0,352·125,62 = 44,22 kH·m

II–II kesimda $M_F^H = K_F^H M_{\max}$ =-0,7054·381,44=-269,07 kH·m

$M_{F^1}^H = K_F^H M_{\min}$ =-0,7054·125,62=-88,61 kH·m

III–III kesimda $M_F^B = K_F^B M_{\max}$ =0,2946·381,44=112,37 kH·m

$M_{F^1}^B = K_F^B M_{\min}$ =0,2946·125,62=37,01kH·m (12.19)

IY–IY kesimda $M_B = K_B \cdot M_{\max} = -0{,}1247 \cdot 381{,}44 = -47{,}57$ kH·m

$M_B^1 = K_B M_{\min}$ =-0,1247·125,62=-15,66 kH·m

$$R_B = K_R \frac{M_{\max}}{h} = 1{,}4755\frac{381{,}44}{14{,}8} = 38{,}03\kappa H$$

$$R_B^1 = K_R \frac{M_{\min}}{h} = 1{,}4755\frac{125{,}62}{14{,}8} = 12{,}52\kappa H$$

Absolyut bikirlik koeffitsiyentlari K_A, K_F^H, K_F^B, K_B, K_R qiymati λ, n, α parametrlariga ko'ra jadvaldan olinadi.

12.6-jadval

Absolyut bikirlik koeffitsiyentlar	λ	P=0,1		
		α=0,2	α=0,284	α=0,3
K_A	0,2	0,411		0,373

	0,284 0,3	0,563 0,592	0,352	0,3117 0,300
K_F^H	0,2 0,284 0,3	- 0,778 - 0,6344 - 0,607	- 0,7054	- 0,666 - 0,719 - 0,729
K_F^B	0,2 0,284 0,3	0,222 0,3656 0,393	0,2946	0,334 0,281 0,271
K_B	0,2 0,284 0,3	- 0,075 0,066 0,093	- 0,1247	- 0,110 - 0,161 - 0,171
K_R	0,2 0,284 0,3	1,437 1,489 1,499	1,4755	1,483 1,4729 1,471

Ramani tepa qismida tashqi yuklarga qarshi mavjud bo'ladigan tayanch reaksiyasi

$$R_p = R_B + R_B^1 = 38{,}03 + 12{,}52 = 50{,}55 \text{ kH} \qquad (12.20)$$

(12.18), (12.20) – tenglamadan $\overline{R}$ va R_p qiymatlarni olib, bitta ramani kran yuki ta'sirida qanchaga siljishi aniqlanadi.

$$\Delta_{n1} = -\frac{R_p}{\overline{R}} = \frac{50{,}55h^2}{0{,}7EI_{нк}} = -72{,}2\frac{h^2}{EI_{нк}} \qquad (12.21)$$

Rama ustunini tepa qismi kranlardan hosil bo'ladigan yuk ta'sirida shunday siljishi mumkin, agar u yakka o'zi shu yukni qabul qilayapti desak, bunda sanoat binosi fazoviy konstruktiv inshootdir.

Krandan hosil bo'ladigan yukni ko'tarishga qo'shni ramalar ham yordam beradi. Fermani tepa va pastki tokchalariga qo'yilgan bog'lovchi elementlar bilan kran osti to'sinlar ramalarni bir-biriga bog'lanishini ta'minlaydi.

12.4. Tom konstruksiyasini bikirligi katta bo'lgan sanoat binolarni fazoviy tizimda hisoblash

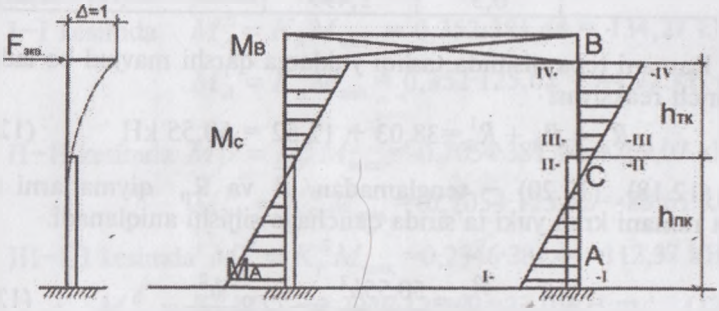
Kranlardan ta'sir etayotgan yuk binoni bir qismiga ta'sir etadi. Shuning uchun qo'shni ramalarni qanchalik yordam berishini fazoviy bikirlik koeffitsiyenti orqali aniqlanadi. Agar tom konstruksiyasi temir-beton plitalardan va bog'lovchi elementlardan qilingan hamda plitalar fermalarga 3 ta tayanchdan payvandlangan

bo'lsa, bunday konstruksiyali tomni bikirligi cheksiz deb qabul qilinadi. Ko'ndalang ramaga kranlardan ta'sir etayotgan yuk bitta ekvivalent kuchga almashtiriladi va shu kuch binoni fazoviy konstruksiyasining tepa qismiga ta'sir etayapti deb faraz qilinadi.

Birinchidan, bu ta'sir etayotgan kuch binoni o'rta qismida ta'sir etayapti deb faraz qilamiz. Bunday ta'sirda hamma ramalar bir xil siljiydi, chunki bunday tom konstruksiyasi bikirligini cheksiz deb qabul qilingan.

Ikkinchidan, ekv F kuch binoni chekkasida ta'sir etayapti, deb hisoblanadi.

Kranlardan ta'sir etayotgan yuklarni ramaning tepa tuguniga ta'sir etayotgan ekvivalent yukka almashtirib, shu yukdan ko'proq ta'sir ko'rayotgan ramani ishlashi ko'rib chiqiladi.



12.5-rasm. Ramani tepa tuguni bir birlikka siljishidan hosil bo'ladigan epyura.

F – ekvivalent kuchdan ramani tepa tugunlarini to'la gorizontal siljishini $\Delta_{пл}$ deb qabul qilib va birlik kuchdan o'sha ramani siljishini δ deb belgilansa, shunda

$$F_{ekv} = \frac{\Delta_{пл}}{\delta} \qquad (12.22)$$

Ekvivalent kuchdan ko'proq ta'sir ko'rayotgan ramani tepa tugunini fazoviy siljishi (12.6-rasm).

$$\Delta_{пр} = \Delta^{I} + \Delta^{II} \qquad (12.23)$$

Agar ekvivalent kuch binoni markaz og'irligi atrofida ta'sir qilayotgan bo'lsa, unda har bitta ramani siljishi

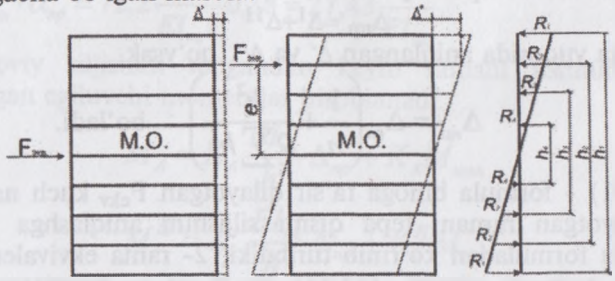
$$\Delta' = \frac{\Delta_{пл}}{n} \qquad (12.24)$$

bu yerda, n – ramalar soni

agar F_{ekv} kuch binoni chekkasida ta'sir qilsa, unda qo'shimcha momentdan ham ramani tepa qismining siljishini e'tiborga olish kerak.

$$M_{вр}=F_{ekv} \cdot e \qquad (12.25)$$

bu yerda, e – kuchni ta'sir etayotgan joydan binoni markaz og'irligigacha bo'lgan masofa.



12.6-rasm. Fazoviy bikirli koeffitsiyentni aniqlash uchun chizma.

Tashqi momentga ichki ramalarni tayanch reaksiyalardan hosil bo'ladigan momentlari qarshilik ko'rsatadi, shuning uchun quyidagi formulani yozishimiz mumkin.

$$M_{вр} = R_1h_1 + R_2h_2 + R_3h_3 + ... \qquad (12.26)$$

Bu tenglamadan har bitta bizlarni qiziqtirgan ramani tayanch reaksiya qarshiligini topishimiz mumkin.

$$R = \frac{M_{bp}h_i}{\Sigma h^2} = \frac{F_{ekv}eh_i}{\Sigma h^2} \qquad (12.27)$$

tashqi moment $M_{вр}=F_{ekv} \cdot e$

e – hisoblanayotgan rama uchun $\frac{h_i}{2}$ ga teng, unda

$$R_i = \frac{F_{экв}h_i^2}{2\sum h^2}. \qquad (12.28)$$

Har bitta ramani elastik qarshiligini (momentga qarshiligi) va kuch 1-ga teng bo'lganda siljishi ma'lum shulardan foydalanib, bizlarni qiziqtirayotgan ramani qo'shimcha momentdan hosil bo'ladigan siljishini aniqlash mumkin.

$$\Delta_i^{11} = R_i\delta \qquad (12.29)$$

bu formulaga (12.28) formuladan R_i va (12.22) formuladan δ ni qiymatlari qo'yilsa, u quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta_i^{11} = \Delta_{пл} \frac{F_{экв} h_i^2}{F_{экв} 2\sum h^2} \qquad (12.30)$$

Hisoblanayotgan ramani F_{ekv} kuch ta'siridan fazoviy siljishi quyidagi formula orqali topiladi:

$$\Delta_{пр} = \Delta^1 + \Delta^{11}$$

Bunga yuqorida aniqlangan Δ' va Δ'' qo'ysak,

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пл}\left(\frac{1}{n} + \frac{h_i^2}{2\sum h^2}\right) \quad \text{bo'ladi.} \qquad (12.31)$$

(12.31) - formula binoga ta'sir qilayotgan F_{ekv} kuch natijasida hisoblanayotgan ramani tepa qismi siljishini aniqlashga yordam beradi. Bu formuladan ko'rinib turibdiki, 2- rama ekvivalent kuch ta'siridan ko'proq siljiydi. (12.31) ga μ va γ_c koeffitsiyentlarni qo'ysak, ramani fazoviy siljishligi aniqlanadi.

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пл} \frac{\mu}{\gamma_c}\left(\frac{1}{n} + \frac{h_2^2}{2\sum h^2}\right), \qquad (12.32)$$

bu yerda, μ — qurilayotgan ramani qo'shimcha kuchlardan siljishligini e'tiborga oladigan koeffitsiyent.

$$\mu = \frac{\sum F_n}{D_{max}^H}, \qquad (12.33)$$

γ_c — ishlash sharoitini e'tiborga oladigan koeffitsiyent.

1 oraliqli ramalar uchun $\gamma_s = 0{,}9$, 2-3 oraliqli ramalar uchun $\gamma_c = 0{,}95$.

(12.32) - formuladagi $\frac{\mu}{\gamma_c}\left(\frac{1}{n} + \frac{h_2^2}{2\sum h^2}\right)$ qismini $\alpha_{пр}$ deb belgilab olsak va bunga fazoviy bikirlik koeffitsiyenti deb nom bersak, ramani fazoviy siljishi quyidagiga teng bo'ladi:

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пл} \cdot \alpha_{пр} \qquad (12.34)$$

Bizning misolimiz uchun fazoviy bikirlik koeffitsiyent quyidagi qiymatga teng:

$$\alpha_{np} = \frac{\mu}{\gamma_c}\left(\frac{1}{n} + \frac{h_2^2}{2\sum h^2}\right) = \frac{1,31}{0,9}\left(\frac{1}{9} + \frac{72^2}{2\cdot\left(96^2 + 72^2 + 48^2 + 24^2\right)}\right) = 0,38$$

$$\mu = \frac{\sum F_n}{D_{\max}^H} = \frac{4\cdot 249,15\cdot 1,1}{762,87\cdot 1,1} = 1,31$$

$$\Delta_{np} = \Delta_{пл}\cdot\alpha_{np} = 72,2\frac{h^2}{EI_{nk}}\cdot 0,38 = 27,43\frac{h^2}{EI_{nk}}$$

Fazoviy siljishini topgandan keyin ramani ustunida hosil bo'layotgan egiluvchi momentlar hisoblanadi.

$$M_A = K_A\frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_A M_{\max}$$

$$M_F^H = K_c\frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_F^H M_{\max}$$

$$M_F^B = K_c\frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_F^B M_{\max} \qquad (12.35)$$

$$M_B = K_B\frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_B M_{\max}$$

Eguvchi momentlarni to'g'ri hisoblanganligi ularni ustundagi tepa va pastki qismlarida qiyaligi bir xil bo'lganligi bilan isbotlanadi. Hisobdan yanglishib ketmaslik uchun, hamma hisobotlarni jadvalga kirgizib qo'yiladi. Jadval quyidagicha tuziladi:

Ustunni xarakterli kesimlarida kran yuki ta'siridan hosil bo'ladigan eguvchi momentlar.

12.7-jadval

	Chap ustun				O'ng ustun			
Kesimlar	Tepa tugunlari siljish natijasida		Asosiy tizimda	Natijada	Tepa tugunlari siljish natijasida		Asosiy tizimda	Natijada
	$\Delta=1$	$\Delta_{пр}$			$\Delta=1$	$\Delta_{пр}$		
I-I	$-3,919\frac{EI_{nk}}{h^2}$	-107,5	134,27	26,77	3,919	107,5	44,22	151,72

II–II	-0,2052 $\frac{EI_{нк}}{h^2}$	-5,63	- 269,07	- 274,7	-0,2052	5,63	- 88,61	- 82,98
III–III	-0,2052 $\frac{EI_{нк}}{h^2}$	-5,63	112,37	106,74	-0,2052	5,63	37,01	42,64
IV–IV	1,2674 $\frac{EI_{нк}}{h^2}$	34,76	- 47,57	- 12,8	1,2674	-34,76	- 15,66	- 50,42

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пл} \cdot \alpha_{пр} = -\frac{R_p}{R}\alpha_{пр}$$

$$\frac{M_A + M_F^H}{h_{nk}} = \frac{M_B + M_F^B}{h_{tk}}$$

Bizning misol uchun moment epyurasini qiyaligini tekshiramiz chap ustun

$$\frac{M_A - M_F^H}{h_{nk}} = \frac{26,77 + 274,7}{10,602} = 28,44$$

$$\frac{M_B - M_F^B}{h_{tk}} = \frac{12,8 + 106,74}{4,198} = 28,48$$

farqi

$$\frac{28,48 - 28,44}{28,48} \cdot 100\% = 0,1\%$$

O‘ng ustun

$$\frac{M_A^1 - M_F^{H^1}}{h_{nk}} = \frac{151,72 + 82,98}{10,602} = 22,14$$

$$\frac{M_F^{B^1} - M_B^1}{h_{tk}} = \frac{42,64 + 50,42}{4,198} = 22,17$$

farqi

$$\frac{22,17 - 22,14}{22,17} \cdot 100\% = 0,15\%$$

I – I kesim bo'yicha mavjud bo'ladigan qirquvchi kuchni quyidagi formula bilan topiladi:

$$Q = \frac{M_A + M_F^H}{h_{nk}} = \frac{26,77 + 274,7}{10,602} = 28,44kH \qquad (12.36)$$

I – I va II – II kesimda hosil bo'ladigan bo'ylama kuch $N=D_{max}$ chap ustunda va $N=D_{min}$ o'ng ustunda.

12.5. Gorizontal yuk ta'siriga ramani hisobi

Kran aravachasi tormoz qilish natijasida, bu kuch hosil bo'ladi. Ramani bu kuchga hisoblash tartibi yuqorida keltirilgan ramani moment ta'siriga hisoblash tartibiga o'xshaydi. Ramani asosiy tizimda tashqi yuklardan hosil bo'ladigan eguvchi momentlarni quyidagi formulalar orqali topamiz:

$$\begin{aligned} M_A &= K_A Th = -0,0761 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = -21,03kH \cdot m \\ M_c &= K_c Th = 0,0455 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = 12,57kH \cdot m \\ M_F &= K_F Th = 0,06 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = 16,58kH \cdot m \\ M_B &= K_B Th = -0,09543 \cdot 18,67 \cdot 14,8 = -26,37kH \cdot m \end{aligned} \qquad (12.37)$$

Tayanch reaksiyalari esa

$$R_A = K_A^1 T = 0,1697 \cdot 18,67 = 3,17kH$$

$$R_B = K_A^1 T = 0,8303 \cdot 18,67 = 15,5kH$$

Absolyut bikirlik koeffitsiyentlar jadvaldan foydalanib aniqlanadi λ, n va α parametrlariga ko'ra $\lambda = \frac{h_{TK}}{h} = 0,284$,

$$n = \frac{I_{TK}}{I_{\Pi K}} = 0,1, \quad \alpha = \frac{h_2}{h} = \frac{2,8}{14,8} = 0,189$$

12.8-jadval

Koeffitsi-yentlar	λ	n=0,1		
		α=0,1	α=0,189	α=0,2
K_A	0,2 0,284 0,3	- 0,023 - 0,0272 - 0,028	- 0,0761	- 0,067 -0,08212 - 0,085

K_C	0,2 0,284 0,3	0,02 0,01244 0,011	0,0455	0,079 0,0496 0,044
K_F	0,2 0,284 0,3	0,026 0,0218 0,021	0,06	0,079 0,0647 0,062
K_B	0,2 0,284 0,3	-0,069 -0,07236 -0,073	- 0,09543	-0,084 -0,0983 0,101
K_A^1	0,2 0,284 0,3	0,054 0,05484 0,055	0,1697	0,183 0,18384 0,184
K_B^1	0,2 0,284 0,3	0,946 0,94516 0,945	0,8303	0,817 0,81616 98,16

Kanonik tenglamani $\overline{R}\cdot\Delta + R_p = 0$ yechish uchun ramani tepa tugunlarida tashqi yuklardan hosil bo'ladigan tayanch reaksiyasini topish kerak.

Kran aravachasi tormoz qilish natijasida gorizontal kuch hosil bo'ladi. U ramani bir tomoniga ta'sir qiladi deb qabul qilingan. Shuning uchun tashqi yuklar ta'siridan ramani tepa tugunida hosil bo'ladigan tayanch reaksiyasi quyidagi formula orqali topiladi.

$$R_p = R_B = 15{,}5kH \qquad (12.38)$$

Bu tayanch reaksiyani birinchi formulaga qo'yib ramani tepa tugunini siljishi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta_{пл} = -\frac{R_p}{\overline{R}} = \frac{15{,}5h^2}{0{,}7EI_{nk}} = \frac{22{,}15h^2}{EI_{nk}} \qquad (12.39)$$

Keyin hisoblayotgan ramani fazoviy siljishi topiladi,

$$\Delta_{пр} = \Delta_{пл}\cdot\alpha_{пр} = \frac{22{,}15h^2}{EI_{nk}}\cdot 0{,}38 = 8{,}42\frac{h^2}{EI_{nk}} \qquad (12.40)$$

Rama ustunini xarakterli kesimlarda hosil bo'ladigan eguvchi momentlar quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

Chap ustunda

$$M_A = K_A \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_A Th$$

$$M_c = K_c \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_c Th \qquad (12.41)$$

$$M_F = K_F \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_F Th$$

$$M_B = K_B \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np} + K_B Th$$

O'ng ustunda

$$M_A^1 = K_A \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np}$$

$$M_c^1 = K_c \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np}$$

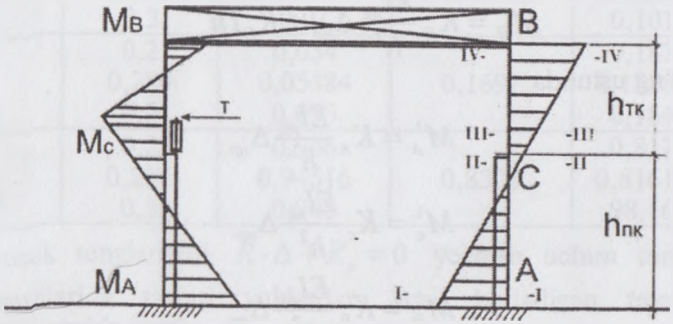
$$M_B^1 = K_B \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{np}$$

Gorizontal yuk ta'siridan rama ustunlarini xarakterli kesimlarida hosil bo'ladigan hisobiy eguvchi momentlar.

12.9-jadval

Xarakterli kesimlar	Chap ustun				O'ng ustun	
	Tepa tugunlari siljish natijasida		Asosiy tizimda	Hisobiy «M»	Tepa tugunlari siljish natijasida	Hisobiy «M»
	$\Delta=1$	Δ_{pr}				
1-1	$-3{,}919 \frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 33	- 21,03	- 54,03	33	33
II – II	$-0{,}2052 \frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 1,73	12,57	10,84	1,73	1,73

III – III	-0,2052 $\frac{EI_{пк}}{h^2}$	- 1,73	12,57	10,84	1,73	1,73
F		2,045	16,58	18,63		
IV – IV	1,2674 $\frac{EI_{пк}}{h^2}$	10,67	- 26,37	- 15,7	- 10,67	- 10,67



12.7-rasm. Gorizontal yukdan hosil bo'ladigan eguvchi moment epyurasi.

«F» kesimdagi moment uchburchaklar o'xshashidan foydalanib aniqlanadi:

$$\frac{M_B + M_c}{h_{T.K}} = \frac{M_x}{h_{K.O.T}}$$

$$M_x = \frac{h_{K.O.T}}{h_{T.K}}(M_B + M_C) = \frac{1,278}{4,198}(10,67 + 1,73) = 3,775kHm$$

$$M_F = M_x - M_c = 3,775 - 1,73 = 2,045кHm$$

Birinchi kesimdagi qirquvchi kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$Q = \frac{M_A + M_C}{h_{nk}} = \frac{54,03 + 10,84}{10,602} = 6,12kH \qquad (12.42)$$

12.6. Shamol yuki ta'siriga ramani hisobi

Ramani bu kuchga hisoblash tartibi yuqorida keltirilgan ramani moment va gorizontal yuk ta'siriga hisoblash tartibiga o'xshaydi. Ramani asosiy tizimida tashqi yoyma yuklardan hosil bo'ladigan eguvchi momentlarni quyidagi formulalar orqali topiladi:

Chap ustunda O'ng ustunda

$$M_A = K_A \cdot q_b \cdot h^2 \qquad M_A^1 = -K_A \cdot q_b^1 \cdot h^2$$

$$M_c = K_c \cdot q_b \cdot h^2 \qquad M_c^1 = -K_C \cdot q_b^1 \cdot h^2 \qquad (12.43)$$

$$M_B = K_B \cdot q_b \cdot h^2 \qquad M_B^1 = -K_B \cdot q_b^1 \cdot h^2$$

Tayanch reaksiyalari esa quyidagilardan aniqlanadi:

$$R_A = K_A^1 \cdot q_b \cdot h \qquad R_A^1 = K_A^1 \cdot q_b^1 \cdot h$$

$$R_B = K_B^1 \cdot q_b \cdot h \qquad R_B^1 = K_B^1 \cdot q_b^1 \cdot h$$

Absolyut bikirlik koeffitsiyent qiymatlari jadvaldan foydalanib aniqlanadi:

12.10-jadval

Koeffitsiyentlar	λ	n=0,1
K_A	0,2 0,284 0,3	- 0,108 - 0,1156 - 0,117
K_C	0,2 0,284 0,3	0,025 0,0334 0,035
K_B	0,2 0,284 0,3	- 0,042 - 0,04872 - 0,050
K_A^1	0,2 0,284 0,3	0,566 0,5677 0,568
K_B^1	0,2 0,284 0,3	0,4334 0,4323 0,432

Chap ustunda hosil bo'layotgan momentlar

$$M_A = K_A \cdot q_b \cdot h^2 = -0{,}1156 \cdot 3{,}399 \cdot 14{,}8^2 = -86{,}07 kH \cdot m$$

$$M_c = K_c \cdot q_b \cdot h^2 = 0{,}0334 \cdot 3{,}399 \cdot 14{,}8^2 = 24{,}87 kH \cdot m$$

$$M_B = K_B \cdot q_b \cdot h = -0{,}04872 \cdot 3{,}399 \cdot 14{,}8^2 = -36{,}27 kH \cdot m$$

Tayanch reaksiyalar

$$R_A = K_A^1 \cdot q_b \cdot h = 0{,}5677 \cdot 3{,}399 \cdot 14{,}8 = 28{,}56 kH$$

$$R_B = K_B^1 \cdot q_b \cdot h = 0{,}4323 \cdot 3{,}399 \cdot 14{,}8 = 21{,}75 kH$$

O'ng ustunda hosil bo'layotgan momentlar

$$M_A^1 = K_A \cdot q_b^1 \cdot h^2 = 0{,}1156 \cdot 2{,}55 \cdot 14{,}8^2 = 64{,}57 kH \cdot m$$

$$M_c^1 = K_c \cdot q_b^1 \cdot h^2 = -0{,}0334 \cdot 2{,}55 \cdot 14{,}8^2 = -18{,}66 kH \cdot m$$

$$M_B = K_B \cdot q_b^1 \cdot h^2 = 0{,}04872 \cdot 2{,}55 \cdot 14{,}8^2 = 27{,}21 kH \cdot m$$

Tayanch reaksiyalar

$$R_A^1 = K_A^1 \cdot q_b^1 \cdot h = 0{,}5677 \cdot 2{,}55 \cdot 14{,}8 = 21{,}42 kH$$

$$R_B^1 = K_B^1 \cdot q_c^1 \cdot h = 0{,}4323 \cdot 2{,}55 \cdot 14{,}8 = 16{,}32 kH$$

Ramani tepa tugunlarida tashqi yuklardan hosil bo'ladigan tayanch reaksiyasi

$$R_p = R_B + R_B^1 + W_B = 21{,}75 + 16{,}32 + 21{,}89 = 59{,}96 kH$$

Ramani tepa tugunini siljishi $\Delta_{nn} = -\frac{R_p}{\bar{R}}$ ni aniqlab

$$\Delta_{nn} = \frac{59{,}96 h^2}{0{,}7 \cdot EI_{nk}} = 85{,}65 \frac{h^2}{EI_{nk}} \qquad (12.44)$$

Ustunlarni xarakterli kesimlarda hosil bo'ladigan hisobli eguvchi momentlar topiladi

$$M_A = K_A \cdot \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{nn} + K_A \cdot q_b \cdot h^2$$

$$M_c = K_c \cdot \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{nn} + K_c \cdot q_b \cdot h^2$$

$$M_B = K_B \cdot \frac{EI_{nk}}{h^2}\Delta_{nn} + K_B \cdot q_b \cdot h^2 \qquad (12.45)$$

$$R_B = K_B^1 \cdot \frac{EI_{nk}}{h^3}\Delta_{nn} + K_B^1 \cdot q_b \cdot h$$

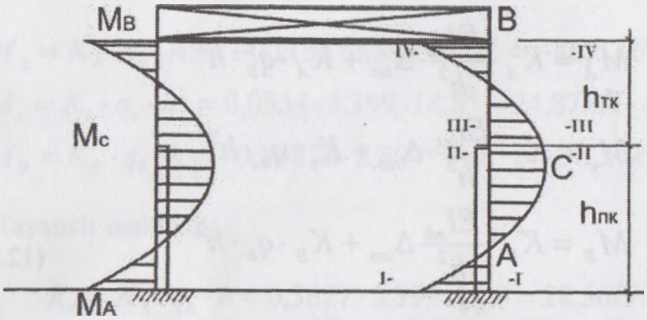
$$R_B^1 = K_B^1 \frac{EI_{nk}}{h^3}\Delta_{nn} + K_B^1 \cdot q_b^1 \cdot h$$

Shamol yuki ta'siridan rama ustunlarini xarakterli kesimlarida hosil bo'ladigan hisobiy eguvchi momentlar:

12.11-jadval

Xarakterli kesimlar	Chap ustun				O'ng ustun		
	Tepa tugunlari siljish natijasida		Asosiy tizimda	Hisobiy «M»	Tepa tugunlari siljish natijasida $\Delta_{пл}$	Asosiy tizimda	Hisobiy «M»
	$\Delta=1$	$\Delta_{пл}$					
I–I	-3,919 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 335,7	- 86,07	- 421,7	335,66	64,57	400,2
II–II III–III	-0,205 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	- 17,58	24,87	7,3	17,58	- 18,66	- 1,08
IV–IV	1,2674 $\frac{EI_{nk}}{h^2}$	108,55	- 36,27	72,28	- 108,55	27,21	- 81,34

Ustunni bo'ylama bo'yicha ta'sir qilayotgan kuch kamligi uchun e'tiborga olinmaydi.



12.8-rasm. Shamol yukidan hosil bo'ladigan eguvchi moment epyurasi.

I – I kesim bo'yicha hosil bo'ladigan qirqma kuch tayanch reaksiyalarini yig'indisiga teng.

Chap ustunda $Q_A = R_A^q + R_A^\Delta = 28{,}56 + 29{,}98 = 58{,}54kH$

O'ng ustunda $Q_A^1 = R_{A^1}^q + R_{A^1}^\Delta = 21{,}42 + 29{,}98 = 51{,}4kH$ (12.46)

Birinchi kesim bo'yicha qirqma kuchlarini to'g'ri hisoblanganligi quyidagi tenglama bilan isbotlanadi.

$$Q_A + Q_{A^1} = \left(q_b + q_b^1\right)h + W_b.$$

$$58{,}54 + 51{,}4 = (3{,}399 + 2{,}55)14{,}8 + 21{,}89 \qquad (12.47)$$

$$109{,}94kH \approx 109{,}935kH$$

Shunday qilib, ramaga ta'sir etadigan yuklardan hosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqladik. Endi bizlarni qiziqtiradigan kesimda hisobli kuchlanishlarni aniqlash uchun umumiy jadval tuziladi va bu jadvalga har xil yuklardan ustunni xarakterli kesimlarida hosil bo'ladigan eguvchi momentlarni, qirquvchi va bo'ylamasiga ta'sir etayotgan kuchlar kiritiladi.

Umumiy jadval *12.12 - jadval*

Yuk №	Ta'sir etayotgan yuk va undan hosil bo'ladigan epyura	ψ	Ustunni xarakterli kesimlari								
			I – I			II – II		III – III		IV – IV	
			Q	N	M	N	M	N	M	N	M

1		1	31,76	604,8	315,8	604,8	-20,99	604,8	-172,2	604,8	-305,5
2		1	6,6	126	65,68	126	- 4,37	126	- 35,82	126	- 63,53
		0,9	5,94	113,4	59,11	113,4	- 3,93	113,4	32,24	113,4	- 57,18
		0,8	5,28	100,8	52,54	100,8	-3,5	100,8	-28,66	100,8	- 50,82
		0,6	3,96	75,6	39,4	75,6	- 2,62	75,6	-21,49	75,6	-38,12
3		1	28,44	762,87	26,77	762,87	-274,7	-	106,74	-	-12,8
		0,9	25,6	686,6	24,1	686,6	-247,2		96,07		-11,52
		0,8	22,75	610,3	21,42	610,3	-219,76		85,39		-10,24
		0,6	17,06	457,7	16,06	457,7	-164,82		64,04		-7,68
4		1	22,14	251,24	151,72	251,24	-82,98	-	42,64	-	-50,42
		0,9	19,93	226,1	136,55	226,1	-74,68		38,38		-45,38
		0,8	17,71	201	121,38	201	-66,38		4,11		-40,34
		0,6	13,28	150,7	91,03	150,7	-49,79		25,58		-30,25
5		1	6,12	-	-54,03	-	108,84	-	10,84	-	-15,7
		0,9	5,51		-48,63		9,76		9,76		-14,1
		0,8	4,9		-43,22		8,67		8,67		-12.56
		0,6	3,67		-32,42		6,5		6,5		-9,42
6		1	2,95	-	33	-	1,73	-	1,73	-	-10,67
		0,9	2,66		29,7		1,56		1,56		-9,6
		0,8	2,36		26,4		1,38		1,38		-8,54
		0,6	1,77		19,8		1,04		1,04		-6,4
7		1	58,54	-	-421,7	-	7,3	-	7,3	-	72,28
		0,9	52,69		-379,5		6,57		6,57		65,05
		0,8	46,83		-337,4		5,84		5,84		57,82
		0,6	35,12		-253		4,38		4,38		43,37
8		1	51,4	-	400,2	-	-1,08	-	-1,08	-	-81,34
		0,9	46,26		360,2		-0,97		-0,97		-73,2
		0,8	41,12		320,16		-0,86		-0,86		-65,07
		0,6	30,84		240,1		-0,65		-0,65		-48,8

Yuklarning birgalikda eng noqulay ta'sir qilishi natijasida ustunlarning xarakterli kesimlarida hisobiy hosil bo'ladigan kuchlar aniqlanadi.

Rama elementlarda hisobiy kuchlarni aniqlash.

12.13-jadval

Yuklarning birgalikda ta'siri	Ustunning xarakterli kesimlari				
		I -I	II-II	III–III	IV-IV
Asosiy yuklarning ta'siri	M_{max}	715,98	-285,54	-208,01	-386,79
	N	604,8	1367,67	730,8	604,8
	Yuk №	1,8	1,3,5	1,2	1,8

	H_{max} M	1367,7 396,58	1367,67 -285,54	730,8 -208,01	730,8 -369
	Yuk №	1,3,5	1,3,5	1,2	1,2
Qo'shimcha yuklarning ta'siri	M_{max} N	863,16 881,4	-282,1 1392,2	-205,3 718,2	-466,2 705,6
	Yuk №	1,8,4,6,2	1,3,52,8	1,2,8	1,8,2,4,6
	N_{max} M	1392,2 441	1392,2 -281,5	730,8 -208,01	730,8 -369
	Yuk №	1,3,5,2	1,3,5,2	1,2	1,2

Nazorat savollari

1. Ko'ndalang ramaning hisobini soddalashtiradigan shartlar.
2. Ko'ndalang ramani doimiy ta'sir etayotgan yukka hisobi.
3. Ko'ndalang ramani kran yukiga hisobi.
4. Fazoviy bikirlik koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
5. Ko'ndalang ramani shamol yukiga hisobi.
6. Ko'ndalang ramaning elementlarida mavjud bo'ladigan hisobiy kuch qanday aniqlanadi?

XIII bob. KO'NDALANG RAMA ELEMENTLARNI HISOBI

13.1. Fermani hisoblash tartibi

1.Ferma uzunligi bo'yicha ta'sir etayotgan yoyma yukni tugunga ta'sir etayotgan tik mahalliy yukka keltirib olinadi;

a) doimiy ta'sir etayotgan yukdan:

$$F = q_n \cdot b \qquad (13.1)$$

b) vaqtincha qisqa muddatda ta'sir etayotgan yukdan

$$F_c = q_c \cdot b \qquad (13.2)$$

2. Maksvell – Kremona diagrammasidan foydalanib, fermaning elementlarida hosil bo'ladigan kuchlar aniqlanadi.

3. Fermaning tayanchiga ta'sir etayotgan birlik momentini ikkita gorizontal kuchga keltirib olib, ulardan fermaning elementlarida hosil bo'ladigan kuchlar aniqlanadi.

Ramaning tepa tugunida yuklarni noqulay birgalikda ta'sir qilishi natijasida chap ustuni (M chap) va o'ng ustuni (M o'ng)da hosil bo'ladigan momentlar aniqlanadi.

Fermaning elementlarida tayanch momentlaridan hosil bo'ladigan kuchlarni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$S = S_{chap} \cdot M_{chap} + S_{o'ng} \cdot M_{o'ng} \qquad (13.3)$$

Misol yechimi uchun mahalliy ferma tuguniga ta'sir etayotgan kuchlarni topamiz:

$$F = q_n \cdot b = 40{,}32 \cdot 3 = 120{,}96kH$$

$$F = q_c \cdot b = 8{,}4 \cdot 3 = 25{,}2kH$$

Maksvell – Kremona diagrammasini quramiz:

Ramaning tepa tugunlarida hosil bo'layotgan momentlar, chap ustunida:

$$M_{chap} = -466{,}2 \text{ kN·m}$$

bu eguvchi moment quyidagi yuklar №1,8,2,4,6 birgalikda ta'sir etish natijasida hosil bo'ladi.

O'ng ustunida:

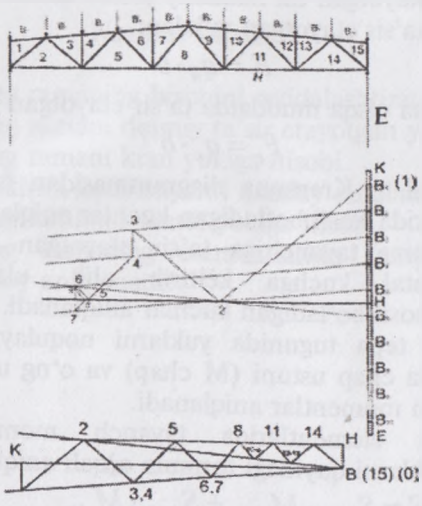
$$M_{o'ng} = -305{,}45 + 65{,}05 - 50{,}82 - 7{,}68 - 9{,}42 = -308{,}3 \text{ kH·m}$$

Yuklar № 1,7,2,3,5.

Fermaning elementlarida doimiy yukdan, qor yukidan va tayanch momentlaridan hosil bo'ladigan kuchlarni yig'indisi elementga ta'sir qilayotgan hisobiy kuchini beradi.

Ferma elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlangandan keyin ularni hisobini qilish kerak bo'ladi.

Yengil fermalarda ko'p holda elementlarning kesim yuzasi tavrga o'xshash qilib tayyorlashadi, ular ikkita burchaklikdan iboratdir.



Ferma elementlarida hosil bo'ladigan hisobiy kuchni aniqlash

13.1 - jadval

Element-ning nomi	Element-ning belgisi	Doimiy ta'sir etayotgan yukdan hosil bo'ladigan kuch	Qor yukidan hosil bo'ladigan kuch		Tayanch momentidan hosil bo'ladigan kuch			Hisobiy kuch kH.	
			ψ= 1,0	ψ= 0,9	S_{chap}	$S_{o'ng}$	S	+	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tepa belbog‘	B_1-1	0	0	0	-0,3432	0	160	160	
	B_2-3	-810	-169	-152	-0,2376	-0,0594	129		-850
	B_3-4	-810	-169	-152	-0,2376	-0,0594	129		-850
	B_4-6	-1016	-212	-191	-0,162	-0,1056	108		-1120
	B_5-7	-1016	-212	-191	-0,162	-0,1056	108		-1120
Pastki belbog‘	N – 2	484	101	91	0,2871	0,033	-144	441	
	N – 5	956	199	179	0,198	0,0825	-118	1037	
	N – 8	980	204	184	0,1221	0,01221	-94,6	1089	
Tirgo-vich-lar	1 – 2	-726	-151	-136	0,0825	-0,05	-23,1		-900
	2 – 3	460	96	86	-0,076	0,0396	23,2	579	
	4 – 5	-266	-55	-50	0,0693	-0,0363	-21,1		-342
	5 – 6	109	23	20	-0,0627	0,033	19,0	151	
	7 – 8	60,5	13	11	0,0627	-0,0297	20,0	93.5	
Ustun-lar	K – 1	-60,5	-13	-11	-0,033	0	15,4		-58,1
	3 – 4	-121	-25,2	-22,7	0	0	0		-146,2
	6 – 7	-121	-25,2	-22,7	0	0	0		-146,2

Yuqoridagi masalani fermaning tepa belbog‘i elementlarni hisoblashdan boshlaymiz:

B-1 belbog‘da $N_{B-1}=160\kappa H$

Elementga talab qilgan kesim yuza aniqlanadi:

$$A_{T.K}=\frac{N}{R_y\gamma_c}=\frac{160}{22{,}5\cdot 1}=7{,}1sm^2$$

Ikkita teng tomonli burchaklik qabul qilamiz. 50×5 *mm* kesim yuzasi 9,6 sm^2ga teng.

$$\sigma=\frac{N}{A_x\cdot\gamma_c}=\frac{160}{9{,}6\cdot 1}=16{,}7\,\kappa H/sm^2$$

Sterjenlar B_2-3 va B_3-4 $N_{B-3}=-850\kappa H$ elementni egiluvchanligini $\lambda=100$ deb qabul qilib olib, shartli egiluvchanligini topamiz $\bar{\lambda}=100\sqrt{\frac{225}{210000}}=3{,}27\succ 2{,}5$ va φ koeffitsiyentini quyidagi formula bo‘yicha aniqlaymiz;

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

$$\overline{\lambda}^2 = 1{,}47 - 13\frac{225}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{225}{210000}\right)\cdot 3{,}27 +$$

$$+\left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{225}{210000}\right)\cdot 3{,}27^2 = 1{,}456 - 1{,}118 + 0{,}231 = 0{,}569$$

Talab qilgan kesim yuzasi

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{850}{0{,}8 \cdot 0{,}565 \cdot 22{,}5} = 83{,}0 sm^2$$

va inersiya radiusi

$$i_x = \frac{l_{efx}}{\lambda} = \frac{301}{100} = 3{,}01 sm; \quad i_y = \frac{l_{efy}}{\lambda} = \frac{602}{100} = 6{,}02 sm$$

Talab qilingan kesim yuzasiga va inersiya radiusiga qarab, ikkita teng tomonli burchakli qabul qilamiz, L160×12, kesim yuzasi A=37,4 ×2=74,8sm^2 i_x=4,94sm i_y=6,95sm tanlab olingan elementni mustahkamligini tekshiramiz, buning uchun avval x-x va y-y o'qi bo'yicha egiluvchanligini aniqlaymiz:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{301}{4{,}94} = 61 \quad \lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{602}{6{,}95} = 87$$

Aniqlangan egiluvchanliklarni katta qiymatiga qarab, shartli egiluvchanligini aniqlaymiz; $\overline{\lambda} = 87\sqrt{\frac{225}{210000}} = 2{,}85$, $\varphi -$ koeffitsiyentini topamiz.

$$\varphi = 1{,}47 - 13\frac{225}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{225}{210000}\right)\cdot 2{,}85 +$$

$$+\left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{225}{210000}\right)\cdot 2{,}85^2 = 1{,}4561 - 0{,}9740 + 0{,}1752 = 0{,}6573$$

va element kesim yuzasida hosil bo'ladigan kuchlanishni aniqlaymiz:

$$\sigma = \frac{N_{B-3}}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{850}{0{,}8 \cdot 0{,}6573 \cdot 74{,}8} = 21{,}61 \kappa H / sm^2$$

Qolgan siqilishga ishlayotgan elementlar shunga o'xshash hisoblanadi.

Fermani pastki tokchasi

Sterjen H-2 N= 441kH.
Elementni talab qilingan kesim yuzasini aniqlaymiz:

$$A_{T.K} = \frac{N}{\gamma_c R_y} = \frac{441}{1 \cdot 22{,}5} = 19{,}6 sm^2$$

Burchaklik sortamentidan ikkita teng tomonli burchaklik tanlab olamiz: L83×7 kesim yuzasi $A = 10{,}8 \times 2 = 21{,}6 sm^2$ element kesim yuzasida hosil bo'ladigan kuchlanish

$$\sigma = \frac{N}{\gamma_c A} = \frac{441}{1 \cdot 21{,}6} = 20{,}42 \kappa H / sm^2$$

Qolgan cho'zilishga ishlayotgan elementlar shunga o'xshash hisoblanadi.

$$\sigma = \frac{NB-3}{\gamma_c \cdot \varphi_{\min} \cdot A} = \frac{146{,}1}{0{,}8 \cdot 0{,}476 \cdot 36} = 10{,}66 kH / sm^2$$

13.2-jadval

Ferma elementlarining kesim yuzalari

Element-ni nomi	Element-ni belgisi	Hisobiy kuch kH	Burchak-liklar nomi	Kesim yuzasi sm²	Elementni hisobiy uzunligi		Inersiya radiusi		Egiluvchan-ligi		φ_{min}	γ_c	Kuch-lanish σ kH/sm²
					l_{efx}	l_{efy}	i_x	i_y	λ_x	λ_y			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Yuqori belbog'i	$B_1 - 1$	160	50 x 5	9,6								1	16,7
	$B_2 - 3$	- 850	200x125x12	75,8	301	602	3,57	9,54	84	63	0,656	0,8	21,37
	$B_3 - 4$	- 850	200x125x12	75,8	301	602	3,57	9,54	84	63	0,656	0,8	21,37
	$B_4 - 6$	- 1120	200x125x16	99,6	301	602	3,52	9,63	86	63	0,642	0,8	21,89
	$B_5 - 7$	- 1120	200x125x16	99,6	301	602	3,52	9,63	86	63	0,642	0,8	21,89
Pastki belbog'i	H − 2	441	83 x 7	21,6								1	20,42
	H − 5	1037	125 x 10	48,6								1	21,34
	H − 8	1089	125 x 10	48,6								1	22,41
Tirgovich lar	1 − 2	- 900	180 x 11	77,6	453	453	5,6	7,74	81	59	0,679	0,8	21,35
	2 − 3	579	100 x 7	27,6								1	20,98
	4 − 5	- 342	140 x 10	54,6	492	492	4,33	6,12	114	80	0,454	0,8	17,25
	5 − 6	151	50 x 5	9,6								1	15,73
	7 − 8	93,5	50 x 5	9,6								1	9,74
Ustunlar	K − 1	- 58,1	100 x 63 x 7	22,2	315	315	3,19	2,64	99	119	0,424	0,8	7,72
	3 − 4	- 146,2	100 x 7	27,6	365	365	3,08	4,45	119	82	0,424	0,8	15,62
	6 − 7	- 146,2	140 x 90 x 8	36	415	415	4,49	3,61	92	115	0,448	0,8	11,33

13.2. Ferma tugunlarini hisobi

Ferma tugunlarini hisoblash tartibi 8.2. da keltirilgan.

Tugun 1. Fermani tirgovichi (1-2) va pastki belbog'ini (2-H) fasonkaga biriktirish uchun chokni uzunligini aniqlaymiz:

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{1-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 900}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 1 \cdot 16{,}28 \cdot 1} + 1 = 28{,}6 sm$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{1-2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 900}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16{,}65 \cdot 1} + 1 = 19{,}9 sm$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) \cdot N_{1\cdot 2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0{,}7) \cdot 900}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 1 \cdot 16{,}28 \cdot 1} + 1 = 12{,}8 sm$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) \cdot N_{1\cdot 2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0{,}7) \cdot 900}{2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 16{,}65 \cdot 1} + 1 = 9{,}1 sm$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{H-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 441}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}7 \cdot 16{,}28 \cdot 1} + 1 = 20{,}3 sm$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{H-2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 441}{2 \cdot 1 \cdot 0{,}7 \cdot 16{,}65 \cdot 1} + 1 = 14{,}2 sm$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) N_{H-2}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0{,}7) \cdot 441}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}7 \cdot 16{,}28 \cdot 1} + 1 = 9{,}3 sm$$

$$l_w^0 = \frac{(1-\alpha) N_{H-2}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{(1-0{,}7) \cdot 441}{2 \cdot 1 \cdot 0{,}7 \cdot 16{,}65 \cdot 1} + 1 = 6{,}7 sm$$

Tugun 2. Fermani tirgovichlarini 2—3, 4—5, pastki belbog'ini H—5 va ustunni 3—4 fasonkaga biriktirish uchun chokning uzunligini aniqlaymiz.

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{2-3}}{2\beta_f K_f R_{wf} \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 579}{2 \cdot 0{,}7 \cdot 0{,}7 \cdot 16{,}28 \cdot 1} + 1 = 26{,}4 sm$$

$$l_w^0 = \frac{\alpha \cdot N_{2-3}}{2\beta_z K_f R_{wz} \gamma_c} + 1 = \frac{0{,}7 \cdot 579}{2 \cdot 1 \cdot 0{,}7 \cdot 16{,}65 \cdot 1} + 1 = 18{,}4 sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{2-3}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 579}{2\cdot 0,7\cdot 0,7\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 11,9sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{2-3}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 579}{2\cdot 1\cdot 0,7\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 8,5sm$$

$$l_w^{0} = \frac{\alpha\cdot N_{4-5}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{0,7\cdot 342}{2\cdot 0,7\cdot 1\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 11,5sm$$

$$l_w^{0} = \frac{\alpha\cdot N_{4-5}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{0,7\cdot 342}{2\cdot 1\cdot 1\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 8,2sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{4-5}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 342}{2\cdot 0,7\cdot 1\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 5,5sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{4-5}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 342}{2\cdot 1\cdot 1\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 4,1sm$$

$$l_w^{0} = \frac{\alpha\cdot N_{H-5}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{0,7\cdot 1037}{2\cdot 0,7\cdot 1\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 32,85sm$$

$$l_w^{0} = \frac{\alpha\cdot N_{H-5}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{0,7\cdot 1037}{2\cdot 1\cdot 1\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 22,8sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{H-5}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 1037}{2\cdot 0,7\cdot 1\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 14,65sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{H-5}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 1037}{2\cdot 1\cdot 1\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 10,3sm$$

$$l_w^{0} = \frac{\alpha\cdot N_{3-4}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{0,7\cdot 146,2}{2\cdot 0,7\cdot 0,7\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 7,4sm$$

$$l_w^{0} = \frac{\alpha\cdot N_{3-4}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{0,7\cdot 146,2}{2\cdot 1\cdot 0,7\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 5,4sm$$

$$l_w^{П} = \frac{(1-\alpha)N_{3-4}}{2\beta_f K_f R_{wf}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 146,2}{2\cdot 0,7\cdot 0,7\cdot 16,28\cdot 1} + 1 = 3,75sm$$

$$l_w^{\Pi} = \frac{(1-\alpha)N_{3-4}}{2\beta_z K_f R_{wz}\gamma_c} + 1 = \frac{(1-0,7)\cdot 146,2}{2\cdot 1\cdot 0,7\cdot 16,65\cdot 1} + 1 = 2,9sm$$

Nazorat savollari

1. Ferma elementlarida doimiy yukdan hosil bo'ladigan kuchlarni aniqlash yo'li.
2. Tayanch momentlardan ferma elementlarda hosil bo'ladigan kuchlarni aniqlash yo'li.
3. Ferma elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuch qanday aniqlanadi?
4. Ferma elementlari hisobi.
5. Ferma tugunlarini hisobi.

13.3. Kran osti to'sin hisobi

Tanlab olingan to'sin mustahkamlikka, ustuvorlikka javob beradigan bikirligi yetarli darajada va dinamik yuklarni qabul qila oladigan bo'lishi shart. Hisobiy sxemasi bo'yicha kran osti to'sini bir oraliqli va ko'p oraliqli bo'lishi mumkin.

Siljiydigan yuklar to'singa nisbatan eng noqulay ta'sir etishini e'tiborga olib hisoblashimiz kerak. Kranlarni oyoqlari to'sin ustida shunday joylashishi kerakki, natijada, to'sinni ayrim kesimlarida eng katta eguvchi moment va qirquvchi kuch hosil bo'lsin.

Kranlar katalogidan bizning hisoblashimizga kerak bo'lgan o'lchamlarni aniqlaymiz.

Kran tayanchlari orasidagi masofa - $L_{KP} = 28,5m$

Kran eni - $B_1 = 6,3m$

Kran bazasi - $K = 5,0m$

Kran oyog'idan relsga bo'layotgan normal bosim - $F_{\Pi} = 255\kappa H$

Kran aravachasining og'irligi - $G_T = 85\kappa H$

Kran to'la og'irligi - $G = 465\kappa H$

Yechimi: Kranlardan kran osti to'siniga ta'sir etayotgan hisobiy kuchlarni aniqlaymiz.

1) Vertikal ta'sir etayotgan bitta oyog'idan

$$F = F_{\Pi} \cdot \gamma_{\Pi} \cdot \gamma_f \cdot \Psi_z \cdot K_d = 255 \cdot 0{,}95 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}85 \cdot 1{,}1 = 249{,}15 кН$$

bu yerda, F_{Π} – kran oyog'idan relsga bo'layotgan me'yoriy bosim;

γ_f – yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti;

γ_{Π} – binoning davlat ahamiyatiga egaligini e'tiborga oluvchi koeffitsiyenti;

K_d – dinamik yukni e'tiborga oluvchi koeffitsiyenti;

ψ_2 – yuklarning birgalikda ta'sir etishini e'tiborga oluvchi koeffitsiyenti.

2) Gorizontal ta'sir etayotgan kuch

$$T_K = \frac{f(Q+G_T)}{n_0}\gamma_{\Pi} \cdot \gamma_f \cdot \Psi_2 = \frac{0{,}05(200+85)}{2} 0{,}95 \cdot 1{,}1 \cdot 0{,}85 = 6{,}33 кН$$

bu yerda, f – ishqalanish koeffitsiyenti yuk ko'taruvchi egiluvchan bo'lsa, 0,05 ga teng; yuk ko'taruvchi bikir bo'lsa, 0,1 ga teng.

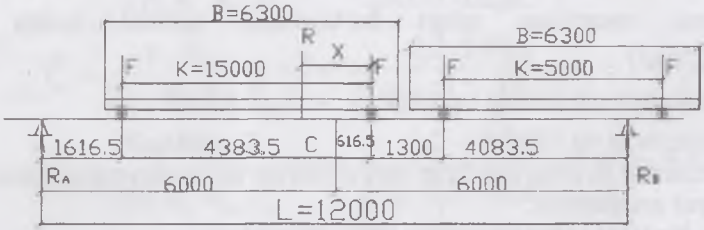
Q – kran yuk ko'tarish qobilyati-200kH;

G_T – kran aravachasi og'irligi -85kH;

n_0 – kranning bir tomonidagi oyoqlari soni.

Kran osti to'sinida tashqi yuklar ta'siridan hosil bo'ladigan eguvchi momentlarni topamiz. Yuklar siljuvchan bo'lganligi sababli to'sinda hosil bo'ladigan eng katta eguvchi moment E.Vinkler qonunidan foydalanib topiladi.

Bu qonun bo'yicha 2 ta kran oyoqlari to'sin ustida shunday joylashsinki, teng ta'sir etuvchi kuch va unga yaqin bo'lgan oyoqdan hosil bo'layotgan kuch to'sin o'rtasidan bir masofada joylashsin, shunda to'sinda eng katta eguvchi moment hosil bo'ladi (13.3 -rasm).



13.3-rasm. Eng katta eguvchi momentni aniqlash uchun sxema.

$$F(5-x)=F(1{,}3+x)+F\cdot x$$

$$5-x=1{,}3+x+x$$

$$R_B=\frac{F(1{,}6165+6{,}6165+7{,}9165)}{12}=335{,}3кН$$

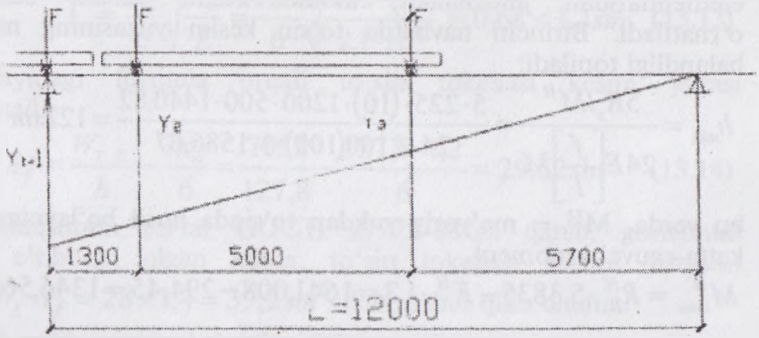
$$5-1{,}3=3x$$

$$x=1{,}233m$$

$$R_A=\frac{F(4{,}0835+5{,}3835+10{,}3835)}{12}=412{,}15кН$$

$$M_{max}=R_B\cdot 5{,}3885-F\cdot 1{,}3=1806{,}704-323{,}895=$$
$$=1482{,}869кН\cdot m \qquad (13.4)$$

Eng katta qirquvchi kuchni aniqlash uchun kran oyoqlaridan bittasini tayanchning ustiga o'rnatiladi. Qolgan oyoqlarini iloji boricha shu tayanchga yaqinlashtiriladi.



13.4-rasm. Eng katta qirquvchi kuchni aniqlash uchun sxema.

$$y_1=1;\qquad y_2=\frac{10700}{12000}=0{,}892;\qquad y_3=\frac{5700}{12000}=0{,}475;$$

$$Q_{max}=F\cdot\sum Y=249{,}15\cdot 2{,}367=589{,}74KH \qquad (13.5)$$

Hisobiy eguvchi moment va qirquvchi kuchni to'sinning o'z og'irligini e'tiborga olgan holda aniqlanadi:

$$M=M_{max}\cdot\alpha_1=1482{,}869\cdot 1{,}07=1586{,}67кН\cdot m$$
$$Q=Q_{max}\cdot\alpha_1=589{,}74\cdot 1{,}07=631{,}02кН. \qquad (13.6)$$

bu yerda, α_1 – to'sin ,og'irligini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent ustunlari qadami 6 m bo'lganda α_1=1,05 teng 12 m da α_1 = 1,07 teng.

Gorizontal eguvchi moment va ko'ndalang kuchni quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$M^{\Gamma} = \frac{T}{F} M = \frac{6,33}{249,15} \cdot 1586,67 = 40,31 кН \cdot m$$

$$Q^{\Gamma} = \frac{T}{F} Q = \frac{6,33}{249,15} \cdot 631,02 = 16,032 кН \qquad (13.7)$$

To'sinning kesimini jihozlashni talab qilingan moment qarshiligini aniqlashdan boshlanadi.

$$W_{T.K} = \frac{M}{R_y \gamma_c} = \frac{158667 \cdot (10)}{225 \cdot 1} = 7052 sm^2 \qquad (13.8)$$

To'sin . kesimning shakli qo'shtavrga o'xshatib, alohida elementlaridan jihozlanadi, avvalo kesim yuzani balandligi o'rnatiladi. Birinchi navbatda to'sin kesim yuzasining minimal balandligi topiladi:

$$h_{min} = \frac{5 R_y l M^H}{24 E \left[\frac{f}{l}\right] M} = \frac{5 \cdot 225 \cdot (10) \cdot 1200 \cdot 500 \cdot 1440,82}{24 \cdot 2100 (100) \cdot 1 \cdot 1586,67} = 122 sm \qquad (13.9)$$

bu yerda, M^H – me'yoriy yukdan to'sinda hosil bo'layotgan eng katta eguvchi moment.

$$M^H_{max} = R^H_B \cdot 5,3835 - F^H \cdot 1,3 = 1641,008 - 294,45 = 1346,56 кН \cdot m$$

$$R^H_B = \frac{226,5 \cdot 16,1496}{12} = 304,8218 кН$$

$$F^H = \frac{F}{\gamma_f} = \frac{249,15}{1,1} = 226,5 кН$$

To'sinning o'z og'irligini e'tiborga olgan holda hosil bo'ladigan me'yoriy eguvchi moment:

$$M^H = M^H_{Max} \cdot \alpha_1 = 1346,56 \cdot 1,07 = 1440,82 кН \cdot m$$

Ikkinchidan to'sinning optimal balandligi aniqlanadi:

$$h_{\text{опт}} = \sqrt{\frac{3W_{T.K}}{2t_w}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 7052}{2 \cdot 1,2}} = 94sm \qquad (13.10)$$

Devorining qalinligi empirik formuladan foydalanib aniqlanadi:

$$t_w = 7 + \frac{3h_{\min}}{1000} = 7 + \frac{3 \cdot 1220}{1000} = 10,7mm \qquad (13.11)$$

devor qalinligi $t_w = 12_{mm}$

Shunday qilib, to'sin kesim yuzasining balandligini $h = 127,8sm$ qilib o'rnatamiz.

Endi qabul qilingan to'sin kesimi yuzasi devorining qalinligini qirquvchi kuch ta'siriga tekshiramiz;

$$t_w \frac{3Q}{2hR_S} = \frac{3 \cdot 631,02 \cdot (10)}{2 \cdot 127,8 \cdot 130,5} = 0,57 < 1,2sm \qquad (13.12)$$

va mahalliy ustuvorlikka ham tekshiramiz;

$$t_w = \frac{h_w}{6}\sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{125}{6}\sqrt{\frac{225 \cdot (10)}{2,1 \cdot 10^6}} = 0,68 < 1,2sm \qquad (13.13)$$

Quyidagi formula orqali to'sin tokchasi kesim yuzasi aniqlanadi:

$$A_f = \frac{W_{T.K}}{h} - \frac{ht_w}{6} = \frac{7052}{127,8} - \frac{127,8 \cdot 1,2}{6} = 29,62sm^2 \qquad (13.14)$$

Varaqsimon po'lat GOCTi 27772-88*ga qarab, gorizontal yukni e'tiborga olgan holda, to'sin tokchasi kesimi yuzasini $A_f = b_f \cdot t_f = 28 \times 1,4 = 39,2sm^2$ deb, qabul qilib olamiz.

Bu yerda quyidagi shartlar e'tiborga olingan:

$$t_f = 1,4sm < 3t_w = 3 \cdot 1,2 = 3,6sm;$$

$$\frac{b_f}{h} = \frac{28}{127,8} = \frac{1}{4,6}; \qquad \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{5}\right)$$

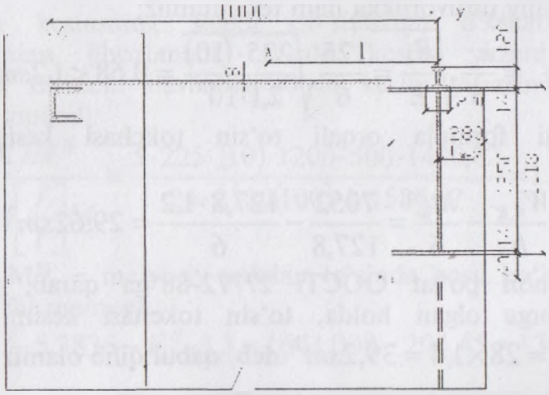
$$\frac{b_{cв}}{t_f} = \frac{b_f - t_w}{2t_f} = \frac{28 - 1,2}{2 \cdot 1,4} = 9,6$$

Shunday qilib, tanlab olgan tokchani kesimi o'z turg'unligini yo'qotmaydi, chunki

$$\frac{b_{cb}}{t_f} \le 0{,}5\sqrt{\frac{E}{R_y}} = 0{,}5\sqrt{\frac{2100000}{225{,}0\cdot(10)}} = 15 \quad 9{,}6 < 15{,}0 \qquad (13.15)$$

Kran aravachasi tormoz qilish natijasida hosil bo'ladigan gorizontal kuchni tormoz to'sini qabul qiladi va ramalarga uzatadi. Tormoz to'sinini 10 № li shvellerdan $\left(A = 10{,}9sm^2;\ J_y = 20{,}4sm^4;\ Z_o = 1{,}44sm\right)$, varaqsimon po'latdan (t=0,8sm b=0,87sm) rels va to'sinni tepa tokchasidan qilib jihozlaymiz. Tanlab olgan kesim yuzasini mustahkamligini tekshiramiz. Buning uchun to'sin kesim yuzasining geometriya tavsifnomalarini aniqlaymiz. To'liq kesim yuzasi inersiya momentini aniqlaymiz:

$$J_X = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f\left(\frac{h_w + t_f}{2}\right)^2 = \frac{1{,}2\cdot 125^3}{12} + 2\cdot 39{,}2\cdot\left(\frac{125+1{,}4}{2}\right)^2 = 50846\,1sm^4$$



13.5-rasm. Kran osti to'sinni hisoblash uchun sxema.

Relsni to'singa mahkamlash uchun to'sinning tepa tokchasi teshiladi ∅ 20mm li boltlar uchun:

$$J_o = 2d_o t_f\left(\frac{h_w + t_f}{2}\right)^2 = 2\cdot 2\cdot 1{,}4\cdot\left(\frac{125+1{,}4}{2}\right)^2 = 22368\ sm^4$$

To'sin zaiflashgan kesim yuzasining inersiya momenti (netto):

$$J_X^H = J_X - J_O = 508461 - 22368 = 486093 sm^4$$

To'sin zaiflashgan kesim yuzasining moment qarshiligi:

$$W_X^H = \frac{2J_X^H}{h} = \frac{2 \cdot 486093}{127,8} = 7607 sm^3$$

To'sin neytral o'qidan yuqoridagi kesimining statik momenti:

$$S_X = A_f\left(\frac{h_w + t_f}{2}\right) + \frac{t_w h_w}{2} \cdot \frac{h_w}{4} = 39,2 \cdot \frac{125+1,4}{2} + \frac{125 \cdot 1,2}{2} \cdot \frac{125}{4} = 4821,4 sm^3$$

Tormoz to'sini kesimining og'irlik markazini topamiz:

$$X_1 = \frac{A_P \cdot X_P + A_f \cdot X_f + A_\Lambda \cdot X_\Lambda + A_{sh} \cdot X_{sh}}{A_P + A_f + A_\Lambda + A_{sh}} =$$

$$= \frac{67,3 \cdot 0 + 39,2 \cdot 0 + 69,6 \cdot 56,5 + 10,9 \cdot 98,56}{67,3 + 39,2 + 69,6 + 10,9} = 26,77 sm$$

Tormoz to'sinining kesim yuzasining inersiya momentini topamiz:

$$J_y = J_{PY}^o + J_f + J_\Lambda + J_{sh}^o + A_P \cdot X_1^2 + A_f \cdot X_1^2 + A_\Lambda \cdot (X_\Lambda - X_1)^2 +$$

$$+ A_{sh}(X_{sh} - X_1)^2 = 327,16 + \frac{b_f^3 t_f}{12} + \frac{b_\Lambda^3 t_\Lambda}{12} + 20,4 + 67,3 \cdot 26,77^2 +$$

$$+ 39,2 \cdot 26,77^2 + 87 \cdot 0,8 \cdot (56,5 - 26,77)^2 + 10,9 \cdot (98,56 - 26,77)^2 =$$

$$= 327,16 + \frac{28^3 \cdot 1,4}{12} + \frac{87^3 \cdot 0,8}{12} + 20,4 + 48229 + 28164 + 61518 + 56176 =$$

$$= 194434 + 2561 + 43900 = 240895 \ sm^4$$

Zaiflashgan yuzaning inersiya momenti:

$$J_Y^O = d_O t_f (X_1 - 10)^2 + d_O t_f (X_1 + 10)^2 = 2 \cdot 1,4(26,77 - 10)^2 +$$

$$+ 2 \cdot 1,4(26,77 + 10)^2 = 788 + 3786 = 4574 sm^4$$

Tormoz to'sinining zaiflashgan yuzasining inersiya momenti

$$J_{\overset{H}{\underset{X}{—}}} = J_y - J_{\overset{O}{\underset{y}{—}}} = 240895 - 4574 = 236321 sm^4$$

To'sin tepa tokchasida hosil bo'ladigan normal kuchlanishni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\sigma = \frac{M}{J_X^H} \cdot У + \frac{M^Г}{J_Y^H} \cdot X = \frac{158667 \cdot (10)}{486093} \cdot 63{,}9 + \frac{4031 \cdot (10)}{236321} \cdot 40{,}77 =$$

$$= 208{,}6 + 6{,}95 = 215{,}6 MPa$$

bu yerda, X va У hisoblanayotgan nuqtaning koordinatalari

$$У = \frac{h}{2} = \frac{127{,}8}{2} = 63{,}9 sm$$

$$X = X_1 + \frac{b_f}{2} = 26{,}77 + \frac{28}{2} = 40{,}77 sm$$

To'sin pastki tokchasida hosil bo'ladigan kuchlanishni topamiz;

$$\sigma = \frac{M}{W_X^H \gamma_c} = \frac{158667(10)}{7607 \cdot 1} = 208{,}6 MPa$$

Farqi $\frac{R_y - \sigma}{R_y} \cdot 100\% = \frac{225 - 215{,}6}{225} \cdot 100\% = 4{,}2\% < 5\%$

$$\frac{225 - 208{,}6}{225} \cdot 100\% = 7{,}3\%$$

To'sin tayanchida hosil bo'layotgan urinma kuchlanishni quyidagi formula orqali aniqlaymiz:

$$\tau = \frac{QS_X}{J_X t_W} = \frac{631{,}02 \cdot 4821}{508461 \cdot 1{,}2} = 4{,}99 кH/sm^2 < R_S \qquad (13.16)$$

To'sinning normal yuklar ta'sirida nisbatan egilishini aniqlaymiz;

$$\frac{f}{l} = \frac{5M^H \cdot l}{48{,}0EJ_X} = \frac{5 \cdot 144082 \cdot 1200}{48 \cdot 21000 \cdot 508461} = 0{,}00169 < \left[\frac{f}{l}\right] = \frac{1}{500} \qquad (13.17)$$

Shunday qilib, tanlab olgan to'sin, ham mustahkamligi bilan ham bikrligi bilan, bizni qoniqtiradi.

Nazorat savollari

1. Siljiydigan yuklardan hosil bo'ladigan eng katta eguvchi moment qanday aniqlanadi?
2. Eng katta qirquvchi kuch qanday aniqlanadi?
3. To'sinni kesim yuzasi qanday konstruksiyalanadi?
4. Mustahkamligi va ustuvorligi qanday tekshiriladi?

13.4. Rama ustunining hisobi

13.4.1. Ustunning tepa qismini hisobi

Ustunning tepa qismiga siquvchi kuch hamda eguvchi moment ta'sir qilishini e'tiborga olib, talab qilingan kesim yuzasini F.S.Yasinskiy tavsiya etgan formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$A_{T.K} = \frac{N}{R_y}\left(1{,}25 + 2{,}2\frac{e}{h}\right) \qquad (13.18)$$

bu yerda, e – yelka; $e = \frac{M}{N}$

h– kesim yuzasining balandligi 500mm;

N– ustunga ta'sir qilayotgan hisobiy kuch;

M– hisobiy eguvchi moment.

Ustunni kesim yuzasi alohida elementlardan tayyorlanadi qo'shtavr shakliga o'xshash qilib va quyidagi nisbatlarni e'tiborga olgan holda jihozlanadi.

$$h\omega / t\omega = 50 \div 80;$$

$$b_f / t_f \leq 30;$$

$$b_f / l = 1/20 \div 1/30.$$

Devorni qalinligi $t\omega = 10mm$ teng va tokchasi $b_f \cdot t_f$ varaqsimon po'lat prokatidan tanlanadi va ustunning umumiy kesim yuzasi aniqlanadi

$$A = b_f \cdot t_f 2 + h_w \cdot t_w$$

Ustunning qabul qilingan kesim yuzasini geometrik tavsifnomasi aniqlanadi

$$J_x = \frac{t_w h_w^3}{12} + 2A_f\left(\frac{h_w + t_f}{2}\right)^2$$

$$W_x = \frac{2J_x}{h}; \qquad (13.19)$$

$$J_y = 2\frac{b_f^3 t_f}{12} + \frac{t_w^3 \cdot h_w}{12};$$

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}};$$

$$i_y = \sqrt{\frac{J_y}{A}}.$$

Ustunni ikkala kesimi bo'yicha egiluvchanligi topiladi:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x};$$
$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y}. \qquad (13.20)$$

bu yerda, l_{efx} – ko'ndalang rama tekisligi bo'yicha ustunning hisobiy uzunligi

$$l_{efx} = h_{T.K} \cdot \mu_2 \qquad (13.21)$$

bunda, μ_2 – ustun tepa qismining geometrik uzunligini hisobiy uzunlikka keltiruvchi koeffitsiyent.

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} \qquad (13.22)$$

agar $\mu_2 > 3$ bo'lsa, 3 deb olinadi;

μ_1 – ustunning pastki qismining geometrik uzunligini hisobiy uzunlikka keltiruvchi koeffitsiyent, uning qiymatini n va α_1 koeffitsiyentlari bo'yicha QMQ ni (2.03.05-97) 10.2 jadvalidan olinadi.

$$n = \frac{J_{T.K} h_{\text{П.К}}}{J_{\text{П.К}} h_{T.K}}; \quad \alpha_1 = \frac{h_{T.K}}{h_{\text{П.К}}} \cdot \sqrt{\frac{J_{\text{П.К}}}{J_{\text{Т.К}} \beta}}; \quad \beta = \frac{\text{N}_{\text{П.К}} + \text{N}_{\text{Т.К}}}{\text{N}_{\text{Т.К}}}$$

Ustun tepa qismini shartli egiluvchanligi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\overline{\lambda_x} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} \qquad (13.23)$$

Moment ta'sir qilayotgan tekislik bo'yicha ustun mustahkamligi va ustuvorligi tekshiriladi.

$$\sigma = \text{N} / \varphi_{\text{BH}} \text{A} \prec R_y \cdot \gamma_c \qquad (13.24)$$

φ_{BH} – koeffitsiyentini QMQni 9.2-jadvalidan, keltirilgan nisbiy ekssentrisitetiga m_{ef} – va shartli egiluvchanlikka $(\overline{\lambda})$ qarab aniqlanadi.

$$m_{ef} = \eta \cdot MA/\mathrm{N}\,\mathrm{W_x} \qquad (13.25)$$

bu yerda, η – kesim shakllari ta'sirining koeffitsiyenti, u QMQni 9.1-jadvalidan olinadi.

Ustun tepa qismini ustuvorligi moment ta'sir qilmaydigan tekislik bo'yicha ham tekshiriladi.

$$\sigma = N / c\varphi_y A\gamma_c \le R_y. \qquad (13.26)$$

c – koeffitsiyentni quyidagi formula orqali topiladi:

$$C = \frac{\beta}{1 + m_x\alpha};$$

Agar $\lambda_y \prec \lambda_c$ bo'lsa $\beta = 1$ (13.27)

$$\lambda_c = \pi\sqrt{\frac{E}{R_y}}; \qquad (13.28)$$

$$\alpha = 0{,}65 + 0{,}05m_x; \qquad (13.29)$$

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x}. \qquad (13.30)$$

bu yerda, M_x – ustun tepa qismining $1/3$ uzunligidagi hisobiy moment.

13.4.1. Misol Ko'ndalang rama ustunini tepa qismini hisoblang. Ta'sir etayotgan hisobiy kuch N=730,8 kN va eguvchi moment M=466,2 kN·m.teng $h_{t.k.}$=4,198m kesim yuzani balandligi h=0,5m teng.

Yechim: ustunning tepa qismini talab qilingan kesim yuzasini F.S.Yasinskiy tavsiya etgan formuladan foydalanib aniqlaymiz:

$$A_{T.K.} = \frac{N}{R_y}\left(1{,}25 + 2{,}2\frac{e}{h}\right) = \frac{730{,}8}{22{,}5}\left(1{,}25 + 2{,}2\frac{63{,}8}{50}\right) = 132sm^2$$

bu yerda, e – yelka $e = \frac{M}{\mathrm{N}} = \frac{46620\kappa H \cdot sm}{730{,}8\kappa H} = 63{,}8sm$

h – kesim yuzasining balandligi 500mm; Ustunni kesim yuzasi alohida elementlardan tayyorlaymiz. Qo'shtavr shakliga o'xshash qilib va quyidagi nisbatlarni e'tiborga olgan holda jihozlaymiz.

$$h_w/t_w = 50 \div 80 \qquad \frac{b_f}{t_f} \le 30 \qquad \frac{b_f}{h_{T.K.}} = \frac{1}{20} \div \frac{1}{30}$$

Devorni qalinligi t_w=10mm teng va tokchasi o'lchamlarini b_f x t_f varaqsimon po'lat prokatidan tanlaymiz, 472x10 devoriga $\frac{47,2}{1} = 47,2$, 360x14x2 tokchalari $\frac{36}{1,4} = 25,7 \prec 30$. Ustunning umumiy kesim yuzasi A=47,2+50,4x2=148,0sm^2 tashkil qiladi.

Ustunning qabul qilingan kesim yuzasini geometrik tavsifnomasini aniqlaymiz:

$$I_x = \frac{t_w \cdot h_w^3}{12} + 2A_f\left(\frac{h_w + t_f}{2}\right)^2 + \frac{b_f \cdot t_f^3}{12} \cdot 2 = \frac{47,2^3 \cdot 1}{12} + 2 \cdot 50,4 \cdot$$

$$\cdot\left(\frac{47,2+1,4}{2}\right)^2 + \frac{36 \cdot 1,4^3}{12} \cdot 2 = 8763 + 59521 + 16 = 58308 sm^4;$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{h} = \frac{2 \cdot 58308}{50} = 2732 sm^3;$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{t_w \cdot h_w}{12} = \frac{36^3 \cdot 1,4}{12} \cdot 2 + \frac{1^3 \cdot 47,2}{12} = 10890 sm^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{68308}{148,0}} = 21,5 sm$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{10890}{148,0}} = 8,58 sm$$

Ustunni ikkala kesimi bo'yicha egiluvchanligini topamiz:

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x} = \frac{1102}{21,5} = 51,2$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{419,8}{8,58} = 49$$

bu yerda, l_{efx} – ko'ndalang rama tekisligi bo'yicha ustunning hisobiy uzunligi ;

$$l_{efx} = h_{T.K.} \cdot \mu_2 = 4,198 \cdot 2,63 = 11,02 m$$

Bunda, μ_2 – ustun tepa qismining geometrik uzunligini hisobiy uzunlikka keltiruvchi koeffitsiyent

$$\mu_2 = \frac{\mu_1}{\alpha_1} = \frac{1,93}{0,735} = 2,63$$

Agar $\mu_2 > 3$ bo'lsa, 3 deb olinadi; μ_1 – ustun pastki qismini geometrik uzunligini hisobiy uzunlikka keltiruvchi koeffitsiyent, uning qiymatini n va α_1 koeffitsiyentlari bo'yicha QMQ ni (2.03.05.97) 10.2- jadvalidan olinadi.

$$n = \frac{I_{T.K.} \cdot h_{n.k.}}{I_{n.k.} \cdot h_{T.K}} = \frac{1 \cdot 10,602}{10 \cdot 4,198} = 0,253$$

$$\alpha_1 = \frac{h_{T.K}}{h_b} \cdot \sqrt{\frac{I_{n.k.}}{I_{T.K.} \cdot \beta}} = \frac{4,198}{10,602} \sqrt{\frac{10}{1 \cdot 2,9}} = 0,735$$

$$\beta = \frac{N_{n.k} + N_{T.K.}}{N_{T.K}} = \frac{1392,2 + 730,8}{730,8} = 2,9$$

$$\mu_1 = 1,93$$

Ustun tepa qismini shartli egiluvchanligini aniqlaymiz:

$$\overline{\lambda_x} = \lambda_x \sqrt{\frac{R_y}{E}} = 51,2 \cdot \sqrt{\frac{2250}{2100000}} = 1,68$$

Moment ta'sir qilayotgan tekislik bo'yicha ustunni mustahkamligi va ustuvorligini tekshiramiz;

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{bn} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{730,8}{0,234 \cdot 148 \cdot 0,95} = 22,21 kH/sm^2 \prec R_y$$

φ_{BH} – koeffitsiyentni QMQni 9.2-jadvalidan keltirilgan nisbiy ekssentrisitetiga m_{ef} va shartli egiluvchanlikka ($\overline{\lambda}$) qarab aniqlaymiz:

$$m_{ef} = \eta \frac{M \cdot A}{N \cdot W_x} = 1,47 \frac{46620 \cdot 148}{730,8 \cdot 273,2} = 5,08$$

η – kesim shakllari ta'sirining koeffitsiyenti, u QMQni 9.1 jadvalidan olinadi.

$$\eta = (1,9 - 0,1m) - 0,02 \cdot (6 - m) \cdot \overline{\lambda_x} = (1,9 - 0,1 \cdot 3,46) - 0,02 \cdot$$

$$\cdot (6 - 3,46) \cdot 1,68 = 1,554 - 0,085 = 1,47$$

Ustunni tepa qismini mustahkamligini va ustuvorligini moment ta'sir qilmaydigan tekisligi bo'yicha ham tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{730,8}{0,31 \cdot 148 \cdot 0,95 \cdot 0,865} = 19,38 kH/sm^2$$

c – koeffitsiyentni quyidagi formula orqali topamiz:

$$c = \frac{\beta}{1 + m_x \cdot \alpha} = \frac{1}{1 + 2,82 \cdot 0,79} = 0,31$$

bu yerda, β va α koeffitsiyentlarni jadvaldan foydalanib aniqlaymiz;

β=1 agar $\lambda_y \prec \lambda_c = \pi \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ 49<96

$$\alpha = 0,65 + 0,05 m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 2,82 = 0,79$$

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{38014 \cdot 148}{730,8 \cdot 2732} = 2,82$$

bu yerda, M_x – ustunni tepa qismining 1/3 uzunligidagi hisobiy moment;

$$M_x = \frac{2}{3}(466,2 - 208,01) + 208,1 = 380,14 кН \cdot m$$

φ_y – koeffitsiyent qiymati quyidagi formula bilan hisoblanadi, chunki shartli egiluvchanligi:

$$\bar{\lambda} = 49\sqrt{\frac{225}{210000}} = 1,6 \prec 2,5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{R_y}{E}\right)\bar{\lambda}\sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot 1,6\sqrt{1,6} =$$

$$= 1 - 0,107\sqrt{1,6} = 0,865$$

13.4.2. Rama ustunining pastki qismini hisobi

Ustunning pastki qismi ikkita alohida elementlardan iborat bo'lib, ular bir-biri bilan bog'lovchi elementlar orqali birlashtiriladi.

Ustunning kran ostidagi qismini kesim yuzasi prokat qo'shtavrdan, tashqi qismi esa ikkita burchaklik va varaqsimon po'latdan tanlanadi.

Ustunning kran ostidagi qismiga ta'sir qilayotgan hisobiy kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_H = N\frac{Y_1}{b_O} + \frac{M_2}{b_O} \qquad (13.31)$$

Ustunning tashqi qismiga ta'sir qilayotgan hisobiy kuch esa

$$N_T = N\frac{Y_2}{b_O} + \frac{M_1}{b_O} \qquad (13.32)$$

teng:

bu yerda, b_O – ustunning ichki va tashqi qismlarini markaz og'irliklari orasidagi masofa

$$b_O = b_H - z_O \qquad (13.33)$$

bu yerda, z_O – ustunni tashqi tomonidan tashqi qismining markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham 30–40mm oralig'ida olinadi.

Oldindan ustun kesim yuzasini markaz og'irligi qayerdaligi ma'lum bo'lmaganligi uchun, Y_1 va Y_2 o'lchamlari taxminan aniqlanadi.

$$Y_1 = \frac{|M_2|}{|M_1| + |M_2|} b_O \qquad (13.34)$$

$$Y_2 = b_O - Y_1 \qquad (13.35)$$

Ustunning tashqi va ichki qismlariga talab qilinadigan yuzalari quyidagi ifodalardan topiladi:

$$A_T = \frac{N_T}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y}; \qquad (13.36)$$

$$A_u = \frac{N_u}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y}. \qquad (13.37)$$

Ustunning tashqi va ichki qismlari yuzalarini tanlab olib, ularni geometrik tavsifnomalari aniqlanadi:

I_x=; i_x=; A=;

I_y=; i_y=; W_x=;

Ustunning tashqi devoridan tashqi qismini markaz og'irligigacha bo'lgan masofa aniqlanadi:

$$Z_O = \frac{\sum A_1 \cdot Z_1}{\sum A_1} \qquad (13.38)$$

Ustunni markaz og'irligi aniqlanib, uni qismlariga ta'sir qilayotgan hisobiy kuchlar hisoblab topiladi.

$$\sigma = \frac{N}{c \cdot \varphi_y \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{730,8}{0,31 \cdot 148 \cdot 0,95 \cdot 0,865} = 19,38 kH/sm^2$$

c – koeffitsiyentni quyidagi formula orqali topamiz:

$$c = \frac{\beta}{1 + m_x \cdot \alpha} = \frac{1}{1 + 2,82 \cdot 0,79} = 0,31$$

bu yerda, β va α koeffitsiyentlarni jadvaldan foydalanib aniqlaymiz;

β=1 agar $\lambda_y \prec \lambda_c = \pi \sqrt{\frac{E}{R_y}}$ 49<96

$$\alpha = 0,65 + 0,05 m_x = 0,65 + 0,05 \cdot 2,82 = 0,79$$

$$m_x = \frac{M_x \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{38014 \cdot 148}{730,8 \cdot 2732} = 2,82$$

bu yerda, M_x – ustunni tepa qismining 1/3 uzunligidagi hisobiy moment;

$$M_x = \frac{2}{3}(466,2 - 208,01) + 208,1 = 380,14 кH \cdot m$$

φ_y – koeffitsiyent qiymati quyidagi formula bilan hisoblanadi, chunki shartli egiluvchanligi:

$$\bar{\lambda} = 49\sqrt{\frac{225}{210000}} = 1,6 \prec 2,5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{R_y}{E}\right)\bar{\lambda}\sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot 1,6\sqrt{1,6} =$$

$$= 1 - 0,107\sqrt{1,6} = 0,865$$

13.4.2. Rama ustunining pastki qismini hisobi

Ustunning pastki qismi ikkita alohida elementlardan iborat bo'lib, ular bir-biri bilan bog'lovchi elementlar orqali birlashtiriladi.

Ustunning kran ostidagi qismini kesim yuzasi prokat qo'shtavrdan, tashqi qismi esa ikkita burchaklik va varaqsimon po'latdan tanlanadi.

Ustunning kran ostidagi qismiga ta'sir qilayotgan hisobiy kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_H = N\frac{Y_1}{b_O} + \frac{M_2}{b_O} \qquad (13.31)$$

Ustunning tashqi qismiga ta'sir qilayotgan hisobiy kuch esa

$$N_T = N\frac{Y_2}{b_O} + \frac{M_1}{b_O} \qquad (13.32)$$

teng:

bu yerda, b_O – ustunning ichki va tashqi qismlarini markaz og'irliklari orasidagi masofa

$$b_O = b_H - z_O \qquad (13.33)$$

bu yerda, z_O – ustunni tashqi tomonidan tashqi qismining markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham 30–40mm oralig'ida olinadi.

Oldindan ustun kesim yuzasini markaz og'irligi qayerdaligi ma'lum bo'lmaganligi uchun, Y_1 va Y_2 o'lchamlari taxminan aniqlanadi.

$$Y_1 = \frac{|M_2|}{|M_1| + |M_2|} b_O \qquad (13.34)$$

$$Y_2 = b_O - Y_1 \qquad (13.35)$$

Ustunning tashqi va ichki qismlariga talab qilinadigan yuzalari quyidagi ifodalardan topiladi:

$$A_T = \frac{N_T}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y}; \qquad (13.36)$$

$$A_н = \frac{N_н}{\varphi \cdot \gamma_c \cdot R_y}. \qquad (13.37)$$

Ustunning tashqi va ichki qismlari yuzalarini tanlab olib, ularni geometrik tavsifnomalari aniqlanadi:

I_x=; i_x=; A=;

I_y=; i_y=; W_x=;

Ustunning tashqi devoridan tashqi qismini markaz og'irligigacha bo'lgan masofa aniqlanadi:

$$Z_O = \frac{\sum A_1 \cdot Z_1}{\sum A_1} \qquad (13.38)$$

Ustunni markaz og'irligi aniqlanib, uni qismlariga ta'sir qilayotgan hisobiy kuchlar hisoblab topiladi.

$$b_0 = b_к - z_0;$$

$$N_н = N\frac{Y_1}{b_0} + \frac{M_2}{b_0};$$

$$N_T = N\frac{Y_2}{b_0} + \frac{M_1}{b_0}.$$

$$Y_1 = \frac{A_н \cdot b_0}{A_T + A_н};$$

$$Y_2 = b_0 - Y_1;$$

Ustunning alohida qismlarini mustahkamligi va ustuvorligi tekshiriladi.

Birinchi navbatda, kran ostidagi qismini rama tekisligida ishlashi tekshiriladi.

$$\lambda_x = \frac{l_{efx}}{i_x};$$

$$\varphi = f\left(\bar{\lambda}_x\right); \qquad (13.39)$$

$$\sigma = \frac{N_н}{\varphi\gamma_c A_H} \le R_y$$

Ramaga perpendikular bo'lgan tekisligida ishlashi tekshiriladi.

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y};$$

$$\varphi = f\left(\bar{\lambda}_y\right); \qquad (13.40)$$

$$\sigma = \frac{N_н}{\varphi\gamma_c A_N} \le R_y$$

Ustunning tashqi kesimini mustahkamligi va ustuvorligi tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_x\gamma_c A_T} \le R_y; \qquad (13.41)$$

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_y\gamma_c A_T} \le R_Y. \qquad (13.42)$$

Va nihoyat ramaning ustunini pastki qismini yaxlit bir element deb faraz qilib, uni mustahkamligi va ustuvorligi tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{BH} \cdot A \cdot \gamma_c} \le R_y$$

$$\varphi_{BH} \to f\left(\bar{\lambda}, m_{ef}\right)$$

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{efx}}{i_x}\sqrt{\frac{R_y}{E}}$$

$$l_{efx} = \mu_1 \cdot h_{nk} \qquad (13.43)$$

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{A}} \qquad J_x = J_y^0 + A_T \cdot Y_1^2 + J_{yu}^0 + A_u \cdot Y_2^2$$

$$A = A_u + A_T$$

$$m_{ef} = \eta \frac{MA}{NW_x}$$

$$W_x = \frac{2J_x}{b_{nk}}$$

13.4.2. Misol Ko'ndalang rama ustunini pastki qismini hisoblang, ta'sir etayotgan hisobiy kuch N=1392,2 kH va eguvchi momentlar M_2= - 285,54 kH·m tepa qismida, M_1=863,16 kH·m pastki qismida, ustun uzunligi $h_{p.k.}$=10,602m.

Yechim: Ustunning pastki qismi ikkita alohida elementlardan tayyorlanadi va ular bir-biri bilan bog'lovchi elementlar orqali birlashtiradi.

Ustunning kran ostidagi qismini kesim yuzasini prokat qo'shtavrdan, tashqi qismini esa ikkita burchaklik va varaqsimon po'latdan tanlaymiz. Ustunning kran ostidagi qismiga ta'sir etayotgan hisobiy kuchni aniqlaymiz;

$$N_u = N\frac{y_1}{b_0} + \frac{M_2}{b_0} = 1392{,}2 \cdot \frac{24{,}1}{97} + \frac{285{,}54}{97} = 345{,}9 + 294{,}4 = 640{,}3kH$$

Ustunning tashqi qismiga ta'sir etayotgan hisobiy kuch esa quyidagiga teng:

$$N_T = N\frac{y_2}{b_0} + \frac{M_1}{b_0} = 1392{,}2 \cdot \frac{72{,}9}{97} + \frac{86316}{97} = 1046{,}1 + 889{,}9 = 1936кH$$

bu yerda, b_0 – ustunning ichki va tashqi qismlarini markaz og'irliklari orasidagi masofa:

$$b_0 = b_{nk} - z_0 = 100 - 3 = 97sm$$

bu yerda, z_0 – ustunni tashqi tomonidan tashqi qismining markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham, u 30 – 40mm oralig'ida olinadi. Oldindan ustun kesim yuzasini markaz og'irligi qayerdaligi ma'lum bo'lmaganligi uchun, $У_1$ va $У_2$ o'lchamlari taxminan aniqlanadi;

$$y_1 = \frac{|M_2|}{|M_1|+|M_2|} \cdot b_0 = \frac{285,54}{863,16+285,54} \cdot 97 = 24,1sm$$

$$y_2 = b_0 - y_1 = 97 - 24,1 = 72,9sm$$

Ustunning tashqi va ichki qismlariga talab qilgan yuzalarni quyidagi ifodalardan topamiz;

$$A_T = \frac{N_T}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{1936}{0,95 \cdot 0,8 \cdot 22,5} = 113,2sm^2$$

$$A_u = \frac{N_u}{\gamma_c \cdot \varphi \cdot R_y} = \frac{640,3}{0,95 \cdot 0,8 \cdot 22,5} = 37,4sm^2$$

Ustunning tashqi va ichki qismlari yuzalarini tanlab olib ularni geometrik tavsifnomalarini aniqlaymiz;

$I_x = 13380sm^4$ $\quad A_u = 61,9sm^2$

Ichki I № 36 $W_x = 743sm^3$ $\quad I_y = 516sm^4$

$i_x = 14,7sm$ $\quad i_y = 2,89sm$

Tashqi varaqsimon po'lat 360x10=36sm^2 va 2ta burchaklikdan 200x125x14 iborat bo'lib, ularni kesim yuzasi A=43,9x2=87,8sm^2 , jami; A_t=123,8sm^2

Ustunning tashqi devoridan tashqi qismini markaz og'irligigacha bo'lgan masofani aniqlaymiz:

$$z_0 = \frac{\sum A_i \cdot z_i}{\sum A_i} = \frac{36 \cdot 0,5 + 2 \cdot 43,9 \cdot 7,62}{36 + 87,8} = 5,55sm$$

Tashqi qismini geometrik tavsifnomalari:

$$I_y = I_\wedge^0 + A_\wedge \cdot a_\wedge^2 + 2\left(I_L^0 + A_L \cdot a_L^2\right) = \frac{1^3 \cdot 36}{12} + 36 \cdot 5,05^2 + 2 \cdot$$

$$\cdot\left(1801 + 43,9 \cdot 2,07^2\right) = 3 + 918 + 3978 = 4899sm^4$$

$$a_\wedge = 5,55 - 0,5 = 5,05sm$$

$$a_L = 7,62 - 5,55 = 2,07sm$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A_T}} = \sqrt{\frac{4899}{123{,}8}} = 6{,}29sm$$

$$I_x = I_{\wedge}^0 + 2\left(I_L^0 + A_L \cdot a_L^2\right) = \frac{36^3 \cdot 1}{12} + 2\left(5501 + 43{,}9 \cdot 15{,}09^2\right) =$$

$$= 3888 + 21095 = 24983sm^4$$

$$a_L = 18 - x_0 = 18 - 2{,}91 = 15{,}09sm$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A_T}} = \sqrt{\frac{24983}{123{,}8}} = 14{,}2sm$$

Ustunni markaz og'irligini aniqlab, uni qismlariga ta'sir etayotgan kuchlarni aniqlaymiz:

$$b_0 = b_{nk} - z_0 = 100 - 5{,}55 = 94{,}45sm$$

$$y_1 = \frac{A_u \cdot b_0}{A_T + A_u} = \frac{61{,}9 \cdot 94{,}45}{123{,}8 + 61{,}9} = 31{,}5sm$$

$$y_2 = b_0 - y_1 = 94{,}45 - 31{,}5 = 63{,}0sm$$

$$N_u = N\frac{y_1}{b_0} + \frac{M_2}{b_0} = 1392{,}2 \cdot \frac{31{,}5}{94{,}45} + \frac{28554}{94{,}45} = 766{,}3kH$$

$$N_T = N\frac{y_2}{b_0} + \frac{M_1}{b_0} = 1392{,}2 \cdot \frac{63{,}0}{94{,}45} + \frac{863{,}16}{94{,}45} = 1842{,}5kH$$

Ustunning alohida qismlarini mustahkamligini va ustuvorligini tekshiramiz:

Birinchi navbatda kran ostidagi qismini rama tekisligida:

$$\sigma = \frac{N_u}{\varphi_y \cdot \gamma_c A_u} = \frac{766{,}3}{0{,}917 \cdot 0{,}95 \cdot 61{,}9} = 14{,}21kH/sm^2$$

$$\varphi_y \to f\left(\bar{\lambda}_y\right)$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_{efx}}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{100}{2{,}89} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 1{,}15 \prec 2{,}5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0{,}073 - 5{,}53\frac{R_y}{E}\right)\bar{\lambda}\sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0{,}073 - 5{,}53\frac{225}{210000}\right)1{,}15\sqrt{1{,}15} = 0{,}917$$

Ramaga perpendikular bo'lgan tekisligida ishlashini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N_u}{\varphi_x \cdot \gamma_c \cdot A_u} = \frac{766,3}{0,757 \cdot 0,95 \cdot 61,9} = 17,21 kH/sm^2$$

$$\varphi_x \to f(\bar{\lambda}_x)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1060,2}{14,7} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,36 \prec 2,5$$

$$\varphi_x = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot 2,36\sqrt{2,36} = 0,757$$

Ustunning tashqi qismini mustahkamligini va ustuvorligini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_y \cdot \gamma_c \cdot A_T} = \frac{1842,5}{0,975 \cdot 0,95 \cdot 123,8} = 16,07 kH/sm^2$$

$$\varphi_y \to f(\bar{\lambda}_y)$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_{efy}}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{100}{6,29} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 0,524 \prec 2,5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{R_y}{E}\right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot$$

$$\cdot 0,524\sqrt{0,524} = 0,975$$

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_x \cdot \gamma_c \cdot A_T} = \frac{1842,5}{0,744 \cdot 0,95 \cdot 123,8} = 21,06 kH/sm^2$$

$$\varphi_x \to f(\bar{\lambda}_x)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1060,2}{14,20} \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,44 \prec 2,5$$

$$\varphi_x = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot 2,44\sqrt{2,44} = 0,744$$

Ramaning ustunini pastki qismini yaxlit bir element deb faraz qilib, uni mustahkamligini va ustuvorligini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{вн} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{1392,2}{0,367 \cdot 185,7 \cdot 0,95} = 21,53 кН/sm^2$$

$\varphi_{ВН}$ – koeffitsiyentni qiymatini aniqlash uchun ustunni shartli egiluvchanligi bilan keltirilgan nisbiy yelkasini aniqlashimiz kerak:

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{efx}}{i_x}\sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{2046}{44,87}\sqrt{\frac{2250}{2100000}} = 1,49$$

$$l_{efx} = h_{n.k.} \cdot \mu_1 = 10,602 \cdot 1,93 = 20,46m$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{373937}{185,7}} = 44,87sm$$

$$I_x = I_y^t + A_t \cdot y_1^2 + I_y^u + A_u \cdot y_2^2 = 4899 + 123,8 \cdot 31,5^2 + 516 + 61,9 \cdot$$

$$\cdot 63^2 = 373937sm^4$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{b_{nk}} = \frac{2 \cdot 373937}{100} = 7479sm^3$$

$$A = A_T + A_u = 123,8 + 61,9 = 185,7sm^2$$

$$m_{ef} = \frac{M \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{86316 \cdot 185,7}{1392,2 \cdot 7479} = 1,54$$

$$\varphi_{вн} = 0,367$$

Nazorat savollari

1. Ustunning tepa qismini talab qilinadigan kesim yuzasi qanday aniqlanadi?
2. Ustunning tepa qismini mustahkamligi va ustuvorligi moment ta'sir etayotgan tekislikda qanday tekshiriladi?
3. Ustunning tepa qismini mustahkamligi moment ta'sir etmayotgan tekislikda qanday tekshiriladi?
4. Ustunning pastki qismini kesim yuzasi qanday aniqlanadi?
5. Ustunning pastki qismini alohida elementlariga ta'sir etayotgan hisobiy kuch qanday aniqlanadi?
6. Ustunning pastki qismi alohida elementlarini mustahkamligi va ustuvorligi qanday tekshiriladi?
7. Ustunning pastki qismi mustahkamligi va ustuvorligi qanday tekshiriladi?

$$\sigma = \frac{N_u}{\varphi_x \cdot \gamma_c \cdot A_u} = \frac{766,3}{0,757 \cdot 0,95 \cdot 61,9} = 17,21 kH/sm^2$$

$$\varphi_x \to f(\bar{\lambda}_x)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{efx}}{i_x} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1060,2}{14,7} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,36 \prec 2,5$$

$$\varphi_x = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot 2,36\sqrt{2,36} = 0,757$$

Ustunning tashqi qismini mustahkamligini va ustuvorligini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_y \cdot \gamma_c \cdot A_T} = \frac{1842,5}{0,975 \cdot 0,95 \cdot 123,8} = 16,07\, kH/sm^2$$

$$\varphi_y \to f(\bar{\lambda}_y)$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{l_{efy}}{i_y} \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{100}{6,29} \cdot \sqrt{\frac{225}{210000}} = 0,524 \prec 2,5$$

$$\varphi_y = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{R_y}{E}\right) \cdot \bar{\lambda} \cdot \sqrt{\bar{\lambda}} = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot$$

$$\cdot 0,524\sqrt{0,524} = 0,975$$

$$\sigma = \frac{N_T}{\varphi_x \cdot \gamma_c \cdot A_T} = \frac{1842,5}{0,744 \cdot 0,95 \cdot 123,8} = 21,06\, kH/sm^2$$

$$\varphi_x \to f(\bar{\lambda}_x)$$

$$\bar{\lambda}_x = \frac{l_{efx}}{i_x}\sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{1060,2}{14,20}\sqrt{\frac{225}{210000}} = 2,44 \prec 2,5$$

$$\varphi_x = 1 - \left(0,073 - 5,53\frac{225}{210000}\right) \cdot 2,44\sqrt{2,44} = 0,744$$

Ramaning ustunini pastki qismini yaxlit bir element deb faraz qilib, uni mustahkamligini va ustuvorligini tekshiramiz:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{вн} \cdot A \cdot \gamma_c} = \frac{1392,2}{0,367 \cdot 185,7 \cdot 0,95} = 21,53 кН/sm^2$$

$\varphi_{ВН}$ – koeffitsiyentni qiymatini aniqlash uchun ustunni shartli egiluvchanligi bilan keltirilgan nisbiy yelkasini aniqlashimiz kerak:

$$\bar{\lambda} = \frac{l_{efx}}{i_x} \sqrt{\frac{R_y}{E}} = \frac{2046}{44,87} \sqrt{\frac{2250}{2100000}} = 1,49$$

$$l_{efx} = h_{n.k.} \cdot \mu_1 = 10,602 \cdot 1,93 = 20,46m$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{373937}{185,7}} = 44,87sm$$

$$I_x = I'_y + A_t \cdot y_1^2 + I''_y + A_u \cdot y_2^2 = 4899 + 123,8 \cdot 31,5^2 + 516 + 61,9 \cdot$$

$$\cdot 63^2 = 373937sm^4$$

$$W_x = \frac{2 \cdot I_x}{b_{nk}} = \frac{2 \cdot 373937}{100} = 7479sm^3$$

$$A = A_T + A_u = 123,8 + 61,9 = 185,7sm^2$$

$$m_{ef} = \frac{M \cdot A}{N \cdot W_x} = \frac{86316 \cdot 185,7}{1392,2 \cdot 7479} = 1,54$$

$$\varphi_{вн} = 0,367$$

Nazorat savollari

1. Ustunning tepa qismini talab qilinadigan kesim yuzasi qanday aniqlanadi?
2. Ustunning tepa qismini mustahkamligi va ustuvorligi moment ta'sir etayotgan tekislikda qanday tekshiriladi?
3. Ustunning tepa qismini mustahkamligi moment ta'sir etmayotgan tekislikda qanday tekshiriladi?
4. Ustunning pastki qismini kesim yuzasi qanday aniqlanadi?
5. Ustunning pastki qismini alohida elementlariga ta'sir etayotgan hisobiy kuch qanday aniqlanadi?
6. Ustunning pastki qismi alohida elementlarini mustahkamligi va ustuvorligi qanday tekshiriladi?
7. Ustunning pastki qismi mustahkamligi va ustuvorligi qanday tekshiriladi?

XIV bob. TAYANCH ORALIG'I KATTA BO'LGAN BINOLARNI TOM KONSTRUKSIYALARI

Zamonaviy jamoat va sanoat binolarni tayanchlar oralig'idagi o'lchamlari 36–50m ni tashkil qiladi va ba'zilariniki 100m ni va undan ham ko'proqni tashkil qilishi mumkin. Bunday binolarni tom yopmasini ko'taruvchi elementlarini yaratishda metall konstruksiyalardan foydalaniladi.

Tayanch oralig'i katta bo'lgan tom yopmalarini ko'taruvchi elementlarini turlari har xil bo'lishi mumkin, asosiy ko'taruvchi elementlarni ashyolarini ishlashiga qarab ikkita guruhga bo'lish mumkin. Bikirligi katta bo'lgan metall konstruksiyalarga va egiluvchan asosan cho'zilishga ishlayotgan metall konstruksiyalarga bo'linadi.

O'z navbatida bikirligi katta bo'lgan tom yopmalarni metall konstruksiyalari ikki xil bo'lishi mumkin.

Birinchisi bir tekislikda ishlaydigan to'sinli, arkali va ramali konstruksiyalarni tashkil qiladi.

Ikkinchisi fazoviy ishlaydigan metall konstruksiyalar bo'lishi mumkin: gumbazlar va strukturali konstruksiyalar.

Tom yopmasini ko'taruvchi elementlarni turi va xili, qurilayotgan bino uchun, tayanch orasidagi masofasiga, bezab turadigan shipi bormi - yo'qliliga va arxitekturasiga qarab tanlab olinadi.

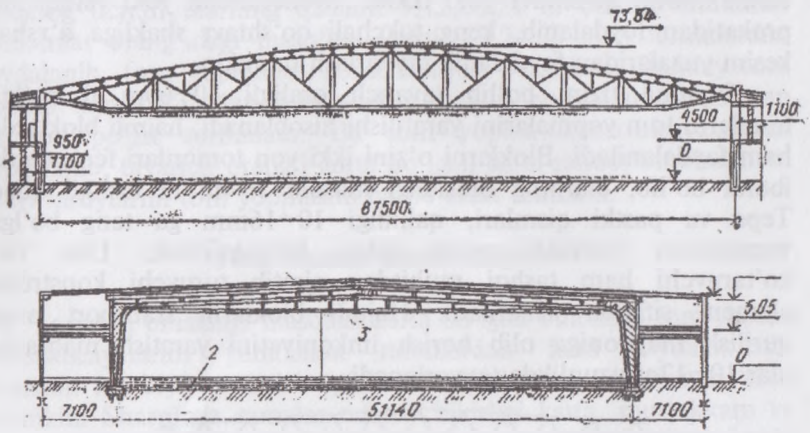
14.1. Tayanch oralig'i katta bo'lgan bir tekislikda ishlayotgan to'sinli konstruksiyalar

Bu konstruksiyalarning turlaridan biri–bir tekislikda ishlaydigan fermalardir. Tayanch oralig'i 40m, 70m ba'zida 100m gacha bo'lgan tom yopmalarining yaratilishida qo'llaniladi. Ularni devorning ustiga yoki alohida turgan ustunlarga o'rnatib, tom yopma konstruksiyasi yaratiladi. Fermalar o'zaro gorizontal va vertikal bog'lovchi elementlar bilan mahkamlanadi.

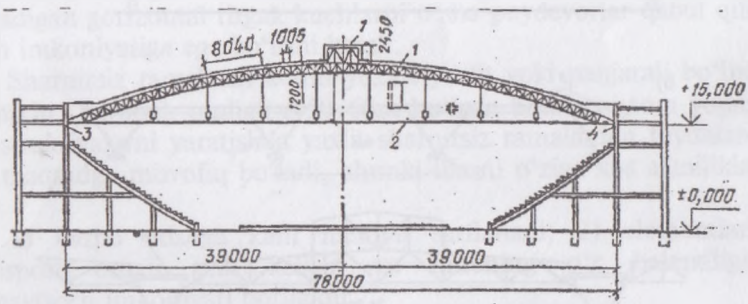
Binoning devorlarida ortiqcha gorizontal yuk paydo bo'lmasligi uchun fermalarning bitta tayanchini siljiydigan qilinadi, ikkinchi

tayanchini sharnir orqali o'tkaziladi. Shunday qilinganda, faqat vertikal kuchlar tayanchlarda hosil bo'ladi.

Fermalarning turlari har xil bo'lishi mumkin: parallel tokchali, trapetsiyali, poligonli, segmentli va uchburchakli uch tomonlama qilingan fermalar.



1- rigel; 2-tortqich; 3-monorels.



14.1-rasm. Bir tekislikda ishlaydigan to'sinli, ramali va arkali tom yopma konstruksiyalari.

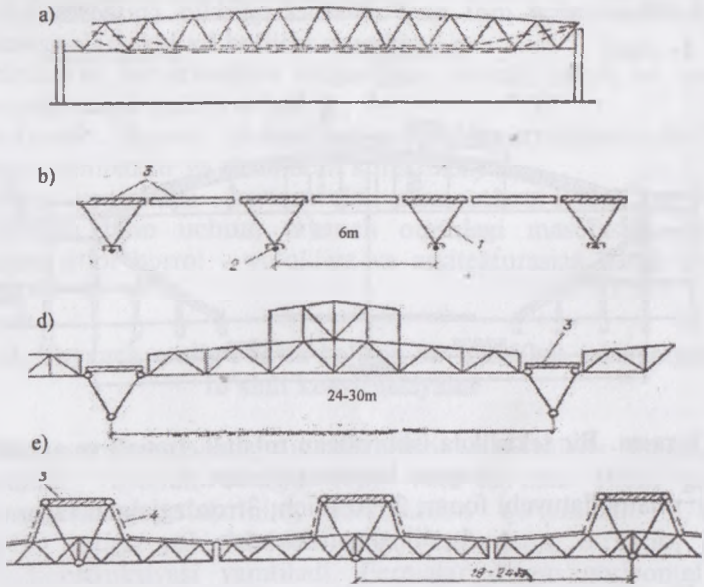
1—shamollatuvchi fonar; 2—tortqich; 3—qo'zg'almas tayanch; 4—siljiydigan tayanch.

Fermalarni hisoblash tartibi quyidagicha: ferma uzunligi bo'yicha ta'sir etayotgan yoyma yukni tugunga ta'sir etayotgan tik yukka keltirib olinadi. Qurilish mexanikasi usullaridan foydalanib,

ferma elementlarida hosil bo'ladigan kuchlar aniqlanadi. Ko'pincha ferma elementlarida hosil bo'ladigan kuchlarni aniqlash uchun Maksvell–Kremona diagrammasini ko'rib undan foydalaniladi.

Tayanch oralig'i uncha katta bo'lmagan fermalar elementlarining kesimi tavr shakliga o'xshash bo'lib, ularni tayyorlash uchun ikkita burchaklikdan foydalanish mumkin. Katta fermalarning elementlarini qo'shtavr yoki ikkita shvellerlardan yoki varaqsimon prokatidan foydalanib, keng tokchali qo'shtavr shakliga o'xshash kesim yuzalaridan foydalanib tayyorlash mumkin.

Oqilona tizim bo'lib tayanch oralig'i 40–60m li bo'lgan binolarni tom yopmalarini yaratilishi hisoblanadi, hajmli bloklardan ham foydalaniladi. Bloklarni o'zini ikki yon tomonlari fermalardan iborat bo'lib, ularning orasidagi masofa 3–4m ni tashkil qiladi. Tepa va pastki qismlari, qalinligi 10–16mm ga teng bo'lgan varaqsimon prokatli po'lat bilan birlashtiriladi. Ular ham ko'taruvchi ham tashqi muhitdan ajratib turuvchi konstruktiv element sifatida ishlatiladi. Hajmli bloklarni transport orqali qurilish maydoniga olib borish imkoniyatini yaratish maqsadida ular 10–12m uzunlikda tayyorlanadi.



14.2-rasm. Uchburchakli uch tomonlama qilingan fermalar.

Tayanch oralig'i katta bo'lgan tom yopmalarni ko'taruvchi elementlar sifatida uchburchakli uch tomonlama qilingan fermalardan foydalaniladi. Bularni yaratishda tepa qismini temirbeton monolit plitalardan tayyorlash mumkin. Pastki tokchasini yaratishda qo'shtavr, quvur va sim arqonlardan foydalaniladi.

Bunday «to'sinlarni» ko'tarish qobiliyati juda katta bo'ladi. Shuning uchun ularning qadami 9,12,18,24 m bo'lishi mumkin. Qadamlar oralig'idagi masofani yengil 18,24,30 m li fermalardan foydalanib, tom yopmalari konstruksiyasi yaratiladi. Bunday tom yopma konstruksiyalarini tayyorlash uchun boshqalariga nisbatan kamroq po'lat sarflanadi. Bu tom yopma konstruksiyalaridan foydalanib, tayanch oralig'i katta bo'lgan ba'zi sanoat binolarini va sport saroylarini tom yopmasini barpo etish mumkin.

14.2. Ramali konstruksiyalar

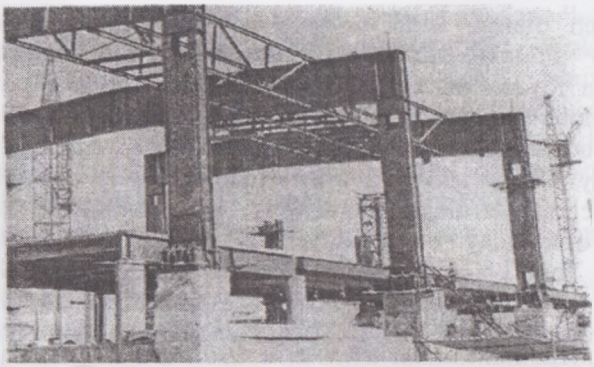
Tayanch orasidagi masofasi katta bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarini yaratishda ramalardan ham foydalaniladi. Ramalar hisobiy sxemasi bo'yicha sharnirli yoki sharnirsiz bo'lishi mumkin. Sharnirsiz ramalar odatda bikirligi katta, mustahkam va tez o'rnatiladigan va boshqalarga nisbatan tejamliroq bo'ladi. Lekin bularni katta poydevorlarga o'rnatilishi kerak, chunki hosil bo'ladigan gorizontal tirgak kuchlarni o'sha poydevorlar qabul qilib olish imkoniyatiga ega bo'lishi kerak.

Sharnirsiz ramalarni kesim yuzasi yaxlit yoki panjarali bo'lishi mumkin. Tayanch oralig'i l=50÷60m bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarni yaratishda yaxlit sharnirsiz ramalardan foydalanishi maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki ularni o'ziga xos afzalliklari bor:

1) barpo etishga kam mehnat sarflanadi; 2) elementlarni transport orqali olib kelishi va binoning o'z balandligini kamaytirish imkoniyati borligidir.

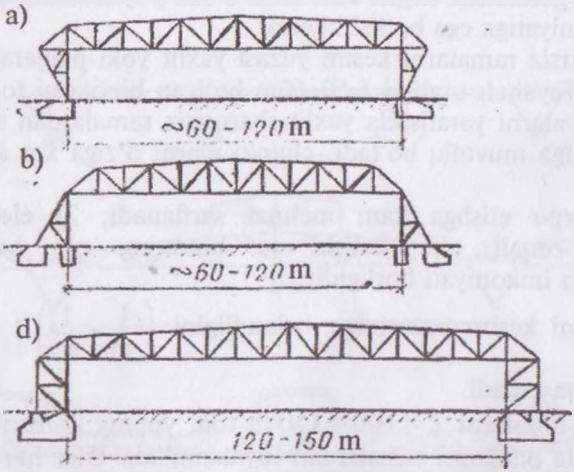
Ramani kesim yuzasining balandligini $\left(\frac{1}{30}\div\frac{1}{40}\right)\cdot l$ oralig'ida olish tavsiya etiladi.

Katta binolarni $\ell = 100 \div 150$ m tom yopma konstruksiyalarni yaratilishida panjarali ramalardan foydalaniladi. Ular ham sharnirli va sharnirsiz bo'lishi mumkin. Ko'pincha ramali konstruksiyalarni angarlar qurilishida ishlatiladi.

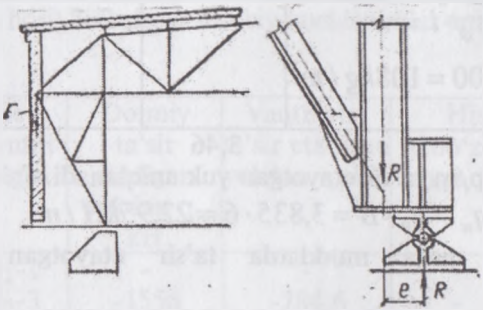


14.3-rasm. Turkiston saroyini qurilishi.

Agar binoni tayanch oralig'idagi masofasi 120÷150m ni tashkil qilsa, unda sharnirsiz ramalardan foydalaniladi. Tayanchlar oralig'idagi masofasi 100–120m ni tashkil qilsa, unda sharnirli ramalardan ham foydalaniladi. Sharnirlar ustunlarni tepa yoki pastki qismlarida o'rnatilishi mumkin. Sharnirlar pastki qismlarida o'rnatilganda fermada hosil bo'layotgan momentlarni kamaytirish imkoniyatlari bor. Fermani tashqi qismiga devorni osib qo'yish bilan yoki tayanch kuchini nomarkaziy o'tkazish bilan kamaytiradi.



14.4-rasm. Ramalar: a) ikki sharnirli, sharnirlar ustunlarni pastki qismlarida joylashgan; b) ikki sharnirli, sharnirlar ustunlarni tepa qismlarida joylashgan; d) sharnirsiz.



14.5-rasm. Fermada hosil bo'layotgan momentni kamaytirish usullari.

14.2.1. Masala. Tayanch oralig'i katta bo'lgan binoning tom konstruksiyasini hisobi.

Ikki sharnirli ramaning fermasini hisobi. Tayanch oralig'idagi L=100 m. Ramalar qadami B=6 m. Qurilish joyi Toshkent shahri.

Yechim: Birinchi navbatda fermani tugunlariga ta'sir etayotgan hisobiy kuchlar aniqlanadi: doimiy yukdan va vaqtincha qisqa muddatda ta'sir etuvchi yukdan.

Tom konstruksiyasini bir kvadrat metrida hosil bo'layotgan doimiy yuk aniqlanadi.

Me'yoriy va hisobiy yuk aniqlanadi

14.1-jadval

№	Tom qurilmasi qatlamlarining nomi	Me'yoriy yuk kH/m^2 q^H	Yuklar bo'-yicha ishonch koef. γ_f	Hisobiy yuk kH/m^2 q
1	Suv o'tkazmaydigan qatlam.	0,15	1,2	0,18
2	Tekislovchi asfaltdan qilingan qatlam t=20mm t=1,9 τ/m^3	0,38	1,2	0,456
3	Issiqdan himoyalash qatlami (penobeton) t=50mm p=0,4 τ/m^3	0,2	1,2	0,24
4	Tom ko'targichi qurilmasining o'z og'irligi T.b. yopma.	1,65	1,1	1,815
5	Po'lat qurilmasining o'z og'irligi	1,08	1,05	1,134

	$q_\phi = 1{,}2 \cdot \gamma_\phi \cdot l =$ $1{,}2 \cdot 0{,}9 \cdot 100 = 108 kg/m^2$			
		3,46		3,825

Fermani 1 p/m ta'sir etayotgan yuk aniqlanadi.

$$q_n = q_0 \cdot B = 3{,}835 \cdot 6 = 22{,}95 kH/m$$

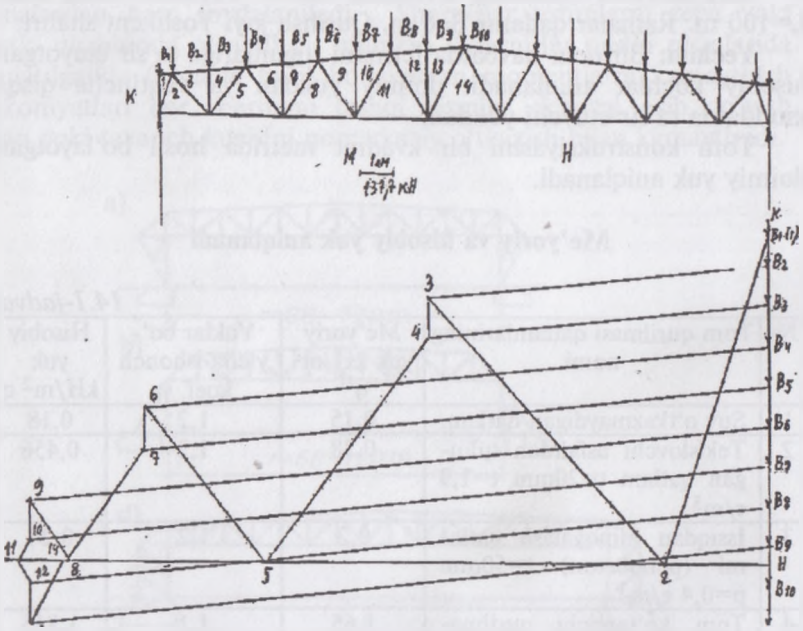
Vaqtincha qisqa muddatda ta'sir etayotgan qor yuki aniqlanadi:

$$q_c = \gamma_f \cdot \mu \cdot S_0 \cdot B = 1{,}4 \cdot 1 \cdot 0{,}5 \cdot 6 = 4{,}2 kH/m$$

Mahalliy ferma tuguniga ta'sir etayotgan kuch:

$$F = q_n \cdot b = 22{,}95 \cdot 6 = 137{,}7 kH$$

$$F_k = q_c \cdot b = 4{,}2 \cdot 6 = 25{,}2 kH$$



14.5-rasm. Maksvell-Kremon diagrammasi.

Qurilgan Maksvell-Kremon diagrammasidan foydalanib ferma elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuchlanishlar aniqlanadi.

14.2-jadval

Elementni nomi	Elementni belgisi	Doimiy ta'sir etadigan yukdan q_n kH	Vaqtincha ta'sir etadigan yukdan q_c kH	Hisobiy kuch	
				Cho'zilishga, kH	Siqilishga, kH
Tepa kamari	B_1-1	-	-	-	-
	B_2-3	-1556	-284,6	-	-1840,8
	B_3-4	-1556	-284,6	-	-1840,8
	B_4-6	-2857,3	-521,64	-	-3378,9
	B_5-7	-2857,3	-521,64	-	-3378,9
	B_6-9	-3373,63	-617,4	-	-3991
	B_7-10	-3373,63	-617,4	-	-3991
	B_8-12	-3373,63	-617,4	-	-3991
	B_9-13	-3373,63	-617,4	-	-3991
Pastki kamar	H - 2	454,41	83,16	537,57	-
	H - 5	2299,59	420,84	2720,43	-
	H - 8	3194,64	584,64	3779,28	-
	H - 11	3428,73	627,48	4056,2	-
	H - 14	3208,41	587,16	3795,57	-
Tirgovichlar	1 -2	-1211,76	-221,76	-	-1433,5
	2 -3	1418,31	259,56	1677,87	-
	4 -5	-1074,06	-196,56	-	-1270,6
	5 -6	757,35	138,6	895,95	
	7 -8	-509,49	-93,24	-	
	8 -9	-268,5	-49,14	-	
	10 -11	89,5	16,38	105,88	-602,73
	11 -12	96,39	17,64	114	-317,65
	13 -14	261,63	47,88	309,5	-
Ustunlar	K -1	-34,4	-6,3	-	-40,7
	3 - 4	-137,7	-25,2	-	-162,9
	6 - 7	-137,7	-25,2	-	-162,9
	9 -10	-137,7	-25,2	-	-162,9
	12 -13	-137,7	-25,2	-	-162,9

Har bir sterjenda hosil bo'lgan zo'riqishga qarab shu sterjen uchun kesim yuzasi tanlanadi.

Tepa kamari **B_2-3 B_3-4**

Ta'sir etayotgan hisobiy kuch N=1840,82kH

Talab qilingan kesim yuzani aniqlaymiz. Egiluvchanligini λ=100 deb qabul qilib olib va φ koeffitsiyentni qiymatini hisoblab shartli egiluvchanligi $\bar{\lambda} = 100\sqrt{\frac{235}{210000}} = 3{,}345 \succ 2{,}5$ demak,

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

$$= 1{,}47 - 13\frac{235}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{235}{210000}\right)3{,}345 +$$

$$+\left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{235}{210000}\right)3{,}345^2 = 1{,}455 - 1{,}139 + 0{,}2385 = 0{,}554$$

$$A_{T.K.} = \frac{N}{\gamma_c \varphi_c R_y} = \frac{184082}{0{,}95 \cdot 0{,}554 \cdot 2350} = 149 sm^2$$

$A_{T.K.}$ bo'yicha kesim yuzasi tanlanadi. Varaqsimon po'latdan alohida elementlardan yig'ilib qo'shtavr shaklida tayyorlanadi. Tanlangan kesim yuzani geometrik tavsifi aniqlanadi.

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2 \cdot b_t \cdot t_t \left(\frac{h_w + t_w}{2}\right)^2 = \frac{27{,}6^3 \cdot 3}{12} + 2 \cdot 30 \cdot 1{,}2\left(\frac{27{,}6+3}{2}\right)^2 = 221106 sm^4$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{h_w \cdot t_w^3}{12} = \frac{30^3 \cdot 1{,}2}{12} \cdot 2 + \frac{27{,}6 \cdot 3^3}{12} = 5462{,}1 sm^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{221106}{154{,}8}} = 11{,}9 sm$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5462}{154{,}8}} = 5{,}94 sm$$

Egiluvchanlik aniqlanadi. Hisobiy uzunligi

$$l_{ef} = 600 sm$$

$$\lambda_x = \frac{600}{11{,}9} = 50{,}4$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{600}{5{,}94} = 101$$

Katta egiluvchanligiga qarab koeffitsiyent φ_{min} aniqlanadi.

Shartli egiluvchanligi $\bar{\lambda} = 101\sqrt{\frac{235}{210000}} = 3{,}379$

$$\varphi = 1{,}47 - 13\frac{235}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{235}{210000}\right)3{,}379 +$$

$$+\left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{235}{210000}\right)3{,}379^2 = 1{,}455 - 1{,}1504 + 0{,}2433 = 0{,}548$$

Kuchlanish tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{min} A \cdot \gamma_c} = \frac{184082}{0{,}548 \cdot 154{,}8 \cdot 0{,}95} = 2284\, {}^{kg}/_{sm^2}$$

farqi

$$\frac{2350 - 2284}{2350} \cdot 100\% = 2{,}8\%$$

Qabul qilgan kesim yuzasi qanoatlantiradi.

Qolgan siqilishga ishlayotgan elementlar shunga o'xshash hisoblanadi.

PASTKI KAMAR

Cho'zilishga ishlagani uchun bu sterjenlarning kesim yuzasini aniqlashda kerakli kesim yuza va kuchlanishni aniqlash yetarli.

H – 5 elementni hisobi.

Hisobiy kuch N=2720,43 kH teng. Talab qilingan kesim yuza aniqlanadi.

$$A_{T.K.} = \frac{272043}{2350 \cdot 1} = 115 sm^2$$

Elementni kesim yuzasini qo'shtavr ko'rinishida 3 ta varaqsimon po'latdan tayyorlanadi.

$$A = (34 \cdot 1{,}2) \cdot 2 + 27{,}6 \cdot 1{,}4 = 120{,}24 sm^2$$

Kuchlanish aniqlanadi.

Ta'sir etayotgan hisobiy kuch N=1840,82kH

Talab qilingan kesim yuzani aniqlaymiz. Egiluvchanligini λ=100 deb qabul qilib olib va φ koeffitsiyentni qiymatini hisoblab shartli egiluvchanligi $\bar{\lambda} = 100\sqrt{\frac{235}{210000}} = 3{,}345 > 2{,}5$ demak,

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

$$= 1{,}47 - 13\frac{235}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{235}{210000}\right)3{,}345 +$$

$$+\left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{235}{210000}\right)3{,}345^2 = 1{,}455 - 1{,}139 + 0{,}2385 = 0{,}554$$

$$A_{T.K.} = \frac{N}{\gamma_c \varphi_c R_y} = \frac{184082}{0{,}95 \cdot 0{,}554 \cdot 2350} = 149 sm^2$$

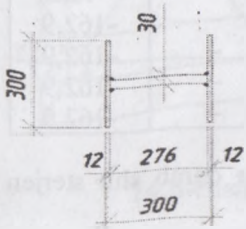
$A_{T.K.}$ bo'yicha kesim yuzasi tanlanadi. Varaqsimon po'latdan alohida elementlardan yig'ilib qo'shtavr. shaklida tayyorlanadi. Tanlangan kesim yuzani geometrik tavsifi aniqlanadi.

$$I_x = \frac{h_w^3 \cdot t_w}{12} + 2 \cdot b_t \cdot t_t \left(\frac{h_w + t_w}{2}\right)^2 = \frac{27{,}6^3 \cdot 3}{12} + 2 \cdot 30 \cdot 1{,}2\left(\frac{27{,}6+3}{2}\right)^2 = 221106 sm^4$$

$$I_y = \frac{b_f^3 \cdot t_f}{12} \cdot 2 + \frac{h_w \cdot t_w^3}{12} = \frac{30^3 \cdot 1{,}2}{12} \cdot 2 + \frac{27{,}6 \cdot 3^3}{12} = 5462{,}1 sm^4$$

$$i_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} = \sqrt{\frac{221106}{154{,}8}} = 11{,}9 sm$$

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{5462}{154{,}8}} = 5{,}94 sm$$



Egiluvchanlik aniqlanadi. Hisobiy uzunligi

$$l_{ef} = 600 sm$$

$$\lambda_x = \frac{600}{11{,}9} = 50{,}4$$

$$\lambda_y = \frac{l_{efy}}{i_y} = \frac{600}{5{,}94} = 101$$

Katta egiluvchanligiga qarab koeffitsiyent φ_{min} aniqlanadi.

Shartli egiluvchanligi $\bar{\lambda} = 101\sqrt{\frac{235}{210000}} = 3{,}379$

$$\varphi = 1{,}47 - 13\frac{235}{210000} - \left(0{,}371 - 27{,}3\frac{235}{210000}\right)3{,}379 +$$

$$+\left(0{,}0275 - 5{,}53\frac{235}{210000}\right)3{,}379^2 = 1{,}455 - 1{,}1504 + 0{,}2433 = 0{,}548$$

Kuchlanish tekshiriladi.

$$\sigma = \frac{N}{\varphi_{min} A \cdot \gamma_c} = \frac{184082}{0{,}548 \cdot 154{,}8 \cdot 0{,}95} = 2284\, {}^{kg}\!/_{sm^2}$$

farqi

$$\frac{2350 - 2284}{2350} \cdot 100\% = 2{,}8\%$$

Qabul qilgan kesim yuzasi qanoatlantiradi.

Qolgan siqilishga ishlayotgan elementlar shunga o'xshash hisoblanadi.

PASTKI KAMAR

Cho'zilishga ishlagani uchun bu sterjenlarning kesim yuzasini aniqlashda kerakli kesim yuza va kuchlanishni aniqlash yetarli.

H – 5 elementni hisobi.

Hisobiy kuch N=2720,43 kH teng. Talab qilingan kesim yuza aniqlanadi.

$$A_{T.K.} = \frac{272043}{2350 \cdot 1} = 115 sm^2$$

Elementni kesim yuzasini qo'shtavr ko'rinishida 3 ta varaqsimon po'latdan tayyorlanadi.

$$A = (34 \cdot 1{,}2) \cdot 2 + 27{,}6 \cdot 1{,}4 = 120{,}24 sm^2$$

Kuchlanish aniqlanadi.

$$\sigma = \frac{272043}{120,24} = 2262,5 \, {}^{kg}\!/_{sm^2}$$

farqi

$$\frac{2350 - 2262,5}{2350} \cdot 100\% = 3,5\%$$

Tanlangan kesim yuza qanoatlantiradi.

Qolgan cho'zilishga ishlayotgan elementlar shunga o'xshash hisoblanadi.

Ferma elementlarining kesim yuzalari

Element nomi belgisi	Hisobiy kuch	Kesim yuzasi sm^2	Hisobiy uzunligi		inersiya radiusi		Egiluvchanlik		φ_{min}	γ_c	Kuchlanish σ kH/sm^2
			l_{cfx}	l_{cfy}	i_x	I_y	λ_x	λ_y			
Tepa kamari											
B_2-3 B_3-4	-1840,8	300x12x2+276x30=154,8	600	600	11,9	5,94	50,4	101	0,536	0,95	22,84
B_4-6 B_5-7	-3378,9	360x20x2 +260x25=209	600	600	12,5	8,6	48	70	0,761	0,95	22,36
B_6-9 B_9-13	-3991	420x20x2 +260x20=220	600	600	12,7	10,5	47	57	0,824	0,95	23,17
Pastki kamar											
H - 2	537,57	200x8x2+284x6 =49,04								1	10,96
H - 5	2720,43	340x12x2+276x 14=120,24								1	22,63
H - 8	3779,28	380x14x2+272x 20=160,8								1	23,5
H - 11	4056,2	400x14x2+272x 25=180								1	22,53
H - 14	3795,57	380x14x2+272x 22=166,24								1	22,83
Tirgovichlar											
1 -2	-1433,5	280x10x2+ 280x22=177,6	550	550	11,9	5,6	46	98	0,568	0,95	22,59
2 -3	1677,87	280x10x2+ 280x6=72,8								1	23,05
4 -5	-1270,6	340x12x2+	860	860	13	8,7	66	99	0,562	0,95	22,95

5 -6	895,95	276x8=103,7 200x8x2+ 284x6=49,04								1	18,27
7 -8	-602,73	340x12x2+ 276x6=98,16	937	937	13,26	8,9	71	105	0,523	0,95	12,36
8 -9	-317,65	340x12x2+ 276x6=98,16	937	937	13,26	8,9	71	105	0,523	0,95	6,51
10 -11	105,88	200x8x2+ 284x6=49,04								1	2,15
11 -12	114	200x8x2+ 284x6=49,04								1	2,33
13 -14	309,5	200x8x2+ 284x6=49,04								1	6,31
Ustun-lar											
K -1	-40,7	200x8x2+ 284x6=49,04	500	500	4,66	4,66	40	107	0,51	0,95	1,71
3 - 4	-162,9	210x8x2+ 284x6=50,64	570	570	4,94	4,94	45	115	0,46	0,95	7,36
6 - 7	-162,9	240x8x2+ 284x6=55,44	667	667	5,76	5,76	52	115,6	0,46	0,95	6,72
9 -10	-162,9	300x10x2+ 280x6=76,8	767	767	7,65	7,65	58	100	0,554	0,95	4,03
12 -13	-162,9	300x10x2+ 280x6=76,8	867	867	7,65	7,65	66	113	0,473	0,95	4,72

TUGUNLARNING HISOBI

Sterjenlar payvandlanadi. Payvand chokining uzunligi quyidagi formula orqali aniqlanadi..

$$l_w = \frac{N}{4 \cdot \gamma_c \cdot R_{wy} \cdot t} + 2t$$

bu yerda, $R_{wy} = 0{,}85 R_y = 0{,}85 \cdot 2350 = 1998 \, {}^{kg}\!/_{sm^2}$

$\gamma_c = 1$

t – kichik qalinligi

K – 1 $$l_w = \frac{4070}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0{,}8} + 1{,}6 = 2{,}24 sm$$

1 – 2 $$l_w = \frac{143350}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 1} + 2 = 19{,}9 sm$$

H – 2 $$l_w = \frac{53757}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0{,}8} + 1{,}6 = 10 sm$$

NH – 5 $$l_w = \frac{272043}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 1} + 2 = 36{,}0 sm$$

5 – 6 $$l_w = \frac{89595}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0{,}8} + 1{,}6 = 15{,}6 sm$$

6 – 7 $$l_w = \frac{16290}{4 \cdot 1 \cdot 1998 \cdot 0{,}8} + 1{,}6 = 4{,}2 sm$$

7 – 8 $$l_w = \frac{60273}{4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1998} + 2 = 9{,}6 sm$$

H – 8 $$l_w = \frac{377928}{4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1998} + 2 = 49{,}3 sm$$

14.3. Arkli konstruksiyalar

Arklardan foydalanib, ko'rgazma pavilonlarni, yopiq bozorlar, sirk binolarini, sport saroylarni tom yopma konstruksiyalari barpo etiladi.

Arkli konstruksiyalar metall ashyosini ishlatilishi bo'yicha, to'sinlar va ramalarga nisbatan, eng samarali va ishonchli ishlaydigan konstruksiyalar deb hisoblanadi. Chunki arkni kesimlari asosan siqilishga ishlaydi, egilishga kamroq ishlaydi.

Arkli konstruksiyalar tirgak kuchiga ega konstruksiyalardir, shuning uchun tashqi yuklardan hosil bo'ladigan tirgak kuchini yoki poydevorlar qabul qilib olib, zaminga o'tkazib yuborishi kerak (agar ark poydevorga tayansa), yoki binoning sinchi, yoki tortib turuvchi bog'lovchi element qabul qilishi kerak.

Arkli konstruksiyalar bilan eni 60 – 70m li va undan ham kengroq bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarini yaratilishida ishlatilsa, shunda po'lat sarflash bo'yicha eng samarali darajasiga yetiladi.

Agar arkli konstruksiyalar bilan sport saroylarni, bozorlarni, ko'rgazma pavilonlarni, sirklarni tom yopmasini yaratilishida ishlatilsa, juda ham maqsadga muvofiq bo'ladi.

Statik sxemasi bo'yicha arklar 3 turga bo'linadi: uch sharnirli, ikki sharnirli va sharnirsiz tayanchlari bilan poydevorlarga mahkamlangan.

Uchta turlarni o'ziga tegishli afzallik va salbiy xususiyatlari bor.

Uch sharnirli arka statik tomondan aniq sistemadir, shuning uchun u yoki bu tayanchi siljishligi unchalik ishlashiga ta'sir ko'rsatmaydi, lekin po'lat sarflash bo'yicha birinchi o'rinda turadi. Eguvchi momentlar epyuralardan ko'rinib turibdiki, uch sharnirli arkalarda eng katta momenti tayanchidan 1/4 qismi uzunligida hosil bo'ladi. Ikki sharnirli arkalarda tayanchidan 1/3 qismi uzunligida eng katta egivchi moment hosil bo'ladi. Sharnirsiz arkalarda tayanchida eng katta eguvchi moment hosil bo'ladi, lekin bu eng katta moment uch sharnirli arkalarda hosil bo'ladigan momentlardan kamroq.

Sharnirsiz arkalarni yaratishda po'lat eng kam sarflanadi. Lekin ularni ishlatishda tayanchi faqat poydevorlar bo'lishi kerak. Bu poydevorlar mustahkam, siljimaydigan zaminga o'rnatilishi kerak. Bunday arklarni binoning tepa qismiga o'rnatish qo'shimcha qiyinchiliklarga olib keladi. Arkani tayanchida hosil bo'ladigan momentni qabul qilish uchun binoni tepa qismini siljimaydigan qilish kerak bo'ladi. Unga ancha qo'shimcha ashyolar sarf qilinadi. Shunday qilib, binoni tepa qismida tom yopma konstruksiyalarni yaratilishida eng foydaliligi arkalarning ichida, tayanch orasi katta bo'lgan binolarni yopishda, ikki sharnirli arkalar bo'lishi mumkin. Tayyorlash uchun po'lat sarflanishi bo'yicha bu arkalar uch sharnirli va sharnirsiz arkalar o'rtasida turadi.

Ikki sharnirli arkalarda eguvchi moment uzunligi bo'yicha nisbatan bir me'yorda bo'ladi. Shuning uchun bu arkalarni yaratishda parallel tokchali qilinadi. Bu arkalarni tugunlari va elementlari bir xil bo'lganligi sababli ularni zavod sharoitida yaratish imkoniyatini ko'paytiradi va tayyorlash texnologiyasini osonlashtiradi.

Amaliyotda shunday arkalar bilan tayanch orasi 78m ga teng bo'lgan sport saroyini tom yopmasi Moskva shahrida yaratilgan. Arkalarda hosil bo'ladigan tirgak kuchini vantlar qabul qilib oladigan qilib loyihalashtirilgan.

Gohida tom yopma konstruksiyalarni yaratilishida uch sharnirli arkalardan ham foydalanishadi. Tejamli qilish uchun arkani kesim yuzasini o'zgaruvchan qilishadi. O'rtasini kesim yuzasi balandroq, sharnir yaqinida kamroq. Arkalarni turini va asosiy o'lchamlarini tanlab olishda nimalarga e'tibor berishadi.

Birinchidan, agar binoni tom yopma konstruksiyasini ko'taruvchi elementlar sifatida arkalardan foydalanilsa va ular poydevorlarga tayangan bo'lsa, zamin siljiydigan, cho'kadigan bo'lsa, unda uch sharnirli arkalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Arkalarni asosiy o'lchamlari tayanch orasidagi masofa va balandligi arxitektura talablariga ko'ra olinadi, bularni nisbatlari quyidagicha bo'ladi:

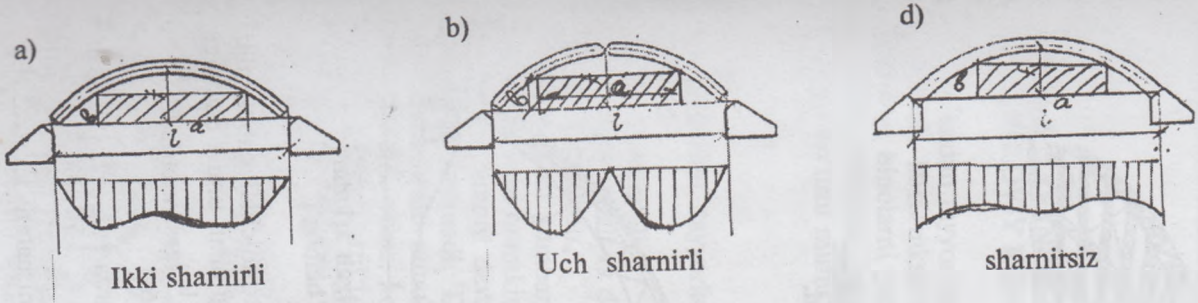
$$\frac{f}{l} = \frac{1}{2} \div \frac{1}{5}$$

Bu arkalarda tirgak kuchini poydevorlar qabul qilib olishi lozim.

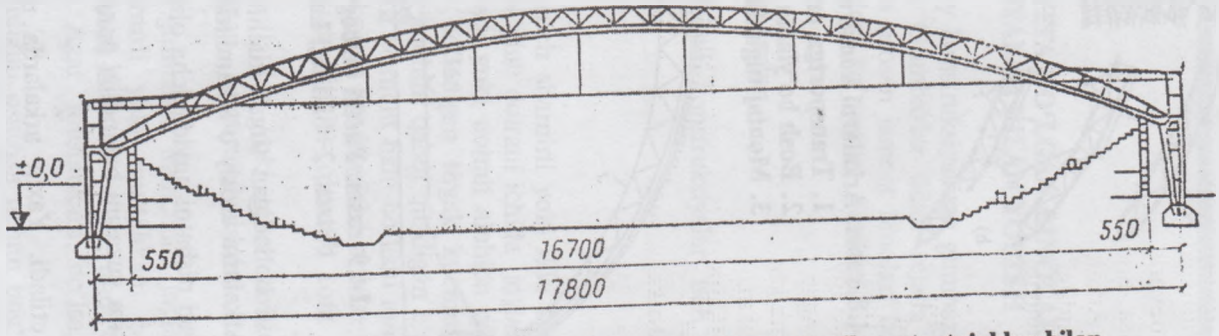
Balandligi bilan tayanch orasidagi masofani o'rnatayotganda binoni foydali maydoni (a x в) e'tiborga olinishi lozim.

Agar zamin mustahkam va siljimaydigan bo'lsa, unda tom yopma konstruksiyalarni sharnirsiz arkalardan foydalanib tayyorlash mumkin.

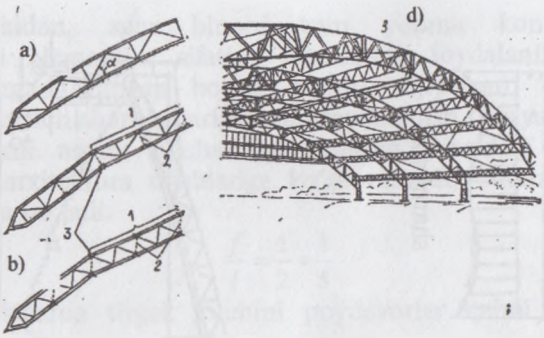
Ikkinchidan, agar arkani binoni tepa qismiga o'rnatiladigan bo'lsa, ikki sharnirli arkalardan foydalanib, tom yopma konstruksiyalarni yaratish maqsadga muvofiq bo'ladi.



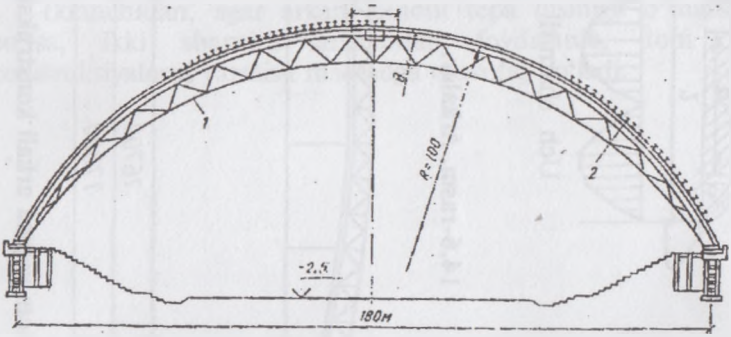
14.6-rasm. Arkalar.



14.7-rasm. Ikki sharnirli tom yopma arkali konstruksiya ko'tarilgan tortqichlar bilan.



14.8-rasm. Arkalarni konstruktiv yechimlari:
1. Transportga ortilgan qismi.
2. Bosh bo'ylama to'sinlar.
3. Montaj tugunlari.



14.9-rasm. Pastki belbog'i zo'riqtirilgan arkalar:
1—tros; 2—bikirligi katta bo'lgan belbog'i.

Hosil bo'ladigan tirgak kuchini maxsus tortqichlar qabul qilib oladi. Arkalarni asosiy o'lchamlarini balandligi bilan uning uzunligi o'rtasidagi nisbatni quyidagicha olish $\frac{f}{l}=\frac{1}{5}\div\frac{1}{6}$ tavsiya etiladi.

Kesim yuzasini balandligi panjarali arkalarda $\left(\frac{1}{30}\div\frac{1}{40}\right)\cdot l$ olish tavsiya etiladi. Yaxlit arkalarda uzunligiga nisbatan $\left(\frac{1}{50}\div\frac{1}{80}\right)\cdot l$ oraliqda olinsa, samarali yuza chiqadi.

XV bob. TAYANCH ORASI KATTA BO'LGAN BINOLARNI FAZOVIY KONSTRUKSIYALAR BILAN YOPISH

Po'latdan tayyorlangan fazoviy konstruksiyalarga gumbazlar va strukturali konstruksiyalar kiradi. Gumbazlar bilan rejada doira shaklidagi binolarni yopishadi. Bu asosan jamoat binolari bo'lishi mumkin. Masalan, sirklar, bozorlar, ko'rgazma pavilonlari, sport saroylari bo'lishi mumkin.

15.1. Gumbazlar

Po'latdan tayyorlangan gumbazli konstruksiyalar uch turga bo'linadi.

1. Qovurg'ali.
2. Qovurg'ali va doiraviy.
3. To'rsimon.

Qovurg'ali gumbazlarni asosi uch sharnirli yoki ikki sharnirli arkalar bo'lishi mumkin. Radius bo'ylab doirani ichida joylashgan. Bu arkalar binoni devoriga tayanadi yoki doirali alohida qilingan elementga tayanadi. Doira hosil bo'ladigan tirgak kuchini ham qabul qilib olishi mumkin. Tirgak kuchini qabul qiladigan element doira shaklida emas, ko'p burchakli element ham bo'lishi mumkin. Bunday gumbazlarni tom konstruksiyasi quyidagicha arkalar ustiga progonlar o'rnatiladi va ular ustiga plitalar o'rnatib tom yopib yuboriladi.

Qovurg'alar yaxlit kesimli po'latdan yoki tokchalarni orasi ochiq yengil fermalarga o'xshagan konstruksiyalardan bo'lishi mumkin.

Qovurg'alar tepa qismi bilan gumbazni markazida joylashgan doiraga tayanadi. Tayanch sharnirli yoki mustahkam bo'lishi mumkin. Agar tepa qismidagi tayanch sharnirli bo'lsa, unda arkani uch sharnirli deb hisoblashadi. Agar mustahkam bo'lsa, ikki sharnirli deb hisoblashadi.

Qovurg'alarni umumiy turg'unligini oshirish uchun bog'lovchi elementlardan ham foydalanishadi.

Qovurg'ali va doirali gumbazlar. Bu radius bo'yicha qo'yilgan arkalar bilan va bir necha doira shaklida o'rnatiladigan progonlardan iborat konstruksiyadir.

Arkalarda hosil bo'layotgan tirgak kuchini shu balandligi bo'yicha qo'yilgan progonlar ham qabul qilib oladi. Bu hisoblayotganda e'tiborga olinishi kerak.

To'rsimon gumbazlar. Bu arkalardan, doiralardan va qovurg'alar orasiga qo'yilgan bog'lovchi elementlardan hosil bo'ladigan konstruksiyadir.

Bu konstruksiyalar bilan katta diametrga teng bo'lgan binolarni yopishda ishlatilishi mumkin.

Ta'sir etayotgan yukni bir me'yorda elementlarga tarqalishi, tayanch orasi katta bo'lgan binolarni yopishga imkoniyat beradi. Elementlarni kesim yuzasi unchalik katta bo'lmagan taqdirda ham. Lekin bu konstruksiyani yaratishga ko'p mehnat sarflash kerak bo'ladi.

Bu gumbazlarning elementlari bir xil tipda bo'lishligi uchun gumbaz fermasini ko'p qirrali qilib, sfera ichiga olib yaratish mumkin. Masalan, ko'p qirrali ikosayedr 20 qirrali 40, 80 qirrali 2 tur qirralari bilan yoki 320 qirrali 5 tur qirralari bilan.

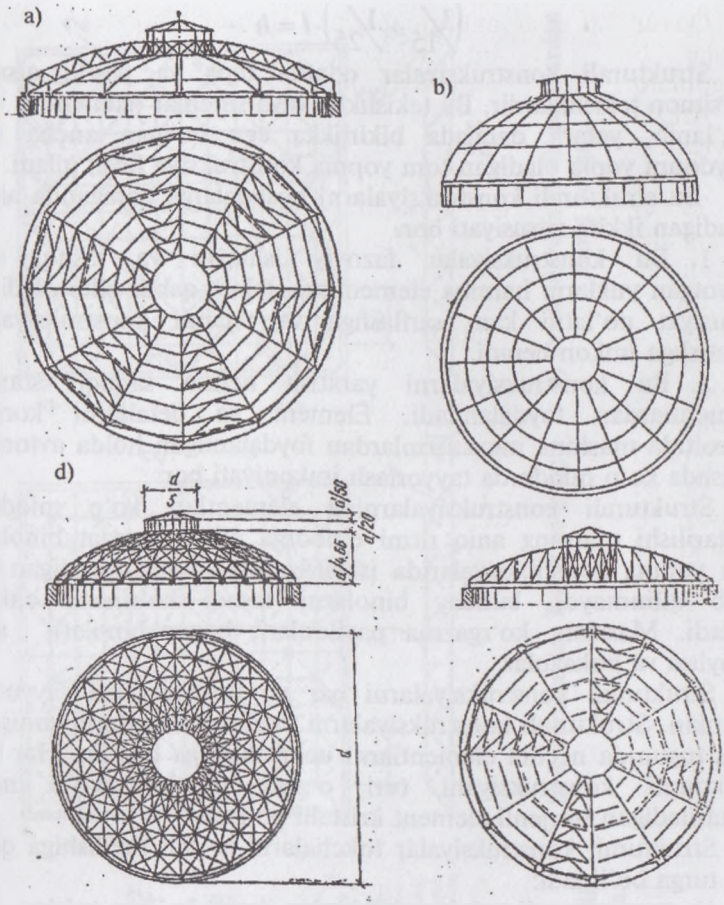
To'rsimon gumbazlarni ham doira shaklida o'rnatilgan tayanch doirasiga qo'yiladi. Hosil bo'layotgan tirgak kuchini o'sha tayanch doira qabul qilib oladi. To'rsimon gumbazlarni arxitekturasi chiroyli va yaratishga nisbatan kamroq mablag' sarflanishi tufayli va tayanch orasi katta bo'lgan binolarni yopish imkoniyatlari borligi uchun qurilishda ko'proq ishlatiladi. XX asrni 30-yillarida Bakminster Fuller tomonidan fazoviy ishlaydigan geodezik gumbazini konstruksiyasi yaratildi — yarimsfera tetraedrlardan yig'ilgan. Bu konstruksiyadan foydalanib, 1960-yili AQSh Sent-Luis shahrida balandligi 21m li diametri 53m teng bo'lgan geodezik gumbazi qurilgan.

1965- yili AQSh Xyuston shahrida balandligi 26,4m, diametri 196m teng bo'lgan «Astrodom» yopiq stadion gumbazi qurilgan.

1975-yili AQSh Noviy Orlean shahrida 95ming tomoshabinga mo'ljallangan balandligi 32m, diametri 212m teng bo'lgan yopiq stadionni gumbazi yaratilgan.

1997-yili Yaponiya Nagoyya shahrida 40 ming tomoshabinga mo'ljallangan sport — konsert majmuasini tom konstruksiyasini yopish uchun diametri 188m teng bo'lgan gumbaz yaratilgan.

Dunyoda eng katta gumbaz balandligi 50m, diametri 320m ga teng bo'lgan 1999-yili Angliyada qurilgan. U balandligi 100m li 12ta machtalarga tortib qo'yilgan Milleniumdur.



15.1-rasm. Gumbazlar:
a) qovurg'ali; b) qovurg'ali va doiraviy; d) to'rsimon.

15.2. Strukturali konstruksiyalar

Hozirgi davrda sanoat va fuqaro binolarini tom yopma konstruksiyalarni yaratilishda sterjenlardan tashkil topgan strukturali konstruksiyalardan ham foydalaniladi.

Bu konstruksiyalar odatda tekis bo'ladi. Hajmli sterjenlardan yaratiladigan balandligi katta bo'lmagan plitalardan iboratdir.

$$\left(\frac{1}{15} \div \frac{1}{25}\right) \cdot l = h.$$

Strukturali konstruksiyalar odatda tepa va pastki qismlari to'rsimon tekisliklardir. Bu tekisliklar qiya sinchlar (sterjenlar) bilan bog'lanib, yetarli darajada bikirlikka ega bo'lgan ancha katta maydonni yopib oladigan tom yopma konstruksiya hosil qiladi.

Bu strukturali konstruksiyalarni boshqalarga qaraganda ajratib turadigan ikkita xususiyati bor.

1. Bu konstruksiyalar fazoviy ishlaydi va tashqi ta'sir etayotgan yuklarni hamma elementlari ishlab, qabul qilib oladi. Bu xususiyat po'latni kam sarflashga va tejamli konstruksiyalarni yaratishga imkon beradi.

2. Bu konstruksiyalarni yaratish uchun sanoqli standart elementlardan foydalaniladi. Element va detallarni korxona sharoitida mashina mexanizmlardan foydalanilgan holda avtomatik ravishda ko'p miqdorda tayyorlash imkoniyati bor.

Strukturali konstruksiyalarning elementlari ko'p miqdorda qaytarilishi ularning aniq ritmi e'tiborga olinib jamoat binolarini tom yopma konstruksiyalarida ishlatilganda, bezab turadigan ship talab qilinmaydi, bunday binolarni tashqi ko'rinishi chiroyli bo'ladi. Masalan, ko'rgazma pavilonlari, bozor binolari, sport saroylari va hokazolar.

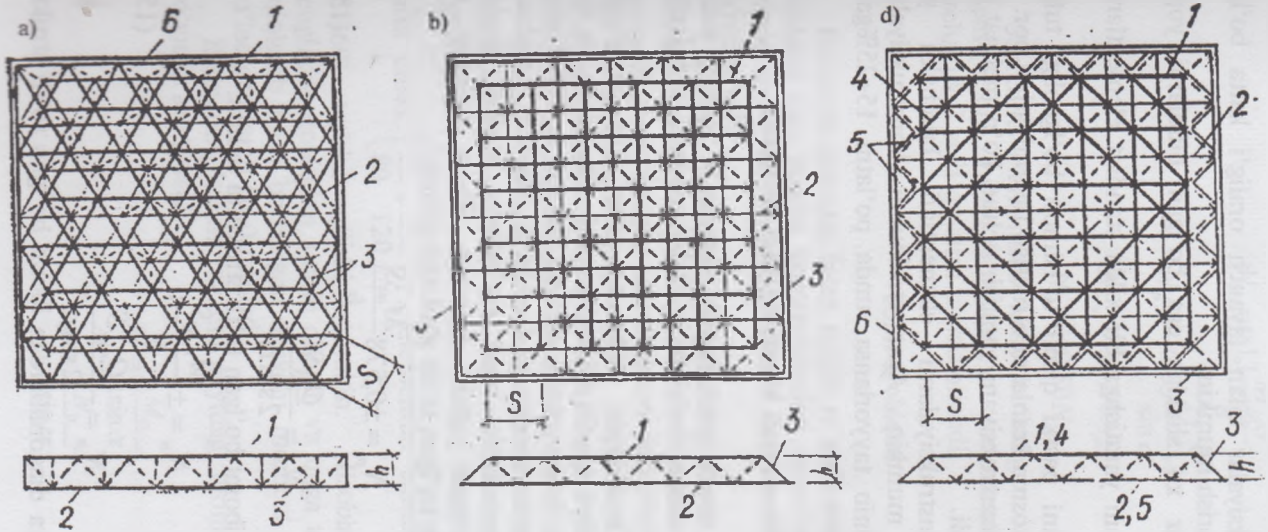
Strukturali konstruksiyalarni har xil usullar bilan tayyorlash mumkin. Strukturali konstruksiyalarni tuzilishi fermalarni soniga va bitta tugunida nechta elementlarni uchrashishiga bog'liq. Har bitta strukturali konstruksiyani turi o'ziga tegishli, ko'p marta qaytariladigan sterjenli element kristalli bo'ladi.

Strukturali konstruksiyalar tokchalarni to'rini tuzilishiga qarab uch turga bo'linadi:

1) teng tomonli uch burchaklardan iborat bo'lgan to'rlar.
2) kvadratlardan iborat bo'lgan to'rlar.
3) kvadratlardan va diagonallardan iborat bo'lgan to'rlar.

Strukturali konstruksiyalar o'zi aslida kamida uch tomonga ketadigan fermalardan iborat bo'lib, yetarli darajada fazoviy bikirlikka ega konstruksiyalardir, ular nafaqat X0Z tekisligida tashqi yuklardan hosil bo'layotgan eguvchi momentlarni va У0Z tekisligida hosil bo'layotgan momentlarni ham qabul qilish imkoniyatlari bor.

Strukturali konstruksiyalarni o'ziga xos afzalliklari bor.



15.2-rasm. Strukturali konstruksiyalar: a) teng tomonli uchburchaklardan iborat bo'lgan; b) kvadratlardan iborat bo'lgan; d) kvadratlardan va dioganallardan iborat bo'lgan.

1) Bu konstruksiyalar bilan tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni yopib yuborish mumkin.

2) Rejada har xil shaklga ega bo'lgan binolarni yopish mumkin.

3) Konstruksiyani yaratishga bir xilda standart elementlardan foydalaniladi.

4) Konstruksiyani pastki qismi to'rsimon bo'lganligi tufayli talab qilgan joylarga osma kranlarni o'rnatish imkoniyatlari bor.

Kamchiligi — konstruksiyani yaratish uchun ko'p mehnat sarf qilinish kerak bo'ladi.

Strukturali konstruksiyalarni elementlari burchakli yoki quvurdan bo'lishi mumkin. Agar strukturali konstruksiyalarni quvurlardan foydalanib tayyorlansa, unda po'latni 15÷25%gacha tejab qolish imkoniyati bor.

15. 3. Strukturali konstruksiyani hisoblash

Bu tizim ko'p marta statik noaniq sistema bo'lganligi tufayli, uni hisobi maxsus dastur bo'yicha EHM yordamida bajarilishi lozim.

Agar bunday imkoniyat bo'lmasa, unda 1m kengligidagi strukturali konstruksiya ajratib olinadi va uni plita to'sindek faraz qilib hisoblanadi. Ta'sir etayotgan yuklarni aniqlab hosil bo'ladigan eguvchi moment bilan qirquvchi kuchlarni hisoblab, strukturali konstruksiyani elementlarda hosil bo'ladigan kuchni quyidagi formulalar orqali topib olish mumkin. Teng tomonli uch burchaklardan iborat bo'lgan to'rli struktura uchun:

$$N_n = \pm 0{,}578 \frac{M_{ns} S}{h}$$

$$N_p = \frac{Q_{ns} S}{2 \sin \alpha} \qquad (15.1)$$

Kvadratlardan iborat bo'lgan to'rli struktura uchun:

$$N_n = \pm \frac{M_{n.ф.} S}{h};$$

$$N_p = -\frac{Q_{n.ф.} S}{2 \sin \alpha}; \qquad (15.2)$$

Kvadratlardan va diagonallardan iborat bo'lgan to'rli struktura uchun:

$$N_n = \pm 1{,}1 \frac{M_{nn} S}{h};$$

$$N_F = -0{,}55 \frac{Q_{nn} S}{\sin\alpha}; \qquad (15.3)$$

$$N_{n.y} = \pm 0{,}50 N_n;$$

$$N_g = \pm 0{,}50 N_n;$$

Struktura elementida hosil bo'ladigan kuchni aniqlab talab qilgan kesim yuzasi topiladi va sortamentdan mos keladigan burchaklikni yoki quvurni tanlab olinadi.

15.4. Qobiqlar

Bir to'rli qobiqlar bilan rejada to'g'ri to'rtburchak shaklga ega binolarni tom yopma konstruksiyalari yaratiladi, loyihalashtirishda silindr shakl tekisligiga o'xshatib ayrim standart elementlardan tayyorlashadi.

Eng oddiy romb to'ri hisoblanadi, ularni tayyorlashda standart sterjenlardan foydalanishadi, lekin bo'ylama bo'yicha bikirligi uncha katta bo'lmagan konstruksiya yaratiladi. Bu konstruksiyalar faqat ko'ndalang kesimi bo'yicha ishlab hosil bo'ladigan yuklarni bo'ylama devorlar qabul qilib olishi kerak bo'ladi. Hosil bo'ladigan gorizontal bosimni maxsus tortqichlar qabul qilib oladi.

Qobiq elementlari prokat elemetlaridan burchaklik yoki quvurlardan iborat bo'lishi mumkin va maxsus muhr orqali tayyorlangan profillardan ham bo'lishi mumkin, balandligi uncha katta emas $\left(\frac{1}{80} \div \frac{1}{120}\right) \cdot l$. Elementlar silindr tekisligiga nisbatan 45°÷60° tashkil qilishi mumkin. Hisoblashda bir yacheyka kengligida qobiqdan ajratib olinadi va unga ta'sir etayotgan yuklar aniqlanib hosil bo'ladigan eguvchi moment (M_0) bilan bo'ylama bo'ladigan kuch (N_0) topiladi.

Elementni kesim yuzasini quyidagi moment va bo'ylama kuch bo'yicha aniqlanadi.

$$M = \frac{M_0}{2\sin\alpha} \qquad (15.4)$$

$$N = \frac{N_0}{2\sin\alpha}$$

bu yerda, α — silindr qobig'ini asosi bilan element o'rtasidagi burchak.

Qobiqlarni bo'ylama bo'yicha bikirligini oshirish uchun bo'ylama elementlar o'rnatiladi. Shundan so'ng qobiq konstruksiyasi ham bo'ylama ham ko'ndalang bikirlikka ega bo'lib, ancha ko'tarish qobiliyati ortadi va u chekkadagi devorga ham tayanishi mumkin bo'ladi yoki to'rtta ustunga tayanadi.

Agar qobiqni chekkasini vertikal va gorizontal bort elementlar bilan mustahkamlasak, unda bikirligi yanada ham ortadi.

Qobiq konstruksiyasi eng samarali va bikirligi katta bo'lishi uchun uni to'ri ham bo'ylama ham ko'ndalang qovurg'alar bilan mustahkamlanishi kerak.

Ko'ndalang qovurg'asiz qobiqlarni momentsiz nazariya bo'yicha Ellersa usulidan foydalanib hisoblanadi.

Ko'ndalang va bo'ylama qovurg'ali qobiqlarni momentlar nazariyasi bo'yicha V.Z Vlasov tavsiya etgan usulidan foydalanib hisoblanadi.

15.5. Ikki to'rli qobiqlar

Konstruktiv sxemasi bo'yicha ikki turli qobiqlar strukturali konstruksiyalarga o'xshaydi. Bular ham fermalardan iborat bo'lib, bir nechta bog'lovchi elementlar tizimi tepa va pastki tokchalarni bog'lovchi va tepa to'r bilan pastki to'rlarni bog'lovchi elementlardan iboratdir.

Gohida tepa to'rni o'rniga varaqsimon po'latdan tayyorlangan tom yopma konstruksiyasi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Qobiqlarni ko'tarish qobiliyati to'rlarni tuzilishiga va egilishiga bog'liq.

Ikki to'rli qobiqlarni bikirligi ancha katta bo'lib, ularni ko'tarish qobiliyati ham katta, chunki tepa va pastki to'rlar alohida qobiqlar ichki hosil bo'ladigan kuchlarni ikki yo'nalishda taqsimlash imkoniyati bor va hosil bo'ladigan yuklarni asosiy qismini tayanchga o'tkazish mumkin.

Agar bir to'rli qobiqlar bilan tayanch oralig'i 90m gacha bo'lgan binolarni tom konstruksiyalarini yaratish imkoniyati bor bo'lsa, ikki to'rli qobiqlar bilan prokat burchakliklardan foydalanib tayanch oralig'i 500m gacha bo'lgan tom yopma konstruksiyalarini yaratish mumkin.

Bir va ikki to'rli qobiqlarni ko'pincha silindr shaklga o'xshash qilib loyihalashtiriladi. Ular bo'ylama devorlarga, fermalarga yoki arkalarga tayanadilar.

Qobiqlarni asosiy o'lchamlari $\frac{h}{R}=\frac{1}{20}\div\frac{1}{100}$.

$$\frac{f}{L}=\frac{1}{6}\div\frac{1}{10}$$

Eng yaxshi ichki kuchlarni taqsimlanishi kvadrat shaklga ega bo'lgan qobiqlarda bo'ladi.

Ikki to'rli qobiqlarni maxsus dasturdan foydalanib kompyuterda hisoblanadi.

Qobiqlarni aniqligi yetarli darajada hisoblash uchun sterjen to'rli tekisligini yaxlit ekvivalent tekisligiga almashtirishimiz va o'rta qatlamini ham siljish modulini aniqlab, mos bikirligi bo'yicha qatlamga almashtirishimiz kerak bo'ladi.

Qobiqni yaxlit bir qatlamli deb faraz qilib hisoblaymiz. Qalinligini va elastik modulini quyidagi formulalar orqali topib:

$$t_0 = h\sqrt{3}$$

$$E_0 = \frac{2Et_0}{h\sqrt{3}} \qquad (15.5)$$

bu yerda, t_0 – to'rsimon qobiqni keltirilgan qalinligi.

Uchburchak katakli to'rsimon tekislik uchun:

$$t_0 = \frac{2A}{a\sqrt{3}} \qquad (15.6)$$

bu yerda, A – to'rsimon tekisligidagi elementni kesim yuzasi.

Ikki to'rli qobiqlardagi elementlarda hosil bo'layotgan kuchlarni quyidagi formulalar orqali aniqlanadi

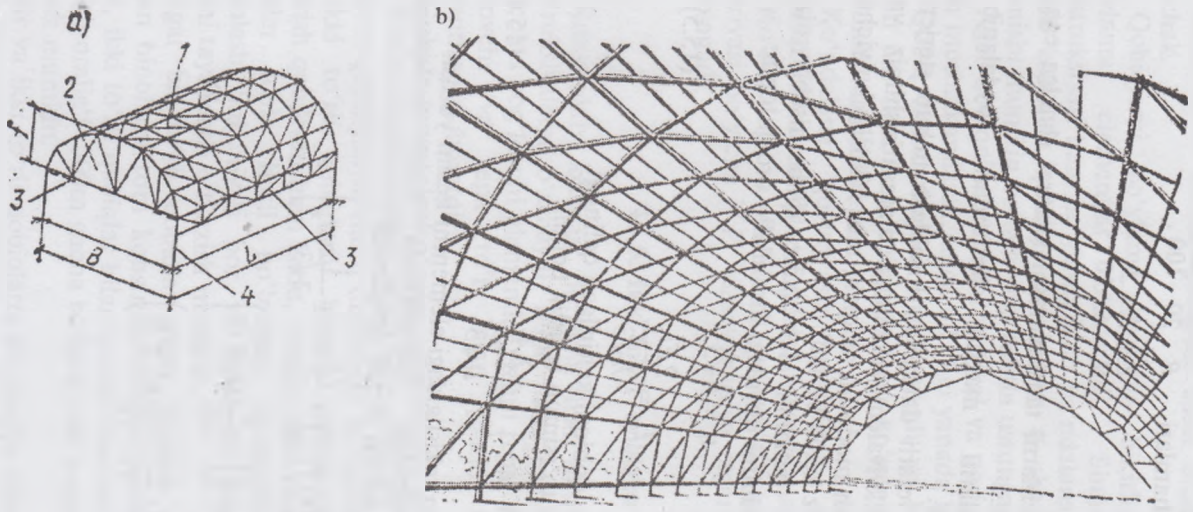
$$N_1 = \frac{a}{4}\left(\sqrt{3}N_x \mp \frac{1}{\sqrt{3}}N_y\right) + \frac{a}{h}\left(\mp\frac{\sqrt{3}}{2}M_y \pm \frac{1}{2\sqrt{3}}M_x\right)$$

$$N_2 = \frac{a}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}N_y + 5\right) + \frac{a}{h}\left(\mp\frac{1}{\sqrt{3}}M_x \mp H\right)$$

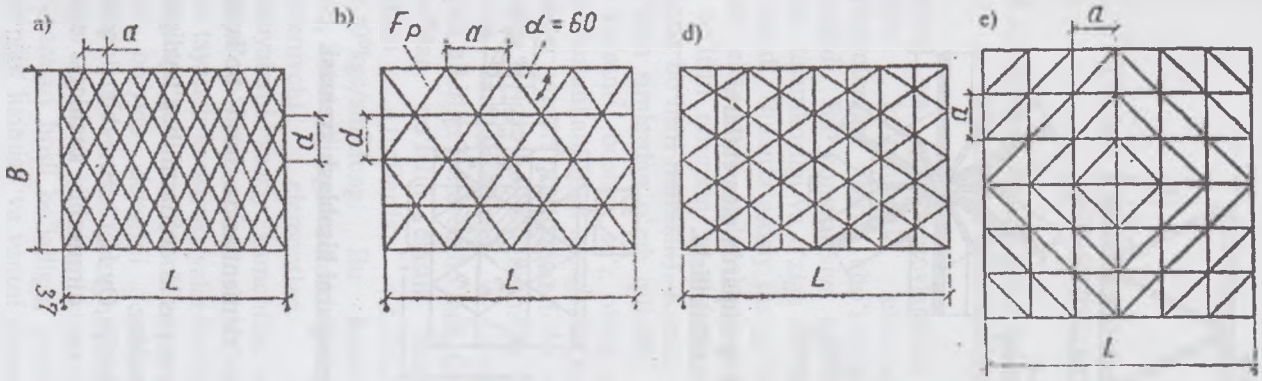
$$N_3 = \frac{a}{2}\left(\frac{1}{\sqrt{3}}N_y - 5\right) + \frac{a}{h}\left(\mp\frac{1}{\sqrt{3}}M_x \pm H\right) \qquad (15.7)$$

$$S_1 = \frac{\sqrt{3}}{2}\cdot\frac{al_p}{h}Q_y$$

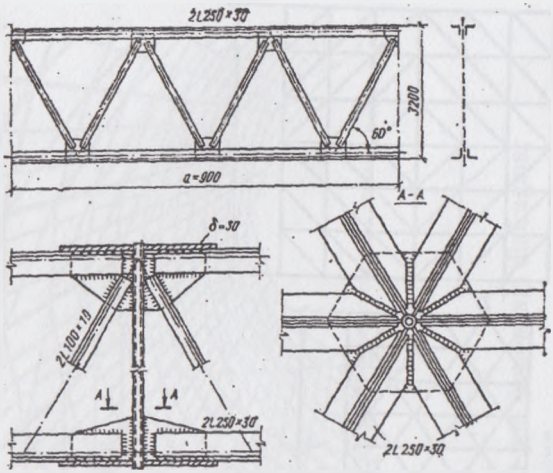
$$S_2 = S_3 = \frac{3}{4}\cdot\frac{al_p}{h}Q_x$$



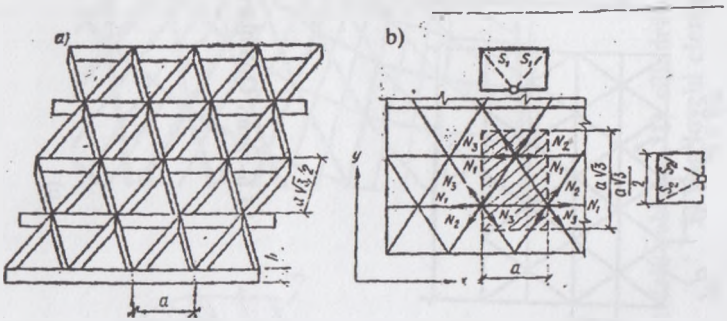
15.5-rasm. Bir to'rli qobiqlar. 1) silindrik qobiq; 2) yon tomondagi diafragma; 3) bog'lovchi element; 4) ustun.



15.6-rasm. Qobiqlarning to'rlari.



15.7-rasm. Ikki to'rlik qobiqlarda elementlarni bir-biriga biriktirilishi.



15.8-rasm. Ikki to'rlik qobiqlarni hisoblash sxemasi.

bu yerda, N_1, N_2, N_3 – to'r elementlarida hosil bo'layotgan kuchlar.

S_1, S_2, S_3 – tepa va pastki to'rlarni bog'laydigan va elementlarda hosil bo'ladigan kuchlar.

Nx,Nu;S;Mx,Mu;Qz,Qy;H – bir qatlamli qobiqlardagi hisobli normal va qirquvchi kuchlar, eguvchi momentlar.

XVI bob. CHO'ZILISHGA ISHLAYDIGAN KONSTRUKSIYALAR

16.1. Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni cho'zilishga ishlaydigan konstruksiyalar bilan yopish

Jamoat va sport saroylarining qurilishida, ayniqsa, tom yopmasini ko'taruvchi elementlar sifatida tejamkor konstruksiyalardan biri cho'zilishga ishlayotgan vantlardan foydalaniladi. Bu konstruksiya boshqa konstruksiyaga qaraganda yengilligi, tejamkorligi va o'ziga xos bo'lgan tashqi ko'rinishi bilan ajralib turadi. Bularda asosiy tashqi ta'sir etayotgan yukni ko'tarib turadigan elementini egiluvchan vantlar tashkil qiladi (kanatlar, troslar bo'lishi mumkin va alohida qo'yilgan simlar to'plamidan ham iborat bo'lishi mumkin). Kanat, troslar katta mustahkamlikka ega bo'lgan simlardan o'rab qilinadi. Simlarni mustahkamligi 120 – 240 kg/mm^2, boshqa so'z bilan aytganda 4 ÷ 6 marta oddiy po'latni mustahkamligiga qaraganda ko'proq.

Vantlar yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan simlardan ham, o'ralmagan holda, bo'lishi mumkin. Bunday tayyorlangan konstruksiyalar mustahkamroq va o'ralgan simlardan qilinganga qaraganda bikirligi kattaroq bo'ladi. Chunki yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan po'latni elastik moduli $1{,}9 \cdot 10^4$kH/sm^2 yuqori mustahkam troslarda $1{,}5 \div 1{,}7 \cdot 10^4$ kH/sm^2 yoki $1{,}5 \div 1{,}7 \cdot 10^6$kgs/sm^2.teng. Bu konstruksiyani, normal yuklar ta'siridan, katta siljishga va haddan tashqari egilishga olib keladi.

Ko'taruvchi elementlari cho'zilishga ishlayotgan konstruksiyalarni asosiy kamchiligi shundan iboratki, vantlarni mahkamlab qo'yadigan va hosil bo'ladigan tortqich kuchini qabul qiladigan tayanch konstruksiyalar bo'lishi shart.

Tortqich kuchini qabul qiladigan konstruksiyani binoni perimetri bo'ylab devorini tepa qismiga joylashtiriladi. Bu konstruksiyalarga vertikal tayanch reaksiyalari va gorizontal tortqich kuchlari ta'sir etadi, shuning uchun bikirligi katta bo'lishi kerak. Uni o'lchamlari hosil bo'ladigan gorizontal kuch miqdoriga ta'sir etayotgan yuk hajmiga va vantni geometrik tavsifnomasiga bog'liq.

$f = \left(\frac{1}{10} \div \frac{1}{20}\right) \cdot l$ bo'lishi mumkin.

Bir belbog'li vantli sistemalar bir zum turg'unlikka ega bo'lgan konstruksiyalardir. Agar ta'sir etayotgan yuklar vantni uzunligi bo'yicha bir me'yorda ta'sir etsa, unda egiluvchan vantni shakli hisoblash sxemasiga mos kelib hisob shunga qarab bajariladi. Agarda simmetrik bo lmagan yuk ta'sir etsa, unda vant shakli o'zgaradi, turg'unligi yo'qoladi va tom konstruksiyasi buziladi. Bunday hol bo'lmasligi uchun vant oldindan zo'riqtirib qo'yiladi shu bilan sistemani turg'unligi oshiriladi Misol qilib, Krasnoyarsk shahrida bir belbog'li vant sistema bilan to'g'ri to'rtburchakli garaj binosini tom konstruksiyasi yaratilishini keltiramiz eni l=78m uzunligi 84m. ustunlar qadami 12m ga teng. Tortqich kuchini maxsus poydevorlarga o'tkazishgan.

Rejada doira bo'lgan binolardan Montevideo degan shaharda qurilgan yopiq stadionni keltirishimiz mumkin: diametri 93m li. Vantlar radius bo'yicha joylashib, ichki va tashqi tayanch doiralarga mahkamlangan. O'rtasidagi tayanch doirasi po'latdan qilingan, u faqat cho'zilishga ishlaydi. Tashqi doirasi temir-betondan qilingan u siqilishga ishlaydi. Vantlar qurilish vaqtida oldindan zo'riqtirilgan. Quyidagi yo'l bilan vantlar ustiga temir - beton plitalar yotqizilib va ular og'irligi ta'siri natijasida vantlarda zo'riqish hosil bo'lgan, plitalarni orasi monolit beton bilan to'ldirilib yetarli darajada bikirlikka ega bo'lgan tom diski tayyorlangan. Tom diski zo'riqish kuchlarni qabul qila oladigan elementga aylangan.

Bu holda vantni o'zini bir zum bikirlikka ega bo'lgan konstruktiv element deb hisoblasak ham bo'ladi.

Agar bir belbog'li vantli sistemalarni yengil tom konstruksiyalar bilan yopib yuborsak, unda shamol bo'lgan vaqtida binoni o'rtasi ko'tarilib ketishi mumkin, aerodinamik kuchlar ta'siridan va natijada tom konstruksiyasi buziladi. Bunday salbiy hodisa bo'lmasligi uchun qo'shimcha vantlar bilan ko'taruvchi tom konstruksiya vantlari binoni pastki qismidagi elementlarga tortib qo'yiladi yoki o'rta qismiga doimiy ta'sir etayotgan yuk o'rnatiladi.

Bir belbog'li vantlarda hosil bo'ladigan gorizontal tortqich kuchni quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$H = \frac{M}{f} \qquad (16.1)$$

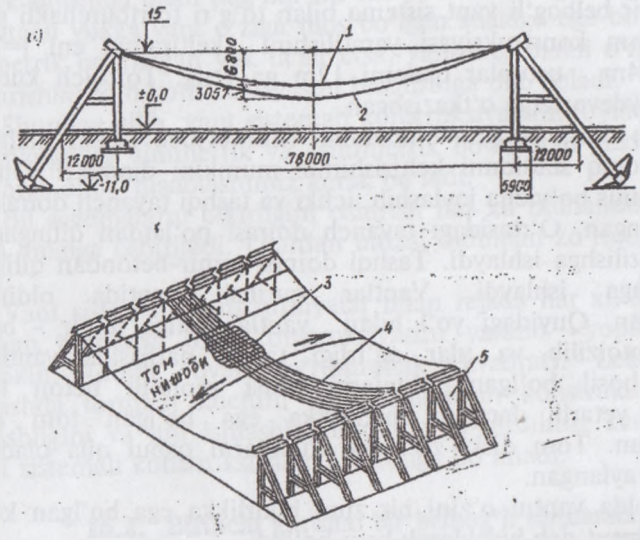
bu yerda, M – maksimal to'sinda hosil bo'ladigan eguvchi moment

$$M = \frac{ql^2}{8} \qquad (16.2)$$

f – vantni egilganligi

Shunday qilib, tortqich yoki gorizontal kuch:

$$H = \frac{ql^2}{8f} \qquad (16.3)$$



16.1-rasm. To'rtburchakli binoni parallel qo'yilgan vantlardan foydalanib yopish:
1) o'rtadagi vant; 2) chekkadagi vant; 3) temir-beton plita; 4) ko'taruvchi vantlar d= 40mm qadami 1500mm.

Vantda hosil bo'ladigan hisobli kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$T = \sqrt{H^2 + V^2} \qquad (16.4)$$

bu yerda, V – tayanch reaksiyasi.

$$V = \frac{ql}{2} \qquad (16.5)$$

Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarni yaratishda chodirsimon vantli sistemalardan ham foydalanishadi. Ular o'rtasida ustuni bilan yoki chodirni o'rta qismini ko'tarib turuvchi vant sistemasi bilan bo'lishi mumkin. Ularni tayyorlashga eng kam miqdorda po'lat sarflanadi, boshqa so'z bilan aytganda tom yopma konstruksiya tejamli chiqadi.

Bu konstruksiyalardan foydalanib, Kiyev shahrida avtobuslar uchun garaj binosini tom yopma konstruksiyasi yaratilgan. Bino tarxida doira ko'rinishda bo'lib, diametri d=160m teng. O'rta qismiga 18m li ustun o'rnatilgan. Vantlar radius bo'yicha joylashtirilib tayanch oralig'idagi masofasi 76m teng, ular bir tomoni bilan ustunga mahkamlangan ikkinchi tomoni bilan tashqi devor ustidagi tayanch doiraga biriktirilgan. Ko'taruvchi vantni diametri d=65mmga teng.

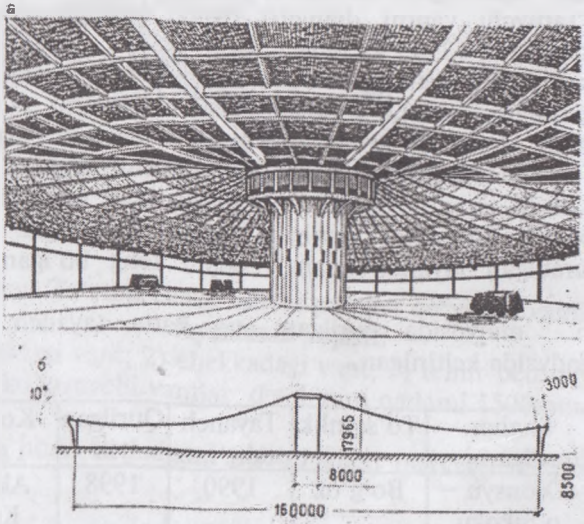
Chodirni o'rta qismini ko'tarib turuvchi vant sistemasiga misol qilib, Tokio shahrida qurilgan sport majmui binosi tom yopma konstruksiyasini keltirish mumkin. «Yo Yogi» (1964-y). Sport saroyni o'lchamlari 126x114m. Tom yopma konstruksiya to'shamasiga qalinligi t=4,5 mm li varaqsimon po'lat ishlatilgan. Asosiy ko'taruvchi vantni diametri d=52 mm ga teng, uni ko'tarish qobiliyati 1350 t ga teng.

Vant sistemali konstruksiyalardan nafaqat tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarni yaratishda foydalanishgan, balki ko'priklar qurilishida ham foydalanishgan. Masalan, 1930–1940-yillarda Norin daryosini ustidan tayanch oralig'i 132m li va Zarafshon daryosini ustidan tayanch oralig'i 145m li vantli ko'priklar qurilgan. Amudaryoda gaz quvurini ko'tarib turadigan tayanch oralig'i 660m teng bo'lgan ko'prik qurilgan.

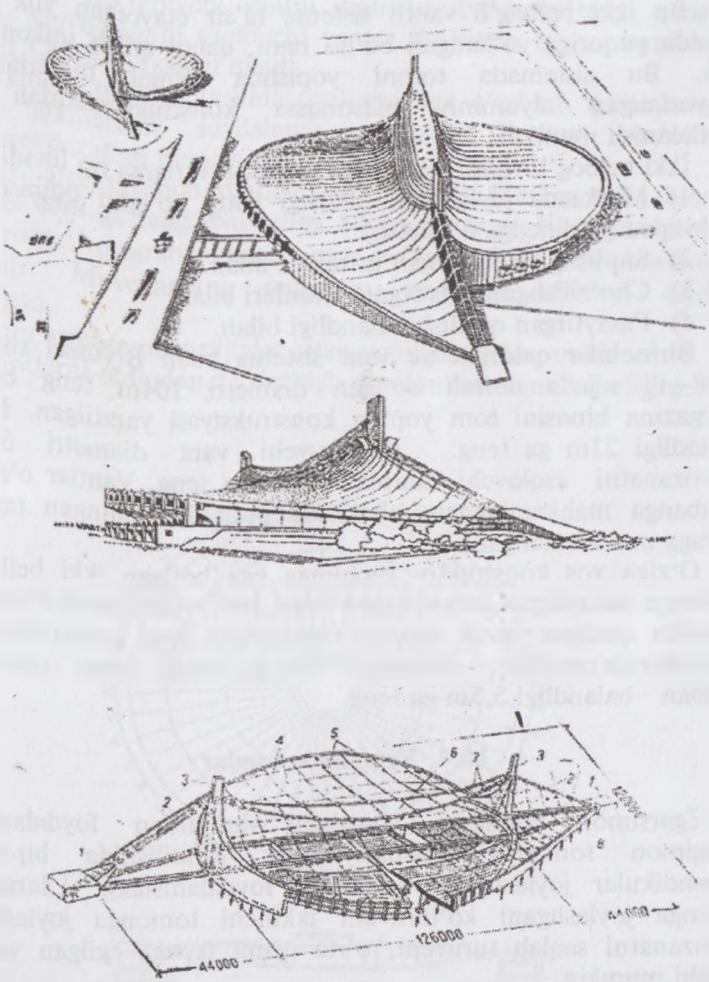
Dunyo miqyosida qurilgan eng katta tayanch oralig'li ko'priklar jadvalda keltirilgan.

Davlat	Shahar. (qurilgan joy)	To'sqinlik	Tayanch oralig'i, m	Qurilgan yili	Ko'prikni nomi
Yaponiya	o.Xonsyu – o.Sikoku	Bo'g'oz	1990	1998	Akashi - Kaikyo (Akasi)
Daniya	Xalskov sprochyo	Bo'g'oz	1624	1997	Bolshoy Beldt
Syangan (Gonkong)	o.Lantau	Bo'g'oz	1413	1997	Szin – Ma

Angliya	sh.Gull	Ko'rfaz Xamber	1410	1981	Xamber
AQSh	sh.Nyu - York	D.Gudzon	1298	1965	Verrazano-Nerrouz
AQSh	sh.San - Fransisko	Ko'rfaz	1280	1937	Zolotie vorota
Shvetsiya	Veda - xornyo	Bo'g'oz	1210	1997	Xoga Xusten
AQSh	Michigan	Bo'g'oz Makinak	1158	1957	Bolshoy Mak
Yaponiya	o.Xonsyu – o.Sikoku	Bo'g'oz	1100	1988	1)Seto Oxasi 2)Minami Bisan Seto
Turkiya	sh. Istambul	Bo'g'oz Bosfor	1090	1988	Fatax Sultan Mexmet
Turkiya	sh. Istambul	Bo'g'oz· Bosfor	1074	1973	Bosforskiy



16.2-rasm. Chodirsimon binoni o'rtasida baland ustuni bilan. Kiyev shahrida avtobuslar uchun garaj binosi.



16.3-rasm. Tokio shahrida qurilgan sport kompleksi binosi tom yopma konstruksiyasi.

16.3. Ikki belbog'li vantli sistemalar

Ikki belbog'li vantli sistemalar ikki qavatli vantlardan iboratdir. Undan biri, o'rtasi yerga egilgani yuk ko'taruvchi, vant ikkinchisi,

o'rtasi teparoq ko'tarilgani, oldindan zo'riqtirib qo'yiladigani, muvozanatni saqlovchi vant deb aytiladi.

Bu ikki belbog'li vantli sistema ta'sir etayotgan yuk pastga hamda yuqoriga yo'llangan bo'lsa ham, qabul qilish imkoniyatiga ega. Bu sistemada tomni yopishda yengil materiallardan tayyorlangan alyuminiy plastmassa konstruksiyalardan ham foydalanish mumkin.

Ikki belbog'li vantli sistemalar quyidagi turlarga bo'linadi:

1) Markazda joylashgan bikirligi katta bo'lgan doirasi bilan (velosiped g'ildiragiga o'xshash).

2) Siqilishga ishlayotgan ustunlari bilan.

3) Cho'zilishga ishlayotgan ustunlari bilan.

4) Pasaytirgan qurilish balandligi bilan.

Birinchilar qatorida bu vant sistema bilan Bryussel shahrida 1958-yili rejada doirali bo'lgan diametri 104m teng bo'lgan ko'rgazma binosini tom yopma konstruksiyasi yaratilgan. Binoni balandligi 21m ga teng. Ko'taruvchi vant diametri 64mm, muvozanatni saqlovchi vantniki 32mm.ga teng. Vantlar o'rtasida barabanga mahkamlangan, chekkada po'latdan qilingan tayanch doiraga mahkamlangan.

O'ziga xos konstruktiv yechimga ega bo'lgan ikki belbog'li, siqilishga ishlaydigan ustunchalari bilan 1967-yilda Sankt-Peterburg shahrida qurilgan sport saroy «Yubileyniy» tom konstruksiyasini keltirishimiz mumkin, diametri 93m ga teng, o'rta qismidagi baraban balandligi 5,5m ga teng.

16.4. Egarsimon tomlar

Egarsimon tomlarni yopishda vantlardan foydalaniladi. Egarsimon tomlar konstruksiyalarini yaratilishida bir-biriga perpendikular joylashgan vantlardan foydalanishadi. Ularni bir tomonga joylashgani ko'taruvchi ikkinchi tomonga joylashgani muvozanatni saqlab turuvchi, o'rta qismi tepaga egilgan vantlar bo'lishi mumkin.

Bu egarsimon tomli konstruksiyalarni yaratilishida ko'taruvchi tayanch konstruksiyasini shakli har xil bo'lishi mumkin doira, oval, arka.

Misol qilib, temir-betondan qilingan egilganroq arkalardan foydalanib, Amerikadagi Reley – arena sport saroyini keltirishimiz mumkin. Binoni balandligi 25m ga teng, rejada doiraga o'xshash ∅97 m. Ko'taruvchi element sifatida ikkita temir-beton arkalardan

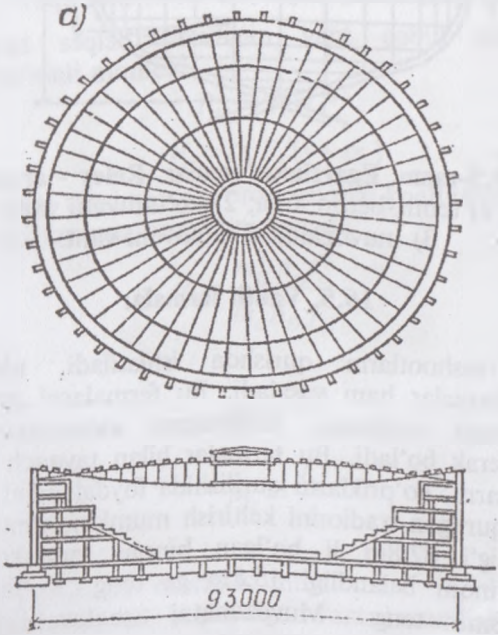
foydalanilgan, vantlarni zo'riqtirish uchun ular yotqizibroq o'rnatilgan. Ko'taruvchi vantni diametri d=32mm teng, qadami 1,83m. Muvozanatni saqlovchi vantni d=19mm teng, buni ham qadami 1,83m ni tashkil qiladi.

Ikkinchi misolga tarhida oval shakliga o'xshash ikkita temir-beton arkalardan foydalanib qurilgan Xarkov shahridagi kinokonsert zallari binosini keltirishimiz mumkin.

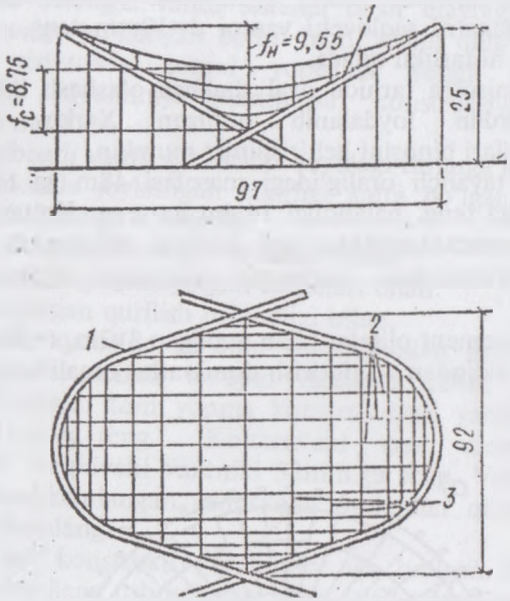
Arkalarni tayanch oralig'idagi masofasi 48m ga teng binoni uzunligi 45m ga teng, balandligi 14,4m ga teng. Ko'taruvchi vant 10ta yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan Ø5mm li simlardan iboratdir. Muvozanatni saqlovchi vantlarga Ø9mm troslar ishlatilgan.

Tom armosement plitalar bilan yopilgan 1x2m, t=30mm.

Vantlarni oldindan zo'riqtirish domkratlar orqali bajarilgan.



16.4-rasm. Ikki belbog'li vantli sistema Sankt - Peterburgdagi «Yubileyniy» sport saroyning tom yopma konstruksiyasi.



16.5-rasm. Egarsimon tomlar. Reley - arena:
1) temir-beton arka; 2) ko'taruvchi vant;
3) muvozanatni saqlovchi vant.

16.5. Vantli fermalar

Vantlar inshootlarni qurishda ishlatiladi, ulardan asosiy ko'taruvchi fermalar ham yasaladi. Bu fermalarni unumli ishlashi uchun ulardagi siqilishga ishlaydigan elementlarni oldindan zo'riqtirish kerak bo'ladi. Bu fermalar bilan tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni, ko'priklarni qurilishida foydalaniladi. Misol qilib, Stokgolmda qurilgan stadionni keltirish mumkin, vantli ferma bilan tayanch oralig'i 82,8m li bo'lgan binoni tom konstruksiyasini yaratilgan. Binoni balandligi 15,8m ga teng. Ko'taruvchi vant diametri Ø58mm teng. Muvozanatni saqlovchi vant diametri Ø48mm teng.

Ikki belbog'li vantlarni hisoblashda ko'tarib turuvchi vantda hosil bo'ladigan tortqich kuchi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$H_H = H_{HO} + \left[M^0_{(P_H)}\right] / f_H \qquad (16.6)$$

va qolgan tortqich kuchini muvozanatni saqlovchi vant qabul qiladi:

$$H_c = H^n_c - \left[M^0_{(P_c)}\right] / f_c \qquad (16.7)$$

bu yerda, $$H_{HO} = H^n_H + \left[M^0_{(q)}\right] / f_H \qquad (16.8)$$

Ko'tarib turuvchi vantdagi boshlang'ich tortqich kuchi

H^n_H – ko'tarib turuvchi vantdagi oldindan zo'riqtirilgan kuchdan hosil bo'lgan tortqich kuchi.

$M^0_{(q)}$ – tom konstruksiyasini og'irligidan hosil bo'ladigan to'sinli moment.

$M^0_{(P_H)}$ – vaqtincha ta'sir etayotgan yukni (Pн) bir qismidan (ko'taruvchi vant qabul qiladigan) hosil bo'ladigan to'sinli moment.

$M^0_{(P_c)}$ – vaqtincha ta'sir etayotgan yukni (Pc) qolgan qismidan (muvozanatni saqlab turadigan vant qabul qiladigan) hosil bo'ladigan to'sinli moment.

$$P_H = P - P_c \qquad (16.9)$$

$$P_c = \alpha_1 P / (1 + \alpha_1) \qquad (16.10)$$

α_1 – yukni taqsimlovchi proporsional koeffitsiyenti, uning qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\alpha_1 = \frac{m^2_H A_c f^2_c}{m^2_c A_H f^2_H} \qquad (16.11)$$

bu yerda,

$$m_H = \frac{L_H}{l} \qquad (16.12)$$

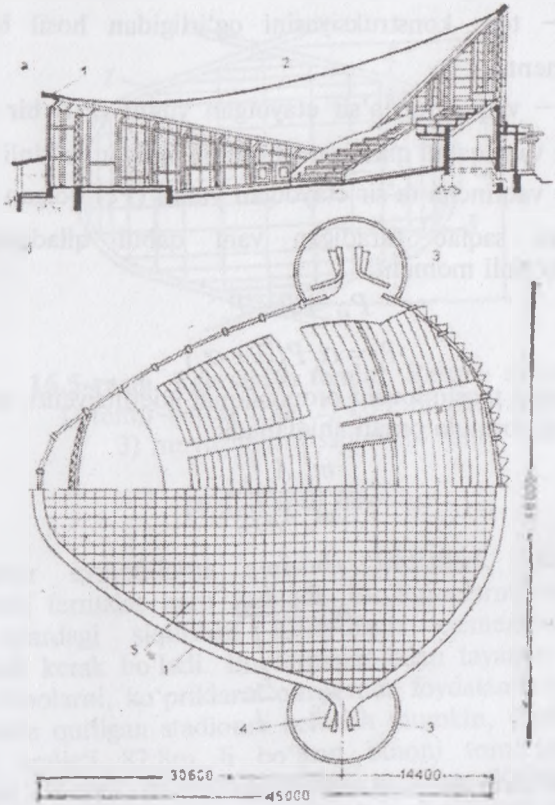
$$m_c = \frac{L_c}{l} \qquad (16.13)$$

L_H – ko'taruvchi vantni uzunligi
L_c – muvozanatni saqlaydigan vantni uzunligi
l – binoni tayanch oralig'idagi masofasi.

$H_c^n = H_H^n \left(\frac{f_H}{f_c} \right)$ – oldindan zo'riqtirib qo'ygan kuchdan muvozanatni saqlab turuvchi vantda hosil bo'ladigan tortqich kuchi.

16.6. Po'lat membranalar

Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni tom konstruksiyalarni yaratilishida cho'zilishga ishlaydigan vantlardan tashqari varaqsimon po'latlar va alyuminiylardan tayyorlangan membranalar ham bo'lishi mumkin.



16.6-rasm. Xarkov shahridagi kinokonsert zali:
1 – arka; 2 – tom yopma armosement plitalardan; 3 – suv basseyni; 4 – suv o'tkazmaydigan moslama; 5 – vant turi IxI m.

Ko'pincha bu membranalar qalinligi 5 – 6mm li bo'lgan varaqsimon po'lat prokatidan tayyorlanadi va bir tomonda temir-betondan qilingan tayanch doiraga biriktiriladi, ikkinchi tomondan binoni o'rta qismida joylashgan po'latdan tayyorlangan, tayanch doiraga biriktiriladi.

Bu konstruksiyalar tayanch oralig'i 100m dan ortiqroq bo'lgan binolarni tom yopma konstruksiyalarini yaratilishida ishlatiladi.

Membranalar nafaqat ko'taruvchi va balki tashqi muhitdan ajratib turuvchi element ham bo'lib ishlatiladi.

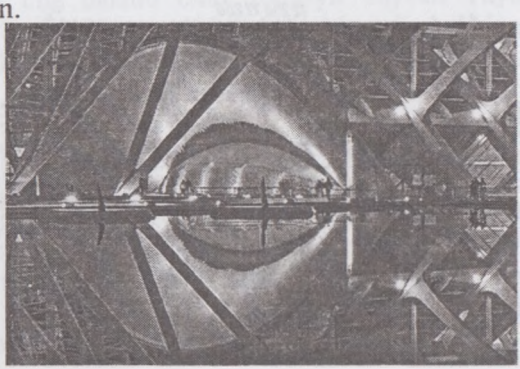
Misol uchun Sankt - Peterburg shahrida qurilgan sport majmua binosini tom yopma konstruksiyasini keltirish mumkin.

Bino rejada doira shakliga ega diametri 160m ga teng.

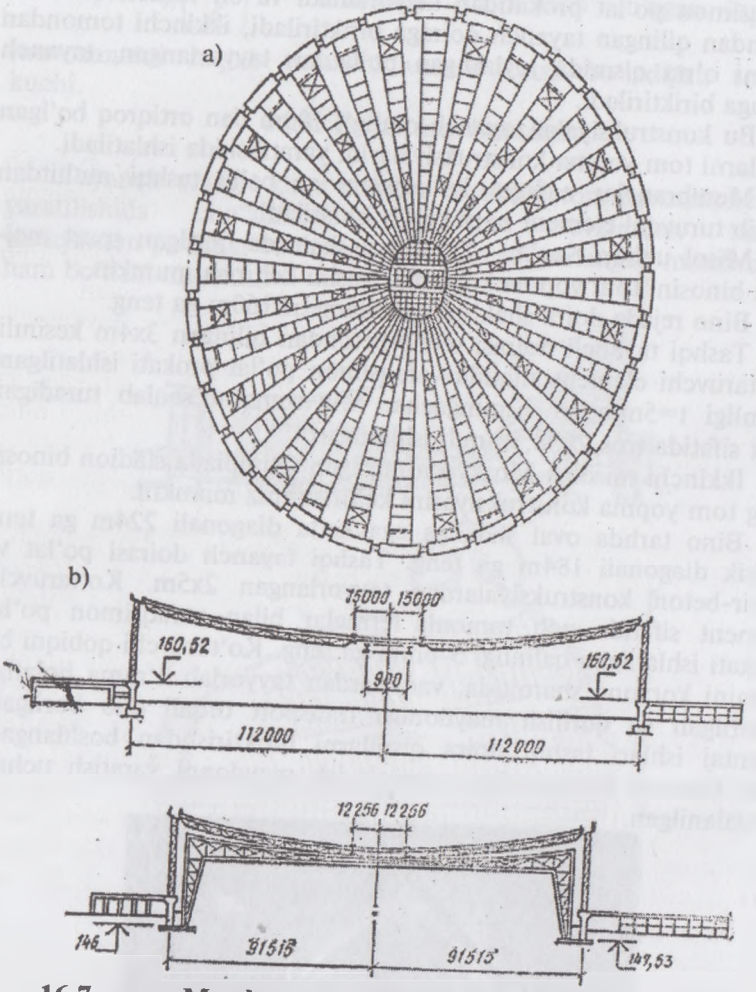
Tashqi tayanch doirasi temir-betondan qilingan 3x4m kesimli. Ko'taruvchi element sifatida varaqsimon po'lat prokati ishlatilgan, qalinligi t=5mmdan 12mmgacha. Muvozanatni saqlab turadigan vant sifatida tros ∅ 38,5mm.li ishlatilgan.

Ikkinchi misolga Moskvada qurilgan Olimpiada stadion binosining tom yopma konstruksiyasini keltirishimiz mumkin.

Bino tarhda oval shakliga ega katta diagonali 224m ga teng kichik diagonali 184m ga teng. Tashqi tayanch doirasi po'lat va temir-beton konstruksiyalardan tayyorlangan 2x5m. Ko'taruvchi element sifatida uch tomonli fermalar bilan varaqsimon po'lat prokati ishlatilgan qalinligi 5–6mm ga teng. Ko'taruvchi qobiqni bir qismini korxona sharoitida, varaqlardan tayyorlab o'rama holatiga keltirilgan va qurilish maydoniga transport orqali olib borilgan. Montaj ishlari tashqi doira qismlarni biriktirishdan boshlangan. Uch tomonli fermalardan tayanch ish maydonni yaratish uchun foydalanilgan.



Zamonaviy tom konstruksiyasi.



16.7-rasm. Membrana – qobiqli tom yopma konstruksiya. Moskva shahridagi yopiq stadion: a) tarh; b) qirqimlari.

XVII bob. BALAND BINOLARNING SINCHI

Hozirgi davrda jamoa va turar binolarni qurishda ko'tarib turuvchi elementlarni sinchini po'lat konstruksiyalardan foydalanib yaratishadi.

Agar tarixga murojaat qilinsa, unda po'lat sinchidan foydalanib baland binolarni qurilishini XIX asrdayoq boshlab yuborilgan.

Birinchi 20 qavatli po'lat konstruksiyalardan foydalanib yasalgan sinchli bino 1893-yilda Chikago shahrida qurilgan.

1904-yilda Nyu - York shahrida 30 qavatli bino qurilgan va 1907-yilda 47 qavatli Zinger kompaniyasiga tegishli bino qurilgan.

55 qavatli binoni 1910-yilda boshlab 1918-yilda qurib bo'lishgan.

1931-yilda Nyu - York shahrida 102 qavatli umumiy balandligi 381m li . «Empayr — Stayt Bilding» baland bino qurilgan. 1974-yili Chikago shahrida 108 qavatli balandligi 442m teng bo'lgan «Sirs — Tauer» binosi qurilgan.

1998-yili Kuala — Lumpur shahrida Malayziya 88 qavatli balandligi 452m teng bo'lgan ikkita egizak «Petronas — Tauers» binosi qurilgan, o'z tashqi ko'rinishi bilan va binolar bir-biriga bog'langanligi va rejasini konstruktiv shakli bilan ajralib turadi.

Hozirda eng baland bino 2003-yil Tayvan Taybey shahrida qurilgan 508m li 101 qavatli bino hisoblanadi, bu bino konstruktiv yechimi faol zilzilaga bardoshligi bilan ajralib turadi. Lekin Arab - Emiratida Dubay shahrida balandligi 800m dan ortiq bino qurilmoqda.

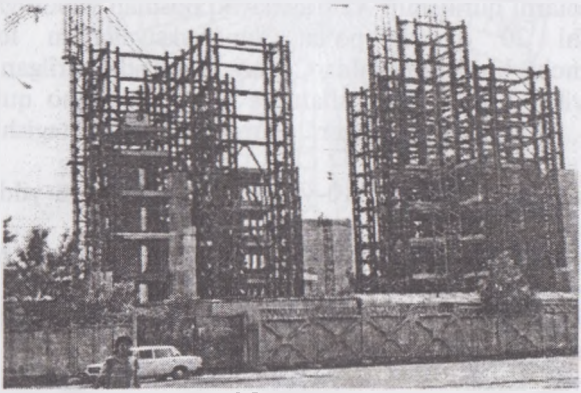
MDH davlatlarda birinchilar qatorida qurilgan baland binolarga misol qilib, Moskvadagi Smolensk maydonchasi yonida qurilgan baland binoni va 1947-yilda qurilgan 28 qavatli MDU binosini sinchlarini keltirishimiz mumkin. 1960—1970-yillarda Moskva, Kiyev, Toshkent, Sankt - Peterburg va boshqa katta shaharlarda baland binolar qurilgan, sinchlari po'lat konstruksiyalardan tayyorlangan.

2005-yili Moskva shahrida 54 qavatli balandligi 264m teng bo'lgan «Triumf-Palas» binosi qurilgan.

Baland binolarning sinchiga qo'yilgan asosiy talablardan biri tashqi va ichki ta'sir etayotgan yuklarni hammasini qabul qilib olib ularni poydevorga o'tkazib yuborishdir.

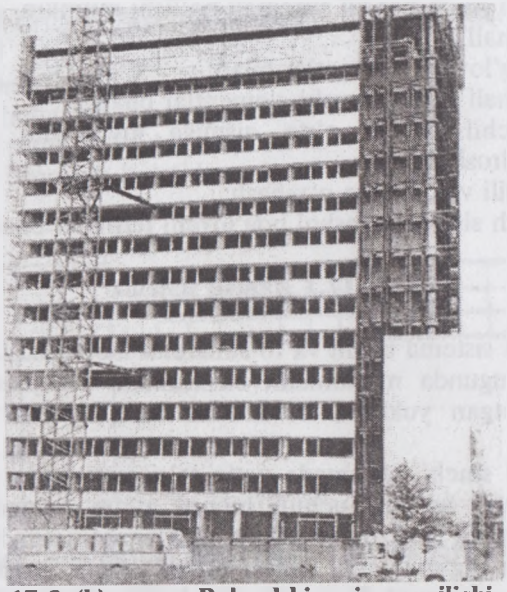
Sinchni elementlariga, ayniqsa, ustunlariga, juda katta kuch ta'sir etadi. Shuning uchun binoning sinchi yetarli darajada mustahkamlikka va bikirlikka ega bo'lishi shart.

Baland binoni sinchi ustunlar, to'sinlar va bog'lovchi elementlardan iboratdir. Ustunlar va to'sinlar tik va yotiq yuklarni qabul qiladi, bog'lovchi elementlar sinchini bikirligini va fazoviy ishlashligini ta'minlaydi.



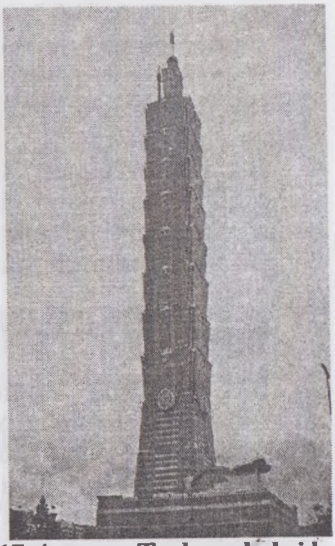
17.1-rasm. Baland bino sinchining yaratilishi.

17.2 (a)-rasm. Baland binoning qurilishi.



17.2 (b)-rasm. Baland binoning qurilishi.

17.3-rasm. Dubay shahrida qurilgan baland bino.



17.4-rasm. Taybey shahrida qurilgan 101 qavatli bino.

Po'latli sinch har xil sistemali bo'lishi mumkin.

1) ramali;
2) bog'lovchi elementlar bilan;
3) ramali va bog'lovchi elementlar bilan;
4) sinchli binoni o'rta qismiga joylashgan bikirligi katta bo'lgan yadrosi bilan;
5) qutili va quvurga o'xshash;
6) sinch sistemasi tashqi bog'lovchi fermalar bilan.

17.1 Ramali sistema

Ramali sistema ustun va to'sinlardan iboratdir. Ustun va to'sin bir-biriga tugunda mustahkam biriktiriladi. Natijada tik va yotiq ta'sir etayotgan yuklarni ko'taruvchi ko'p qavatli ramalar hosil bo'ladi.

Ramali sinchli sistemada yotiq ta'sir etayotgan yuklarni qabul qilishli yengil bo'lishi uchun binoni ayrim balandliklarida 5–6 qavatdan keyin gorizontal bikirli disklar o'rnatiladi. Qavatlararo qo'yiladigan yig'ma temir beton plitalarni o'rniga monolit temir-beton plitalar o'rnatiladi, u bikir disk bo'lib xizmat qiladi.

Ramali sistemada bog'lovchi elementlar qo'yilmaydi, oyna, eshiklarni joylashtirishda qulayliklar mavjud.

Binoni arxitektura – reja yechimlari osonlashtiriladi.

Ramali sistemani kamchiligiga tugunlarni yaratilishida qiyinchiliklar borligi kiradi, chunki tugun juda mustahkam, bikirligi katta bo'lishi shart.

Bunday sistemani yaratish uchun po'lat ko'p sarflanadi. Qanchalik bino baland bo'lsa, shunchalik tugun murakkablashib boraveradi. Shuning uchun ramali sistemani o'rta balandlikka ega bo'lgan binolarni qurilishida qo'llansa, foydaliroq bo'ladi.

17.2. Bog'lovchi elementlar bilan yaratilgan binoning sinchi

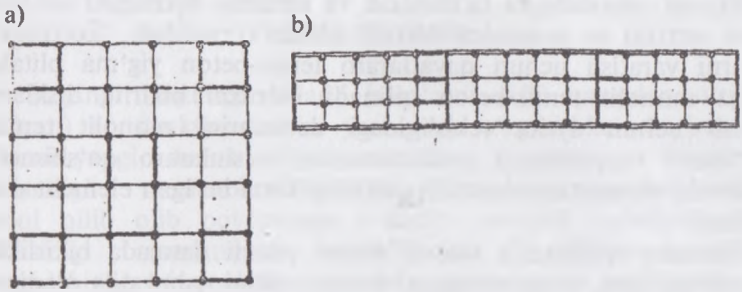
Bu sistemada ustunlararo vertikal bog'lovchi elementlar qo'yiladi. Ular to'sinlar va ustunlar bilan birga vertikal bikirligi katta, gorizontal yukni qabul qila oladigan fermani tashkil etadi.

Bog'lovchi elementlar ustun va to'sinlar bilan sharnir orqali biriktirilishi mumkin. Bu sistemani yaratishga ramali sistemaga qaraganda 20 – 30 % kam miqdorda po'lat sarflanadi.

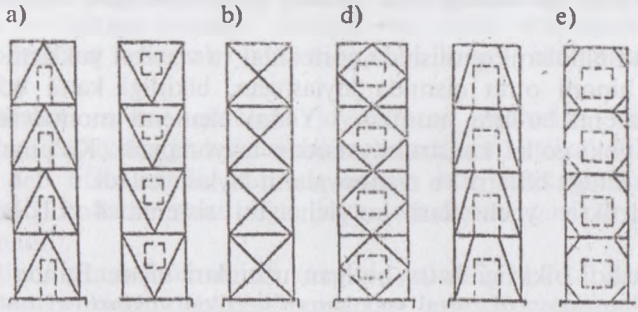
Arxitektura rejaviy yechimida qiyinchiliklar bo'lishi mumkin, shuning uchun vertikal bog'lovchi elementlar binoning har xil

qismiga joylashtiriladi. Bog'lovchi elementlarni turi har xil bo'lishi mumkin.

1) xoch holatida;
2) romb holatida;
3) yarim romb holatida;
4) yarim tirgovich holatida.



17.5-rasm. Bog'llovchi elementlarni planda joylashtirilishi.



17.6-rasm. Bog'lovchi elementlar turlari:
a) tirgovich holatida; b) xoch holatida; d) romb holatida;
e) yarim romb holatida.

17.3. Ramali va bog'lovchi elementlar bilan bo'lgan sistema

Baland binolarni sinchi bir tekislikda ramali va bog'lovchi elementlar bilan bo'lsa, ikkinchisi perpendikular bo'lgan tekislikda faqat ramali sistemadan iboratdir. Shunday qilib, masalani hal qilishga qisman arxitektura — rejaviy yechimi majbur qiladi.

Deraza va eshiklarni bemalol joylashtirish uchun gohida baland binolarni sinchini yechimida bir tekislikdagi ko'taruvchi elementlarga faqat ramalardan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Ikkinchi tekislikda ramali va bog'lovchi elementlar bilan bo'lishi mumkin. Bu tekisligida asosan yaxlit devorlar joylashtiriladi, shuning uchun to'sin bilan ustunni bog'lovchi elementlari joylashtirilsa, unchalik xalaqit qilmaydi.

Binoni ustuvorligini ta'minlash va umumiy bikirligini oshirish uchun vertikal va gorizontal bikirlik disklar o'rnatiladi. Gorizontal disklarni yaratish uchun qavatlararo temir-beton yig'ma plitalar o'rniga monolit temir-beton qilinadi. Vertikal bikirlik disklarni yaratish uchun ayrim tekisligidagi devorlarini monolit temir-betondan tayyorlanadi yoki ustunlar, to'sinlararo qo'shimcha bog'lovchi elementlar o'rnatilib, bikirligi katta bo'lgan element disk yaratiladi.

Shunday qilinganda binoni sinchi yetarli darajada bikirlikka ega, mustahkam, ta'sir etadigan shamol yukini qabul qila oladigan va zilzilabardoshligi yuqori darajada bo'ladi.

17.4. Bino sinchining o'rta qismida yadrosi bo'lgan sistema

Baland binolarni qurilishida gorizontal va vertikal yuklarni qabul qiluvchi, binoni o'rta qismida joylashgan, bikirligi katta bo'lgan, yadro elementi bo'lishi mumkin. Yadro elementi monolit temir-betondan yoki po'lat konstruksiyalardan tayyorlanadi. Ko'pincha bu elementni ichiga liftlarni va zinapoyalarni joylashtiriladi.

Konstruktiv yechimlari bo'yicha bu sistema 4 xil bo'lishi mumkin:

1) Tashqi bikirligi katta bo'lgan ustunlari bilan. Bunda yadro elementi hamma gorizontal va qisman vertikal yuklarni qabul qilib poydevorga uzatadi. Ustunlar vertikal yuklarni qabul qilib poydevorga uzatadi.

2) Yadroga biriktirilgan konsolli to'sinlari bilan. Bu sistemada qavatlararo qo'yilgan konstruksiyalarni yadroga biriktirilgan konsol to'sinlarga mahkamlashadi. Yadro elementi ham vertikal, ham gorizontal yuklarni qabul qilib poydevorga uzatadi.

3) Yadro elementni tepa qismida joylashgan to'sini bilan. Bu sistemada etajlarda qo'yilgan konstruksiyalarni, yadroni tepa qismida joylashgan konsolli to'singa kanat yoki tyaga orqali osib qo'yishadi. Hamma ta'sir etayotgan yuklarni yadro elementi qabul qilib poydevorga uzatadi.

4) Yadro elementni tepa qismida joylashgan to'sini va oldindan zo'riqtirilgan kanatlari bilan. Bu sistemada etajlararo qo'yiladigan konstruksiyalarni oldindan zo'riqtirilgan arqonlarga osib qo'yiladi. Kanatni bir uchi yadroni tepa qismiga joylashgan to'singa ikkinchisi poydevorga biriktiriladi. Natijada binoning zilzilabardoshligi va shamol yukiga qarshiligi oshadi. Arqondagi zo'riqtirish kuchlari hisoblab topiladi.

17.5. Qutili sistemalar

Keyingi vaqtlarda baland binolarni (100 qavatdan ortiqroq bo'lgan) konstruktiv shaklini yechimida o'zgarishlar yuz beryapti. Binoni yangi konstruktiv shakli oshib ketayotgan balandligi sababli (400—450m) gorizontal va vertikal yuklarni qabul qilib olib poydevorga o'tkazib yuborish qobiliyatiga ega bo'lishligi muammolar tug'dirmoqda. 70-yillarda Amerikada baland binolarni sinchini yechimida bu muammo quyidagicha hal etilgan. Ta'sir etayotgan gorizontal va vertikal yuklarni binoning o'rta qismiga joylashgan yadrosiga emas, balki tashqi devorlarga yuklashgan. Shunday qilib, binoni karkasi bikirligi katta bo'lgan quvur — qutiga o'xshab ishlaydi va ta'sir etayotgan hamma gorizontal va vertikal yuklarni qabul qilish imkoniyatiga ega bo'ladi.

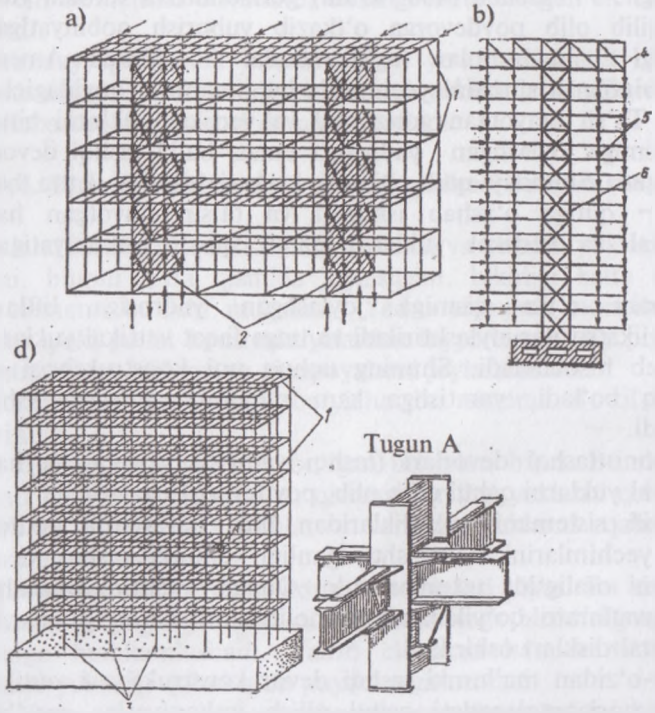
Binoni o'rta qismiga joylashgan yadrosiga liftlar va kommunikatsiyalar joylashtiriladi va unga faqat vertikal yuklar ta'sir etadi deb hisoblanadi. Shuning uchun uni konstruksiyasi ancha oddiyroq bo'ladi, yaratishga kam miqdorda qurilish ashyolari sarflanadi.

Binoni tashqi devorlari (tashqi yadrosi) vertikal va hamma gorizontal yuklarni qabul qilib olib, poydevorga uzatadi.

Qutili sistemani qulayliklaridan biri, qavatlarda arxitektura rejaviy yechimlarini osonlashtirilganligi, chunki tashqi va ichki yadrolarni oralig'ida ustunlar yo'q. Quvur — qutini mustahkamligini qavatlararo qo'yiladigan monolit temir-beton plitalar bilan (gorizontal disklar) oshiriladi.

O'z-o'zidan ma'lumki tashqi devor konstruksiyasi vertikaldan tashqari gorizontal yukni qabul qilish imkoniyatiga ega bo'lish kerak. Shuning uchun tashqi devorga qo'yiladigan ustunlarning soni ko'paytiriladi, qadami kamaytiriladi. Ustunlararo qo'yiladigan to'sinlarning bikirligi oshiriladi.

Shunday konstruktiv shaklga ega bo'lgan binolardan «egizak» 110 qavatli balandligi 411m li Nyu - York shahrida qurilgan Xalqaro savdo markazi binosi edi. Po'lat konstruksiyalarni olovbardoshlik xususiyati kamligi uchun, bu binolar 11-sentabrda 2001-yili uyushtirilgan terror natijasida qulab tushdi. Binolarning mustahkamligi va bikirligi yetarli darajada bo'lganligi uchun, kelib urilgan samolyotlardan so'ng binoning sinchi saqlanib qoldi, buzilish va ag'darilish bo'lmadi. Buzilishiga samolyot urilgan qavatda yong'in chiqishi sabab, olov ta'sirida po'lat konstruksiyalari o'z ko'tarish qobiliyatini yo'qotadi. Bir yoki ikki qavatdagi asosiy ko'taruvchi elementlar o'z ko'tarish qobiliyatini yo'qotgandan so'ng tepa qavatlarni og'irligidan binoning sinchi buzildi.



17.7-rasm. Baland binolarni sinchini sxemasi: a) bog'lovchi elementlar bilan; b) ramali; d) o'rta qismida yadrosi bilan. 1) gorizontal disklar; 2) vertikal disklar; 3) ramalar; 4) to'sin; 5) tortqich; 6) yadro.

17.6. Tashqi bog'lovchi fermalar bilan sinchli sistema

Bu sistemada binoni ichki sinchiga faqat vertikal yuklar ta'sir etadi deb hisoblanadi. Shuning uchun ustunlar to'sinlar bilan mustahkam yoki sharnir orqali biriktirilsa ham bo'ladi. Hamma gorizontal yuklarni tashqi devor tekisligi bo'yicha o'rnatilgan fermalar qabul qilib olib poydevorga uzatadi. Ularni tashqi yadrosi deb hisoblasa ham bo'ladi.

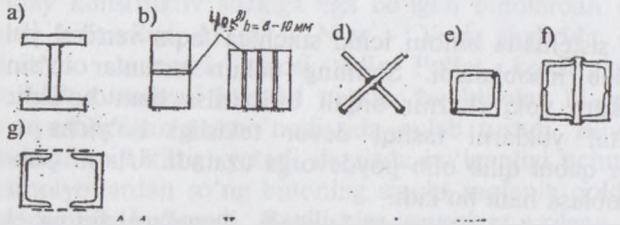
Binoni tashqi ko'rinishi buziladi. Oynalarni ferma elementlari to'sib qolishligi mumkin. Binoning o'zi fermalar ichida bo'lib qamoq holatda bo'ladi.

17.8-rasm. Baland bino tashqi bog'lovchi fermalar bilan.

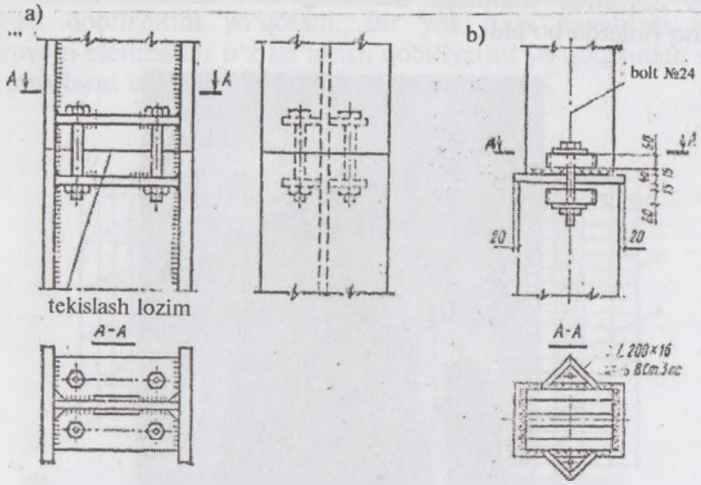
17.7. Asosiy elementlarni kesim yuzasi

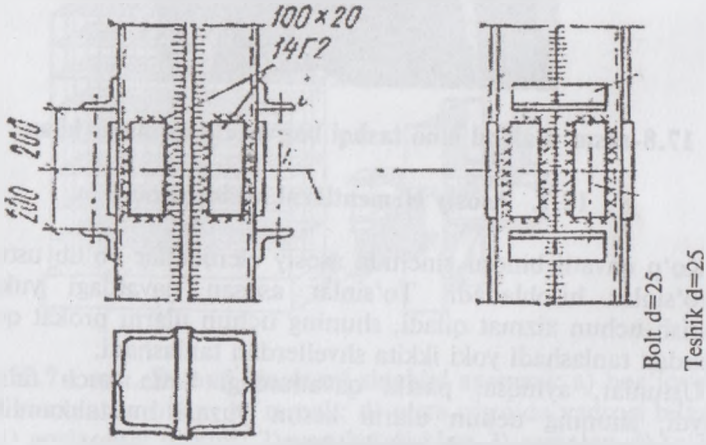
Ko'p qavatli binoni sinchida asosiy elementlar bo'lib ustunlar va to'sinlar hisoblanadi. To'sinlar asosan qavatdagi yuklarni ko'tarish uchun xizmat qiladi, shuning uchun ularni prokat qo'shtavrlardan tanlashadi yoki ikkita shvellerdan tanlashadi.

Ustunlar, ayniqsa, pastki qavatlardagi katta kuch ta'sirida ishlaydi, shuning uchun ularni kesim yuzasi mustahkamlik va ustuvorlik talablariga javob berishi shart.

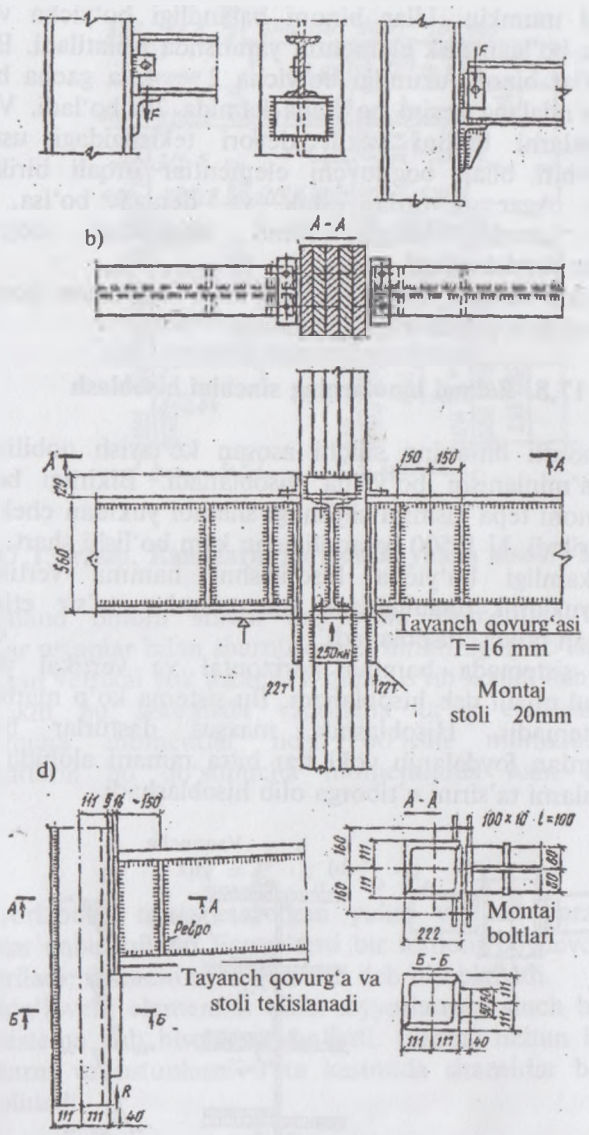


17.9-rasm. Ustunlarni kesim yuzalari.





17.10- rasm. Ustunlarni bir-biriga biriktirilishi.



17.11-rasm.To'sinlarni ustunlarga biriktirilishi.

Bog'lovchi elementlarni kesim yuzasi teng va tengsiz tomonli burchakliklardan iborat bo'lishi mumkin. Gohida shvellerlardan

ham bo'lishi mumkin. Ular binoni balandligi bo'yicha vertikal bikirligi katta bo'lgan disk elementni yaratishda ishlatiladi. Bunday disk elementlar binoni uzunligi bo'yicha 2 — 4 ta gacha bo'lishi mumkin. Ko'ndalang kesim bo'yicha kamida 2ta bo'ladi. Vertikal disk elementlarni binoni yaxlit devori tekisligidagi ustunlar, to'sinlar bir-biri bilan bog'lovchi elementlar orqali biriktirilib, tayyorlanadi. Agar devorda eshik va deraza bo'lsa, unda uchburchak, romb, yarim romb shaklidagi bog'lovchi elementlardan foydalaniladi.

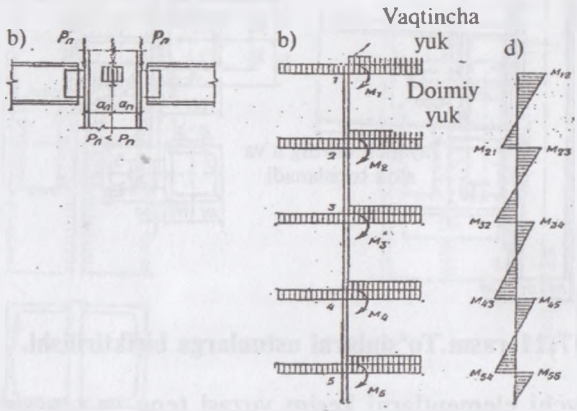
Bu vertikal disklar bino sinchiga ta'sir etayotgan gorizontal yuklarni qabul qilib poydevorga uzatadilar.

17.8. Baland binolarning sinchini hisoblash

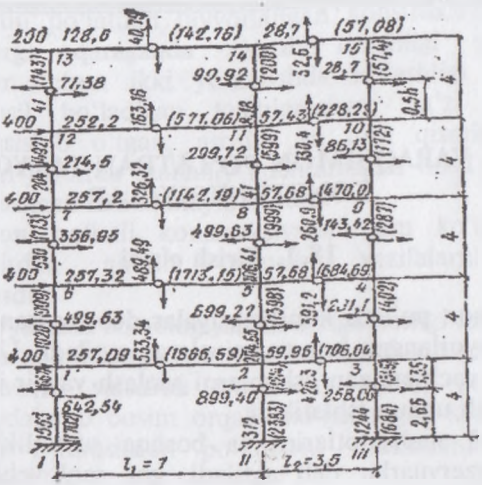
Ko'p qavatli binoning sinchi asosan ko'tarish qobiliyati va bikirligini ta'minlanishi bo'yicha hisoblanadi. Bikirligi bo'yicha hisoblash binoni tepa qismini siljishligi shamol yukidan cheklangan holati tekshiriladi. U 1/500 balandligidan kam bo'lishi shart.

Mustahkamligi bo'yicha hisoblashni hamma vertikal va gorizontal yuklarni birgaligidagi eng noqulay ta'sir etishligini e'tiborga olgan holda hisoblanadi.

Ramali sistemada hamma gorizontal va vertikal yuklarni ramalar qabul qiladi deb hisoblanadi. Bu sistema ko'p marta statik noaniq sistemadir. Hisoblashda maxsus dasturlar bo'yicha kompyuterlardan foydalanib yoki har bitta ramani alohida ajratib boshqa ramalarni ta'sirini e'tiborga olib hisoblashadi.



17.12-rasm. Ramali sistemani vertikal yukka hisobiy sxemasi.



17.13-rasm. Ramalarni gorizontal yukka hisobiy sxemasi.

Baland binoni sinchi bog'lovchi elementlar bilan bo'lsa, to'sinlar ustunlar bilan sharnir orqali biriktirilgan bo'lsa, unda ta'sir etayotgan vertikal yuk ustunni o'qidan o'tib ketadi deb hisoblanadi.

Lekin bu sistemada vaqtincha ta'sir etadigan yuklardan qo'shimcha momentlar hosil bo'lishi mumkin. Sinchdagi elementlarni bu qo'shimcha momentlarda ham hisoblashimiz kerak.

$$M = P_n \cdot a_n - P_n \cdot a_n \qquad (17.1)$$

Gorizontal ta'sir etayotgan yukni vertikal parallel tokchali fermalar qabul qiladi. Fermalarni bir tomoni poydevorga mahkam biriktiriladi, ikkinchi tomoni bo'sh deb hisoblanadi.

Bog'lovchi elementlar bilan tayyorlangan sinch binosini statik aniq sistema deb hisoblasak bo'ladi. Buning uchun har qavatdagi to'sinlarni va ustunlarni o'rta kesimida sharnirlar bor deb faraz qilib olinadi.

XVIII bob. VARAQSIMON PO'LATDAN TAYYORLANGAN KONSTRUKSIYALAR

18.1. Kirish qismi

Varaqsimon po'latli konstruksiyalar deb, asosan varaq prokatli po'latdan tayyorlangan konstruksiyalarga aytiladi. Ular suv, gaz va to'kiladigan, sochiladigan ashyolarni saqlash va bir joydan ikkinchi joyga o'tkazish uchun ishlatiladi.

Suv, neft mahsulotlarini va boshqa suyuqliklarni saqlovchi idishlarini rezervuarlar deb aytiladi, gaz saqlovchi va taqsimlab beruvchi idishlarni gazgolderlar deyiladi. To'kiladigan sochiladigan ashyolarni saqlovchi va qayta mashinaga yuklovchi idishlarni bunker va siloslar deb aytiladi. Suv va gazlarni bir joydan ikkinchi joyga o'tkazish uchun katta diametrli quvurlardan foydalaniladi.

Maxsus konstruksiyalar metallshunoslikda, kimyo va boshqa mahsulot chiqaruvchi sanoatda po'lat tayyorlovchi pechlarni qoplamalari, havo isitkichlarni chang yutqichlarni, elektrfiltrlarni va boshqa konstruksiyalarni tayyorlashda varaqsimon po'latdan foydalaniladi.

Yuqorida keltirilgan varaqsimon po'latlarni ishlatiladigan sohalaridan ko'rinib turibdi. Xalq xo'jaligida ahamiyati va salmog'i kattaligi, Respublikamizda ishlatilayotgan po'lat hajmidan taxminan 30% ni tashkil qiladi.

18.2. Varaqsimon po'lat konstruksiyalarni ajratib turadigan xususiyatlari

Varaqsimon po'lat konstruksiyalar hajmli idish bo'lgan konstruksiyalardir. Yaxlit devori qalin bo'lmagan qobiqlarga o'xshaydi.

Varaqsimon po'latli konstruksiyalarni ishlash sharoiti har xil bo'lishi mumkin. Ular yer qatlamidan ko'tarilgan holatda, yer qatlamini ustida, yarmi yer ostida, suv ostida, statik va dinamik yuklarni ta'siri ostida, vakuum ichida kichik, o'rta va katta bosim ta'sirida, past, o'rta va yuqori harorat ta'sirida ishlashi mumkin.

Varaqsimon po'latdan tayyorlangan konstruksiyalarni boshqa konstruksiyalarga qaraganda ajratib turishligi quyidagilardan iboratdir: ular uchun ikki yo'nalishda ishlashligi odatdir, ikki tekislikda hosil bo'ladigan kuchlanishga, ba'zi bir joylarda qobiqlarni kesishib o'tgan, asosini va tom qismini devorlarga mahkamlangan joylarda mahalliy kuchlanishlar hosil bo'ladi, lekin ular tez uzoqlashgan sari kamayib boradi.

Varaqsimon po'latli konstruksiyalar ham ko'taruvchi ham tashqi muhitdan ajratib turuvchi vazifalarni bajaruvchi konstruksiyalardir.

Ularni tayyorlash texnologiyasida o'ziga xosligi ham bor. Po'lat varaqini o'ziga xos fasonga keltirib kesilishi; fason prokatidan tayyorlangan devorni valsovka (juvalash) qilish, po'lat varaqlar o'ramidan foydalanib bosim orqali mo'ljallangan shaklga keltirish asosda yotgan varaqsimon po'latlarni chekkasini payvandlash uchun tayyorlash.

Oddiy po'lat konstruksiyalarni yaratilishiga qaraganda varaqsimon po'latli konstruksiyalarni tayyorlashda elektr yoyi bilan biriktiradigan chok ishlari 2—3 marta ko'proqdir.

Varaqsimon po'latlardan tayyorlangan konstruksiyalarga alohida ko'tarilgan talablar qo'yilgan. Ular nafaqat mustahkam va suv o'tkazmasligi uchun zich ham bo'lishi kerak.

Chok birikmasi uchma-uch, ustma-ust bajarilishi mumkin, ko'pincha uchma-uch chok birikmasidan foydalaniladi, chunki birikma ishonchliroq chiqadi va po'lat kamroq sarflanadi.

Birgalikda uchma-uch va ustma-ust bajarilgan choklardan kamroq foydalaniladi, chunki chok uzunligi ko'payib ketadi, ba'zi joylarida, choklar kesishib o'tgan joyda, chok po'lat materialida kuchlanishlar hosil bo'ladi va natijada yoriqlar paydo bo'ladi.

Ustma-ust chokdan foydalanganda ishlar kamayadi (elementlarni uchlarini bir-biriga keltirish ishlari bajarilmaydi), lekin bu choklar kuchlanishlar kam bo'lganda qo'llaniladi. Kuchlanishlar katta bo'lgan choklarda, bu ko'proq uchma-uch tayyorlangan birikmalarda hosil bo'lishi mumkin chokni ishonchli ishlashligi tekshiriladi.

Varaqsimon po'lat konstruksiyalarni tayyorlashda elektr yoyi yordamida avtomatik, yarim avtomatik tarzda payvandlash usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Varaqsimon po'lat konstruksiyalarni tayyorlashda sovuq holatda tayyorlangan o'rama, qalinligi 4mm gacha bo'lgan varaqlardan foydalanishadi va issiq holatda tayyorlangan o'ramani

qalinligi 4mm dan – 10mm gacha bo'lgan po'lat prokat varaqlardan foydalanishadi.

Rezervuarlarni va gazgolderlarni tashqi yuzasini korroziyadan muhofaza qilishning turli xil usullarini qo'llash talab qiladi. Silindrga o'xshash rezervuarlarni va gazgolderlarni pastki qismini korroziyadan saqlash uchun qum qatlamini ustiga o'rnatiladi va bo'yaladi.

Agar saqlovchi suyuqliklarni tajovuzkorlik darajasi yuqori bo'lsa, unda ichki tekisliklar ham korroziyadan asraydigan perxlorvinil qatlami bilan qoplanadi.

18.3. Rezervuarlar

Neft, neft mahsulotlarni, suyuq gazlarni, suv, suyuq ammiakni, texspirtni va boshqa suyuqliklarni saqlovchi idishlarni rezervuarlar deyiladi.

Fazoviy joylashishga va geometrik shakliga qarab silindrik (vertikal va gorizontal), sharsimon, tomchisimon, handaksimon va boshqa shaklli bo'lishi mumkin.

Rezervuarlar yer tekisligiga nisbatan yer tekisligidan ko'tarilgan holda, yer ustida, yarim yer ostida, yer qatlamini ostida, suv qatlami ostida joylashishi mumkin.

Rezervuarlar o'zgarmas va o'zgaruvchan hajmli bo'lishi mumkin rezervuar turini tanlashda uni ishlatish tartibiga, saqlanadigan suyuqlikni xususiyatiga va quriladigan hudud iqlimiga qaraladi.

Tayyorlash texnologiyasi osonroq bo'lganligi uchun silindrik vertikal va gorizontal rezervuarlar qurilishda keng tarqalgan.

Tomi yopiq rezervuarlarni kichik bosimli idishlar deyiladi. Ular ko'pincha neft mahsulotlarni saqlash uchun ishlatiladi. To'ldirish va bo'shatish bir yil mobaynida 10–12 marta bo'ladi. To'ldiriladigan vaqtida bosim ko'payib ketadi. (2 kPa gacha), bo'shatish vaqtida esa vakuum hosil bo'lishi mumkin, bosim esa 0,25 kPa ga teng bo'lib qoladi. Ko'p marta neft mahsulotlar bilan to'ldirib bo'shatiladigan rezervuarlarni tomini holatini o'zgaruvchan qilinadi. Bunday idishlarda ortiqcha bosim hosil bo'lmaydi va vakuum ham hosil bo'lmaydi.

Katta bosimga (30 kPa gacha) mo'ljallangan rezervuarlarni, neft mahsulotlarni uzoq muddat saqlash uchun ishlatiladi.

Katta hajmda suyuqlik gazlarni saqlash uchun sharsimon rezervuarlardan foydalanishadi va katta hajmda benzin saqlash uchun tomchisimon rezervuarlardan foydalaniladi.

18.3.1. Vertikal silindrik kichik bosimli rezervuarlar

Neft va neft mahsulotlarni saqlash uchun ko'pincha tom qismi mahkamlangan vertikal silindrik rezervuarlardan foydalaniladi. Ularni tayyorlash va tiklash oson. Po'lat sarfi bo'yicha tejamli bo'ladi. Ularda benzin saqlansa, hajmi 100 dan – 20000 kub m gacha bo'lishi mumkin. Mazut saqlansa, 50000 kub m gacha bo'lishi mumkin. Kelajakda olovbardoshlik choralari ko'rib chiqilsa, saqlash hajmini ko'paytirish mumkin. Devor tagi, tomi vertikal silindrik rezervuarlarning asosiy elementlari bo'lib hisoblanadi. Ular varaqsimon po'latdan tayyorlanadi. V.G.Shuxov rezervuarlarni qurilishiga asos solgan. Uning tavsiyasi bo'yicha, elementlarning o'lchamlari ko'proq rezervuarlarning hajmiga bog'liq. V.G.Shuxov tomonidan vertikal silindrik rezervuarlar uchun samarali o'lchamlari o'rnatilgan. Shu o'lchamlardan foydalanilsa, po'lat eng kam sarf etiladi. Devor qalinligi o'zgarmas rezervuarlar minimal og'irlikka teng, agar rezervuarning tubi bilan tom qismi birgalikda og'irligi devor og'irligidan katta bo'lsa, bu holatda rezervuarning balandligi quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$h_{оптм} = \sqrt[3]{\frac{V}{\pi}\left(\frac{\sum t_{gn}}{t_w}\right)^2} \qquad (18.1)$$

bu yerda, V – rezervuar hajmi,

Σt_{gn} – pastki qismi va tom qalinliklar yig'indisi.

t_w –devor qalinligi.

Katta hajmli rezervuarlarda devor qalinligi o'zgaruvchan bo'ladi. Bunday rezervuarlarda tom va tubi og'irligi yig'indisi devor og'irligiga teng bo'lsa, optimal yechimi hosil bo'ladi. Bu holatda

$$h_{оптм} = \sqrt{\gamma R^{cb} \sum t_{gn} / \gamma_j \cdot V_{ж}} \qquad (18.2)$$

γ_f – yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti.

V_j – suyuqlikni hajm og'irligi.

$$\sum t_{gn} = t_g + t_{кр} \qquad (18.3)$$

30000 kub m gacha bo'lgan rezervuarlarni tayyorlashda o'rama varaqsimon po'latdan foydalaniladi. Tayyorlash dastgohini o'lchamlarini e'tiborga olgan holda uni balandligi 12m deb qabul qilinadi. Oqilona balandligi 14m gacha bo'lgan holda 14m dan

ko'proq bo'lsa, unda balandligini 18m deb qabul qilinadi. Bu balandlikni qabul qilishda varaqasimon po'lat eni e'tiborga olinadi (1400, 1500, 2000mm). Diametri balandligiga nisbatan quyidagi oraliqda olinadi. 10000m^3 -(h/D=$\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}$).

1. Devorni mustahkamlikka hisoblash

Rezervuar devori korpusi ko'taruvchi element bo'lib, u QMQ 2.03.05– 97 talablariga ko'ra chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblanadi. Rezervuar devorini mustahkamlikka momentsiz nazariyasidan foydalanib, suv va ortiqcha gazlar bosimidan faqat cho'zuvchi kuchlar hosil bo'ladi deb hisoblanadi.

Tubidan «x» balandlikdagi devor qismida hosil bo'layotgan hisobiy bosimning quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$P_x = \gamma_{ж}(h-x)\gamma_{f1} + P_u\gamma_{f2} \qquad (18.4)$$

bu yerda, $\gamma_ж$ – suyuqlikni hajm og'irligi.

γ_{f1} = 1.1 yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti.

γ_{f2}=1.2 yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti.

P_u – ortiqcha gazlardan hosil bo'layotgan bosim.

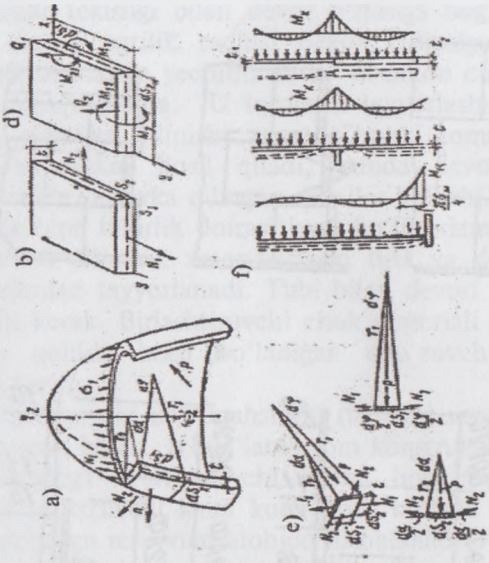
Silindrik qobiqlarni doirasida hosil bo'layotgan kuchlanish 2 marta meridiandagidan kattadir, shuning uchun devor qalinligini quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$t_u = \left[\gamma_{f1}\gamma_{ж}(h-x) + \gamma_{f2}P_u\right] r_2 / \gamma R_s \qquad (18.5)$$

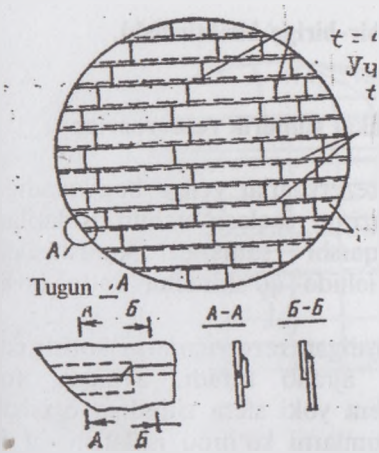
Devor egilishini normal yuklar ta'siridan quyidagi formula orqali aniqlash mumkin.

$$y = \Delta r = \left[\gamma_{ж}(h-x) + P_u\right] r_2 / Et_w = P \cdot r_2^2 / Et_w = \frac{P}{K} \qquad (18.6)$$

bu yerda, $K = \frac{Et_w}{r_2^2}$ – asos koeffitsiyenti.

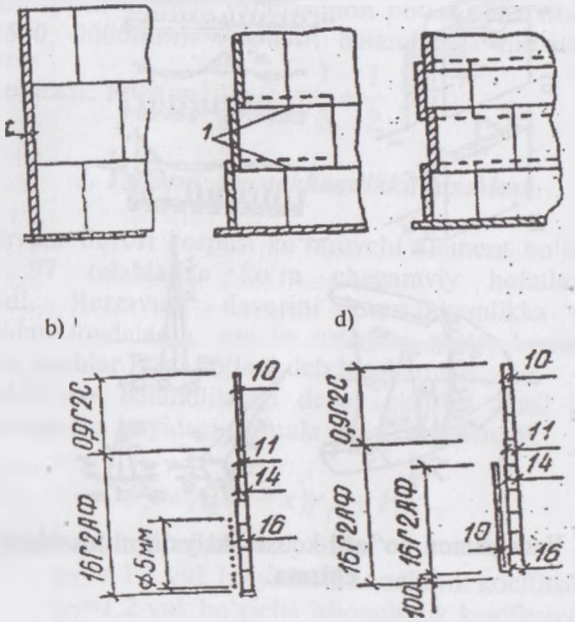


18.1-rasm. Varaqsimon po'latli konstruksiyalarni hisoblash uchun chizma.



Ustma - ust
t= 4 – 5mm
Uchma - uch
t> 5mm
Ustma - ust
Chekka qismi

18.2-rasm. Rezervuar tubini umumiy ko'rinishi.



18.3-rasm. Varaqlarni bir-biriga biriktirilishi.

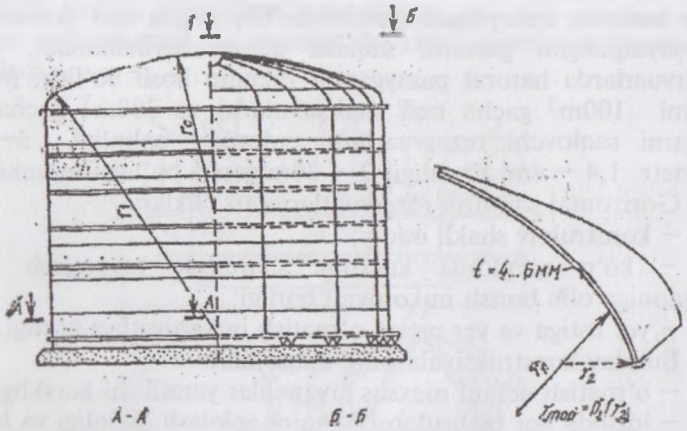
18.3.2. Katta bosimli vertikal silindrik rezervuarlar

Katta bosimga mo'ljallangan rezervuarlar yengil bug'lanadigan neft mahsulotlarni, masalan, benzinni saqlash uchun ishlatiladi. Benzin bug'lanib kamayishiga qarshi samarali kurashishdan bittasi, bu saqlaydigan idishni ichida qo'shimcha katta bosim hosil qilishdir.

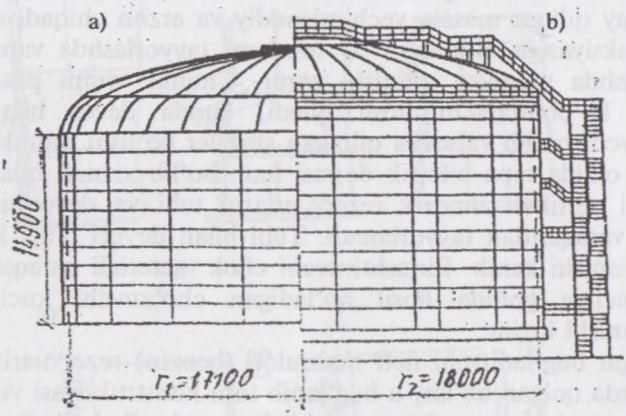
10÷70 kPa. Bu bosimni saqlaydigan rezervuarlarni konstruktiv yechimlari o'ziga xosligi bilan ajralib turadi, ayniqsa, tom konstruksiyasini yechimida torosfera yoki sfera silindrga o'xshash qilib tayyorlanadi. Sferasilindr tomlarni ko'proq ishlatishadi. Bu tom konstruksiyalarini o'ziga xosligi shundan iboratki, ular faqat silindr varaqlardan yig'iladi. Varaqlar faqat meridian yo'nalishda jo'valanadi (valsovka qilinadi) va yig'indisi doira tekisligini hosil qiladi.

Sferasilindr tekisligi bilan devor o'rtasiga bog'lovchi element o'rnatiladi «toro» egrilik radiusi devor radiusiga teng bo'lgan. Shunday qilinsa masala yechimi oddiy va arzon chiqadi sfera tom konstruksiyasiga nisbatan. U tomlarni tayyorlashda varaqlar ikki yo'nalishda valsovka qilinishi zarur. Chunki tomni pastki qismi rejada ko'pburchakni hosil qiladi, bunda devor bilan tomni bog'lovchi bo'lib valsovka qilingan shveller bo'lishi mumkin. U bir vaqtni o'zida tepa bikirlik doirasi ham bo'lib xizmat qiladi. Katta bosimli vertikal silindrik rezervuarlarni tubi va devorlari o'rama po'lat varaqlardan tayyorlanadi. Tubi bilan devori birga ishlashligi ta'minlanishi kerak. Birlashtiruvchi chok materiali nafaqat siljituvchi kuchga gohida hosil bo'ladigan cho'zuvchi kuchga ham hisoblanishi lozim.

Agar bug'lanuvchi neft mahsuloti (benzin) rezervuarlarda kam miqdorda qolgan bo'lsa, u bug'lanib tom konstruksiyasi va devorlar ichidan tashqariga ta'sir etuvchi bosim hosil bo'ladi. Natijada devorni tubidan uzuvchi katta kuch hosil bo'ladi. Bunday yuzaga keladigan vaziyatga rezervuar alohida hisoblanadi. Agar devor bilan tubini biriktiruvchi chok yuzasi kamlik qilsa, unda qo'shimcha konstruktiv choralar qilinadi. Masalan, devorni poydevorga anker boltlar orqali mahkamlash mumkin.



18.4-rasm. Katta bosimli vertikal silindrik rezervuar.



18.5-rasm. Izotermik vertikal silindrik rezervuar ikki qatlamli devori bilan.

18.3.3. Gorizontal silindrik rezervuarlar

Gorizontal silindrik rezervuarlar, katta 1,8 MPa va undan ham ko'p bosimda ishlaydigan idishlar bo'lib, ularda neft mahsulotlarni va suyuqlangan gazlarni saqlash uchun foydalaniladi. Bunday rezervuarlarda harorat pasayganda vakuum hosil bo'lishi mumkin. Hajmi 100m^3 gacha neft mahsulotlarni va 300m^3 gacha suyuq gazlarni saqlovchi rezervuarlarni devor qalinligi 3–36mm, diametr 1,4 – 4m, uzunligi 2 – 30m gacha bo'lishi mumkin.

Gorizontal silindrik rezervuarlarni afzalliklari:

– konstruktiv shakli oddiy;

– ko'p miqdorda korxona sharoitida tayyorlash va ish maydoniga olib borish imkoniyati borligi;

– yer ustiga va yer ostiga o'rnatish imkoniyatlari borligi.

Bunday konstruksiyalarning nuqsonlari:

– o'rnatish uchun maxsus tayanchlar yaratilishi kerakligi;

– idishda bor mahsulotni hajmini aniqlash qiyinligi va h.k.

Gorizontal rezervuarlarni korpusi bir necha yondevor qismlardan iboratdir. Ular varaqli po'latni valsovka qilib, bir-biri bilan biriktirilib silindr shakliga keltirilib yoki o'rama po'latdan foydalanib tayyorlanadi.

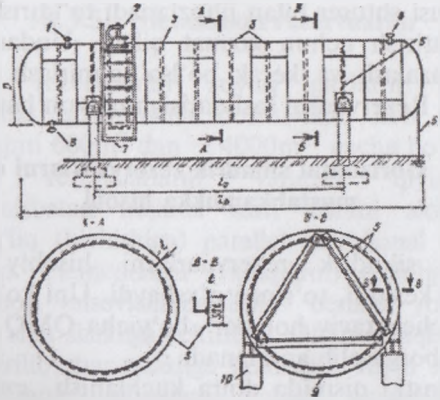
Varaqlarni eni 1500–2000mm tashkil qiladi. Varaqlar bir-biri bilan va yondevor qismlari o'zaro uchma - uch chok orqali biriktiriladi. Agar r_2/t >200 gorizontal rezervuarlarni transportga montaji, vakuum vaqtlarda bo'ladi va uni bikirligi yetarli darajada bo'lishi uchun har bir yondevor qismlarida bikirlik doirasi o'rnatiladi, ular burchakliklardan iborat bo'lib devorga biriktiriladi. Gorizontal silindrik rezervuarlarni tubi saqlanadigan suyuqlikdan hosil bo'ladigan bosimga va rezervuarni diametriga qarab tekis, konus, silindr, sfera yoki ellipsoidal shaklida bo'lishi mumkin.

Tekis shaklidagi tubini tayyorlash oson, lekin ular egiluvchan bo'ladi, mustahkamligini oshirish uchun qovurg'alar biriktiriladi, shuning uchun ular hajmi kichik (100m^3 gacha) va hosil bo'ladigan bosim 40 kPa gacha bo'lgan rezervuarlarda konus shaklidagi tubi qo'llaniladi. Hajmi 75–150m^3 li va ish bosimi 70–150kPa gacha bo'lgan rezervuarlarni tubi silindr shaklida romb varaqlarni valsovka qilib tayyorlanadi.

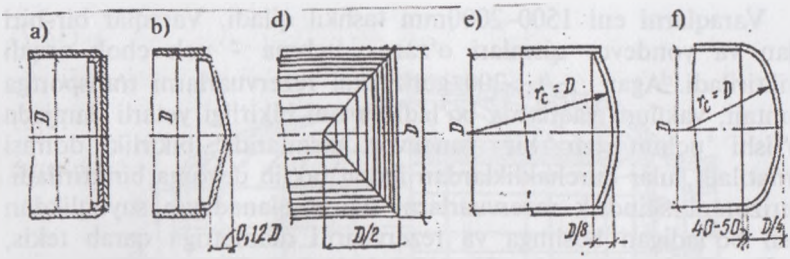
Bosimi 200kPa gacha bo'lgan rezervuarlarni tubi sfera yoki ellipsoidal shaklida qilib tayyorlanadi, maxsus press mashina yordamida ellipsoidal tubli rezervuarlarda tubidan devorga o'tish qismi ravonlik bilan o'tadi, shuning uchun ular ishonchliroq ishlaydi.

Yer usti rezervuarlar ikkita egarsimon tayanchga o'rnatiladi yoki ikkita alohida o'rnatilgan tayanchlarga.

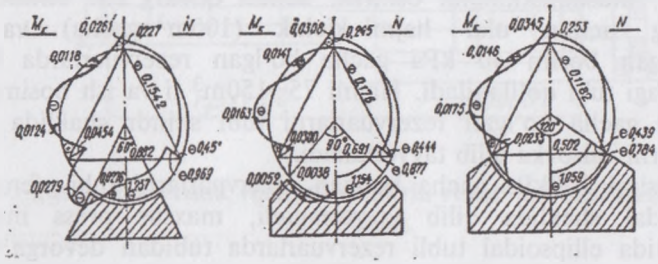
Yer osti rezervuarlar uzunligi bo'yicha egarsimon tayanchga o'rnatiladi.



18.6-rasm. Gorizontal silindrik rezervuar: 1,4,8 – shtuser; 2 – ko'rish teshigi; 3 – bikirlik doirasi; 5 – tayanch diafragmasi.



18.7-rasm. Gorizontal silindrik rezervuarlar tublari.



18.8-rasm. M va N epyuralari.

Korpus ichida tayanch kesimi tekisligi bo'ylab burchakliklardan tayyorlangan doira bilan uchburchakdan iborat bo'lgan bikirlik diafragma o'rnatiladi. Bundan tashqari, rezervuar korpusi oraliqlarda o'rnatiladigan bikirlik doiralar bilan mustahkamlanadi. Rezervuar korpusi shtuser bilan jihozlanadi to'ldirish, bo'shatish va havosini almashtirish uchun xizmat qiladi. Undan ichki qismini qarab turish, tozalash va kerak bo'lsa ta'mirlash uchun tashqari lyuk o'rnatiladi. Rezervuarni tashqarisiga narvon ham o'rnatiladi.

18.3.4. Gorizontal silindrik rezervuarlarni devorini mustahkamlikka hisobi

Gorizontal silindrik rezervuarlarni hisobiy sxemasi ikki konsollik, doira kesimli, to'singa o'xshaydi. Uni ko'tarish qobiliyati birinchi guruh chegaraviy holatlar bo'yicha QMQ 2.03.05 – 97ni tavsiyalarini e'tiborga olib aniqlanadi.

Korpusni pastki qismida doira kuchlanish eng katta bo'ladi. Chunki suyuqlikdan hosil bo'ladigan bosim va ortiqcha gazlardan hosil bo'ladigan bosim birgalikda ta'sir etadi.

$$\sigma_2 = \left(\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \gamma_{ж} 2r_2\right) r_2 / t \le \gamma_c R_y \qquad (18.7)$$

Meridian kuchlanish σ_1 quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\sigma_1 = \sigma_1' + \sigma_1'' \qquad (18.8)$$

bu yerda, σ_1' – to'sindagi eguvchi momentdan hosil bo'ladigan kuchlanish

$$\sigma_1' = \frac{M_{пр}}{W} = \frac{\gamma_{f1}\left(\frac{G}{l_p} + \gamma_{ж}\pi \cdot r_2^2\right) \cdot \left(\frac{l_0^2}{8} - c_1^2\right)}{\pi \cdot r_2^2 t} \qquad (18.9)$$

σ_1'' – rezervuar tubida suyuqlik va qo'shimcha gaz bosimlaridan hosil bo'ladigan kuchlanish.

$$\sigma_1'' = \frac{\pi \cdot r_2^2\left(\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \cdot \gamma_{ж} r_2\right)}{2\pi \cdot r_2 \cdot t} = \frac{\left(\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \cdot \gamma_{ж} r_2\right) \cdot r_2}{2 \cdot t} \qquad (18.10)$$

bu yerda, γ_s=0,8 ish sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

$W = \pi \cdot r_2^2 t$ – korpusni doira kesimini moment qarshiligi.

$l_0 = 0{,}586 \cdot l$ – tayanch oralig'idagi masofa.

L – rezervuarni hisobiy uzunligi.

S – konsol uzunligi.

G – korpus og'irligi.

18.3.5. Sferasimon rezervuarlar

Sferasimon rezervuarlar suyuq gazlarni saqlash uchun qo'llaniladi, ichki qo'shimcha bosim 250 kPa ta'sir etishlikka hisoblanadi. Hajmi 600m^3 dan – 4000m^3 gacha bo'lishi mumkin.

Sferasimon rezervuarlarni yaratish qiyinroq silindrik rezervuarlarga nisbatan mehnat sarfi sferani alohida varaqlarga bo'linishiga bog'liq (bichishiga) parallel meridional yoki meridional bo'lishi mumkin. Elementlarni (varaqlarni) qalinligi 36mm gacha bo'lgan, sharsimon valsovkalarda ishlov beriladi yoki issiq holatda press yordamida shar shakliga keltiriladi. Oldin varaqlar bir - biri bilan vaqtincha biriktirilib shar shakliga keltiriladi keyin avtomatik tarzda payvandlanadi. Hamma choklarni zichligi, mustahkamligi va sifati tekshiriladi.

Sferasimon rezervuarlar tayanch doiraga yoki ustunlar tizimiga tayanadi. Ustunlarni truba yoki qo'shtavrlardan tayyorlash

mumkin, agar rezervuar alohida ustunchalarga tayansa, harorat o'zgarishidagi siljishlar, ishlashiga ta'sir ko'rsatmaydi.

Rezervuarni devori, gazdan va suyuqlikdan hosil bo'ladigan bosimlarni e'tiborga olib, quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$\sigma = \sigma_1 = \sigma_2 \equiv \frac{\left[\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \gamma_{ж} (1 - \cos\varphi) 2 \cdot r\right] \cdot r}{\gamma_c 2t} \leq R_y \qquad (18.11)$$

bu yerda, φ – burchak, suyuqlik qaysi balandlikda to'ldirilganligini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

Talab qilingan devor qalinligi qobiqning eng pastki nuqtasidagi bosimga hisoblanadi va u quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi:

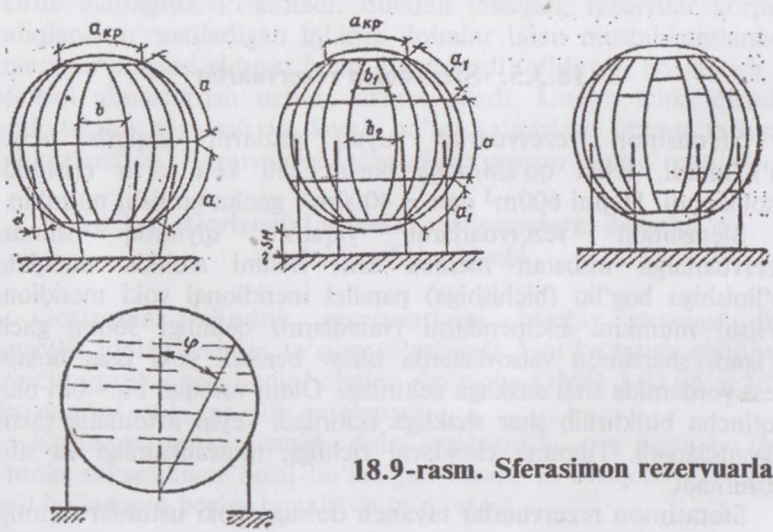
$$t = \frac{\left[\gamma_{f2} P_u + \gamma_{f1} \cdot \gamma_{ж} (1 - \cos\varphi) \cdot 2r\right] \cdot r}{2\gamma_c \gamma_n R_{wf}} \qquad (18.12)$$

bu yerda, γ_s = 0,7 rezervuarni ish sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.

γ_n – portlab ketishi bo'yicha ishonchlilik ;

γ_{f2}= 1,1 γ_{f1}=1,2 yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsiyenti.

Devor qalinligini 2mm ga ko'proq qabul qilish kerak bo'ladi, chunki valsovka yoki shtamp vaqtida kamayishi mumkin.



18.9-rasm. Sferasimon rezervuarlar.

18.4. Gazgolderlar

Gazgolderlar gazlarni saqlash, aralashtirish uchun ishlatiladi. Ular gaz ta'minlash tizimiga ulanadi. Gaz olinadigan manba bilan va uni iste'molchilari orasida akkumulator, gaz ishlatilishini tartibga soluvchi bo'lib xizmat qiladi.

Konstruksiyasi va xarakteri jihatidan gazgolderlar ikki guruhga bo'linadi:

1) Hajmi o'zgaruvchan gazgolderlar.
2) Hajmi o'zgarmaydigan gazgolderlar.

Hajmi o'zgaruvchan gazgolderlarda normal gaz bosimi 400mm (0,04 kg/sm^2) dan oshib ketmaydi. Shuning uchun bu gazgolderlarni past bosimli gazgolderlar deyishadi.

Hajmi o'zgarmaydigan gazgolderlarda ichki gaz bosimi 2,5 dan 20 kg/sm^2 gacha o'zgaradi. Boshqa so'z bilan aytganda o'rta va baland bosimli gazgolderlar deyishimiz mumkin.

Gazgolderlarni konstruktiv shakli silindrik vertikal va gorizontal, sferasimon bo'lishligi mumkin.

Ularni hisobi QMQ 2.03.05 – 97 ni tavsiyalari bo'yicha birinchi guruh chegaraviy holatlarni e'tiborga olib hisoblanadi.

Silindrik gazgolderlarni korpus qalinligi quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

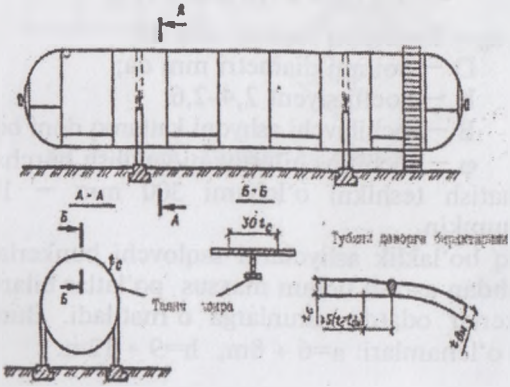
Devor qismini qalinligi

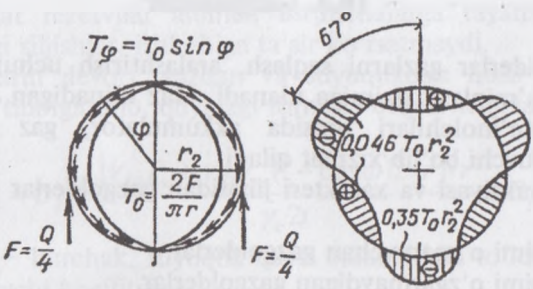
$$t = \gamma_{f2} P_u \, D/2 \cdot \gamma_c \cdot R_y \qquad (18.13)$$

Sferik tubi qismini qalinligi

$$t_c = \gamma_{f2} P_u \, D/4 \cdot \gamma_c \cdot R_y \qquad (18.14)$$

γ_s =0,7 ish sharoitini e'tiborga oluvchi koeffitsiyent.





18.10-rasm. Gorizontal silindrik gazgolder.

18.5. Bunkerlar va siloslar

To‘kiluvchan, sochiluvchan ashyolarni saqlash uchun bunker va siloslardan foydalanishadi. Bular bir-biridan hajmi bilan farq qiladi. Silosning hajmi bunkerga nisbatan kattaroq bo‘ladi. Agar h≤1,5d bo‘lsa bunker deb, h>1,5d bo‘lsa silos deb ataladi.

Bunkerlar rejada ko‘pincha kvadrat yoki to‘g‘ri to‘rtburchak shaklida bo‘ladi. Bunkerlar ba’zan yonma-yon joylashtirilib, ko‘p yacheykali bunkerlarni tashkil etadi.

Bunkerlarni to‘ldirish mexanik yoki pnevma nasos yordamida tepa qismidagi teshik orqali bajariladi. Bo‘shatish sochiluvchi ashyoni bosimini e’tiborga olib pastki qismida joylashgan teshik orqali bajariladi. Pastki qismi piramidaga o‘xshash, bo‘shatish teshigi esa doira, kvadrat, to‘rtburchak shaklda bo‘ladi.

Bo‘shatish teshikni o‘lchami quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$a_0(D) = k \cdot (b + 80) \cdot tg\varphi \qquad (18.15)$$

bu yerda, a_0 – kvadratni tomoni mm da;

D – doirani diametri mm da;

K – koeffitsiyent 2,4–2,6;

B – sochiluvchi ashyoni kattaroq doni bo‘lagini o‘lchami;

φ – sochiluvchi ashyoni yoyilish burchagi.

Bo‘shatish teshikni o‘lchami 300 mm – 1500 mm gacha bo‘lishi mumkin.

Qattiq bo‘laklik ashyolarni saqlovchi bunkerlarni ichki devori siyqalanishdan asrash uchun maxsus po‘latlar bilan qoplanadi.

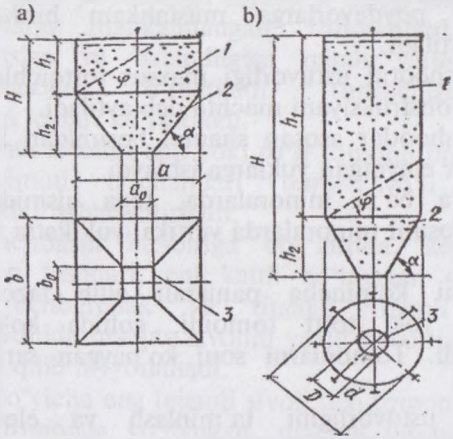
Bunkerlar odatda ustunlarga o‘rnatiladi. Bunkerlarning keng tarqalgan o‘lchamlari: a=6 ÷ 8m, h=9 ÷ 12m.

Bunker devorlari murakkab kuchlanish holatlarida bo'ladi: tashqi yuklar ta'siri holatida, sochiluvchi ashyolarning bosimi R ta'siri holatida. Har bir devor ikki yo'nalishda cho'zilish va egilishga ishlaydi. Hisoblashda bunker devorlarining xususiy og'irligi ham e'tiborga olinadi.

Siloslar balandligi bilan bunkerlardan ajralib turadi. Rejada ko'pincha doira shakliga ega bo'ladi. Kichik hajmli siloslar kvadrat shaklida tayyorlanishi ham mumkin. Doiraviy siloslar tarhda bir qator yoki shaxmat shaklida joylashtirilishi mumkin. Siloslarning diametri unda saqlanadigan ashyoning xiliga qarab 6m dan 18m gacha bo'lishi mumkin.

Bunkerlar va siloslarni mustahkamligini va devor bikirligini oshirish maqsadida ham prizma qismida ham piramida qismida gorizontal bikirli qovurg'alar burchakliklardan tayyorlangan bir necha balandliklarda o'rnatiladi.

Shunday qilinsa, devor egilishi, sochiluvchi ashyo yuk ta'sirida cheklanadi va QMQdagi qo'yilgan talablarga javob beradi.



18.11-rasm. Bunker va siloslar.

XIX bob. BALAND INSHOOTLAR

Baland inshootlar deb, balandligi ko'p marta katta bo'lgan, ko'ndalang kesimidagi o'lchamlardagi konstruksiyalarga aytiladi. Baland inshootlarga radio, televideniyalar uchun qurilgan minoralar, elektr simlarni ko'tarib turuvchi va yoritish uchun o'rnatilgan ustunlar, burg'ilash ishlari uchun qurilgan minoralar, suv bosimi minoralar, tutun chiqadigan quvurlar, havo almashtirish uchun o'rnatilgan (ventilatsion) quvurlar, radio hamda aloqa machtalar va boshqa shunga o'xshash konstruksiyalar kiradi. Konstruktiv sxemasi bo'yicha hamma baland inshootlar ikki turga minora va machtalarga bo'linishi mumkin.

Minora deb, bikirligi yetarli darajada bo'lgan, pastki qismi bilan maxsus poydevorlarga mustahkam biriktirilgan baland inshootlarga aytiladi.

Baland inshootni ustuvorligi maxsus tortqichlar tizimi orqali ta'minlangan konstruksiyani machta deb aytiladi.

Baland inshootlar asosan shamol bosimidan hosil bo'ladigan gorizontal ta'sir etayotgan yuklarga ishlaydi.

Machta va ba'zi minoralarda, tepa qismida yuk borligi, masalan, suv bosimi minoralarda vertikal yuk katta ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Minoralarni ko'pincha panjarali qilib fazoviy fermalarga o'xshash uch yoki to'rt tomonli, gohida ko'ptomonli qilib loyihalashtiriladi. Tomonlarni soni ko'paygan sari po'latni sarf-xarajati oshadi.

Minorani ustuvorligini ta'minlash va elementlariga bir me'yorda yuk taqsimlanish uchun va tepa qismidan pastki qismigacha eguvchi momentni ko'payib borishligini e'tiborga olib pastki qismini kengaytirib loyihalashtiriladi.

Tomonlardagi keskin burilishlar konstruksiyani murakkab yechimlarga olib keladi, shuning uchun minorani piramida shaklida tayyorlanadi. Pastki qismining bikirligi yetarli darajada va tejamli chiqishligini e'tiborga olib, o'lchamlari quyidagi oraliqda $\left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{6}\right)h$ olish tavsiya etiladi. Pastki qismi keng bo'lgan sari momentdan

hosil bo'ladigan kuch kamaya boshlaydi, po'lat sarfi ham kamayadi.

Minorani tepa qismi enini iloji boricha kamroq qilish tavsiya etiladi, bu bilan shamol yuki ta'siri kamayadi va elementlarda hosil bo'ladigan hisobiy kuch miqdori ham kamayadi.

Tepa qismini kesim yuzasini uch burchaklik qilib panjarasiga tirgaklar tizimidan foydalanish tavsiya etiladi, chunki qirrasi kengroq bo'lganda romb yoki yarim tirgak va shprengellardan foydalanib elementni hisobiy uzunligini kamaytirish va talab qilgan egiluvchanlikka keltirish imkoniyati bor.

Agar bog'lovich elementlar sifatida xoch panjarali, egiluvchan oldindan zo'riqtirilgan tirgovichlardan foydalansa, po'lat sarfi ancha tejamli chiqadi.

Agar arxitektura yoki boshqa talablarga ko'ra minorani eni kam bo'lishi talab qilinsa, unda stvolini yaxlit devorli qilish tavsiya etiladi. Misol uchun, Moskva shahridagi markaziy stadionni yoritish uchun o'rnatilgan ustunlarni keltirishimiz mumkin.

Machta markaziy poydevorga tayangan ustun bilan bir necha, anker poydevorlarga mahkamlangan, tortqichlardan iboratdir. Inshootni vazifasiga va balandligiga qarab yaruslar soni va oralig'idagi masofasi o'rnatiladi, tortqichlarni stvolga mahkamlanadigan joylari ko'rsatiladi.

Odatda machta stvolini uch yoki to'rt tomonli prizma shaklida ko'ndalang kesimini o'lchamlari temir yo'li transportiga moslanadigan qilib loyihalashtiriladi.

Asosiy elementlarni bir-biriga bog'lashda, keng tarqalgan xochli panjaradan tashqari, eni katta bo'lmagan qirrali stvolni mahkamlashda uchburchak va tirgakli tizimli panjaradan foydalanishadi. Gohida machta stvolini yaxlit devorli silindr shaklli quvurga o'xshash qilib tayyorlanadi.

Po'lat sarfi bo'yicha eng tejamli stvoli uch tomonli yaruslardan tortqichlar uch tomonga yo'llangan, machta hisoblanadi. Lekin to'rt tomonli tortqichi machtalarga qaraganda tortqichlarni yaruslarda mahkamlash va machta stvolini loyihaviy holatiga keltirish ancha qiyinchiliklar tug'diradi. Shuning uchun to'rt qirrali machtalardan ham foydalaniladi, ayniqsa, ko'taruvchi elementlar sifatida burchakliklar tanlangan bo'lsa.

Machtalar minoralarga qaraganda po'lat sarfi bo'yicha tejamli va arzon. 150m gacha bo'lgan baland inshootni qurilishiga machtalardan foydalanilsa, 20—30% gacha tejamli bo'ladi minoralarga nisbatan. Qanchalik inshoot baland bo'lsa, shunchalik minora

bilan machtaning tannarxini farqi katta bo'ladi. Lekin machta inshootlarni o'ziga yarasha kamchiliklari ham bor. Birinchi navbatda tortqichlardagi zo'riqishi ustidan doimiy nazorat bo'lishi shartligi. Ikkinchidan tortqichlar tizimi borligi tufayli, ajratiladigan qurilish maydoni katta bo'lishligidir. Shuning uchun katta shaharlarda va aerodrom yonlarida machtalar qurilmaydi.

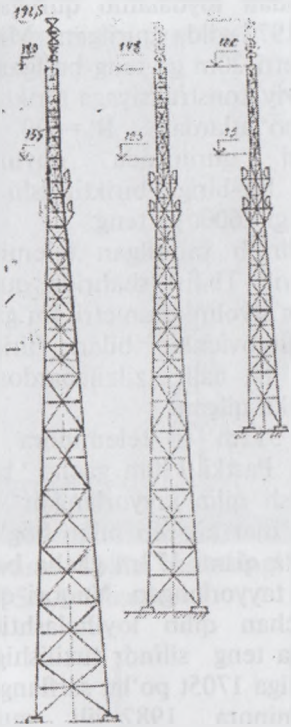
19.1. Minoralar

Birinchilar qatorida balandligi 160m li V.G.Shuxov loyihasi bo'yicha Moskva shahrida qurilgan radio minorasini keltirishimiz mumkin. Bu inshoot 1921-yilda qurilgan, asosiy ko'taruvchi elementlar sifatida shvellerdan foydalanilgan, doira bo'yicha o'rnatilgan. 1930-yillarda radio minoralar qurilishi avjiga olgan va asosiy ko'taruvchi element sifatida burchakliklardan foydalanilgan, keyinroq ilmiy izlanishlar natijalari asosiy ko'taruvchi elementlar sifatida quvurlar ishlatilsa, minora qurilishida foydaliroq bo'lishini ko'rsatdi.

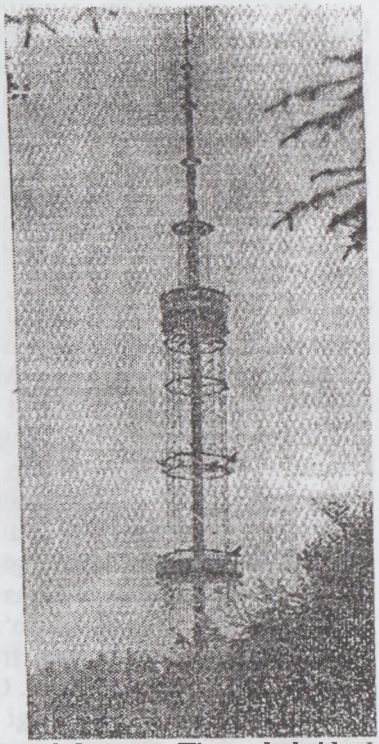
Birinchi quvurlardan foydalanib qurilgan minora 205m ga teng bo'lib, u 1942-yilda yaratilgan. Uning shakli, uchi kesilgan uch qirrali piramidaga o'xshaydi, asosini kengligi 15,5m ni tashkil qiladi. Belbog' ustunlari quvurlardan tayyorlanganligi uchun, po'latni sarf-xarajati to'rt qirrali burchakliklardan foydalanib tayyorlangan minoraga qaraganda ikki baravar kam.

Uch qirrali minoralar po'lat sarfi bo'yicha eng tejamli bo'lishiga qaramasdan, aloqa antenna inshootlarni qurilishida to'rt qirrali minoralardan foydalaniladi. Chunki bu shakl bo'yicha tayyorlash imkoniyati, ayniqsa, belbog'i burchakliklardan ishlatilsa, oson va qulay bo'ladi.

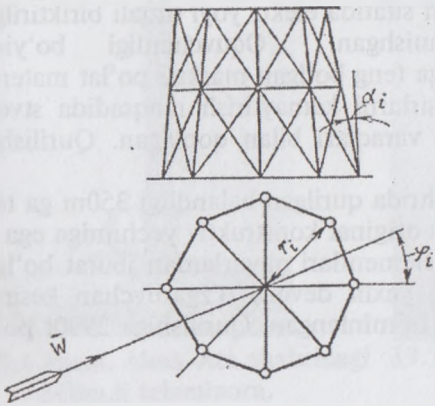
1954-yildan boshlab katta shaharlarda teleminoralar qurilishi boshlandi. Konstruktiv tuzilishi va shakli asosan tayyorlash texnologiyasi va qurish imkoniyatlari undan tashqari arxitektura reja yechimlariga qarab tanlangan. Qurilgan teleminoralardan quyidagilari e'tiborga sazovordir: 1966-yilda Sankt - Peterburg shahrida qurilgan balandligi 325m.li teleminorani tuzilishi olti qirrali piramidaga o'xshaydi. Hamma elementlari quvurlardan tayyorlangan d=133÷426mm. Elementlarni bir-biriga biriktirilishi elektr yoyi orqali bajarilgan. Minorani og'irligi 1043t tashkil qiladi.



19.1-rasm. To'rtqirrali teleminoraning tipli sxemasi.



19.2-rasm. Kiyev shahridagi 392m. li teleminora.



19.3-rasm. Ko'pqirrali minorani belbog'ida hosil bo'ladigan kuchni aniqlash uchun sxema.

Yevropada po'lat konstruksiyasidan foydalanib qurilgan eng baland teleminora Kiyev shahrida 1973-yilda qurilgan. Minorani tanasi sakkiz qirrali bo'lib, uni diametri 20m ga teng bo'lgan doira ichida joylashib, to'rt tayanchli fazoviy konstruksiyaga biriktirilgan. Minora yuqori mustahkamli po'latlardan R_y=600 MPa tayyorlangan va konstruksiyasini qurilishida quvurlardan foydalanilgan. Hamma elementlarni bir-biriga biriktirilishi elektr yoy orqali bajarilgan. Minorani og'irligi 2600t ga teng.

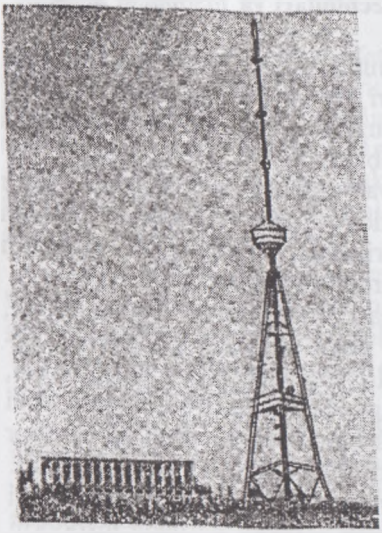
Yaxlit elektr yoyi orqali biriktirilib yaratilgan teleminorani balandligi 275m ga teng. U 1975-yili Tbilisi shahrida qurilgan, vertikal silindrik tuzilishga ega bo'lgan stvolini diametri 4m ga teng. Stvol 151m balandlikda ikkita tirgovichlar bilan biriktirilib ustuvorligi ta'minlangan. Minora 8 balli zilzilabardoshlikka hisoblangan. Po'lat sarfi 1273t ni tashkil qilgan.

Yerevanda 1978-yili qurilgan 312m li teleminora o'zini qiziqarli yechimi bilan ajralib turadi. Pastki 130m gacha bo'lgan qismi uch qirrali piramidaga o'xshash qilib tayyorlangan uchta belbog'lari quvurlardan iborat bo'lib, ular bir-biri bilan bog'lovchi elementlar bilan mahkamlangan. O'rta qismi 173m gacha bo'lgani olti qirrali piramidaga o'xshash qilib tayyorlangan. Yuqori qismini yaxlit quvurdan yuzasini o'zgaruvchan qilib loyihalashtirilgan. Vertikal o'qi bo'yicha diametri 4m ga teng silindr tuzilishiga ega bo'lgan stvoli joylashtirilgan. Qurilishiga 1705t po'lat sarflangan.

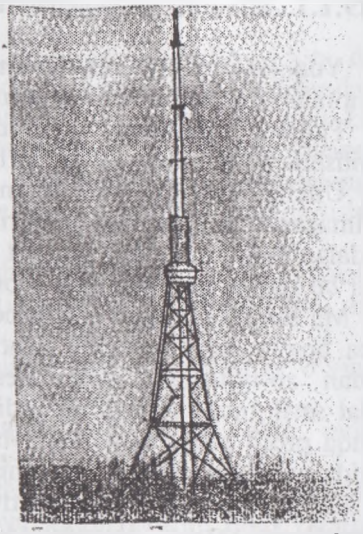
Alma - Ata shahridagi teleminora 1982-yili qurilgan, balandligi 360m ga teng. Stvoli bir necha silindr tuzilishiga ega qismlardan iborat diametrilari 18,5m dan 9m gacha o'zgarib borgan.

Stvolni konstruktiv yechimi panjarali prizma shaklida bo'lib asosiy ko'taruvchi elementlari sifatida elektr yoyi orqali biriktirilgan qo'shtavrlardan foydalanishgan. Oquvchanligi bo'yicha normal qarshiligi 440 MPa ga teng bo'lgan markali po'lat materiali ishlatilgan. Aerodinamik ta'sirlarni kamaytirish maqsadida stvolni panjarali qirralari alyuminiy varaqlari bilan qoplagan. Qurilishiga 3700t po'lat sarflangan.

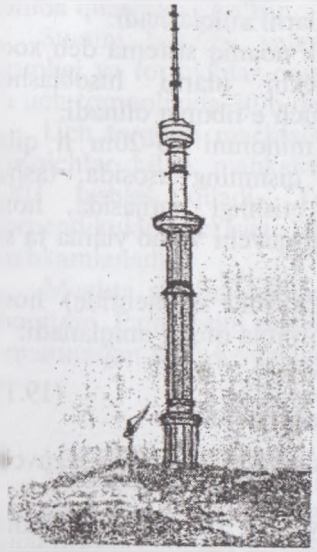
1983-yilda Toshkent shahrida qurilgan balandligi 350m ga teng bo'lgan teleminora o'ziga xos original konstruktiv yechimiga ega. U markaziy asosiy ko'taruvchi elementlari quvurlardan iborat bo'lgan panjarali stvolga ega. Stvoli, yaxlit devorli o'zgaruvchan kesimli, uchta tirgak bilan ustuvorligi ta'minlangan. Qurilishiga 2900t po'lat sarflangan.



19.4-rasm. Tbilisi shahridagi 275m.li teleminora.



19.5-rasm. Yerevan shahridagi 312m.li teleminora.



19.6-rasm. Alma-Ata shahridagi 360m.li teleminora.

19.7-rasm. Toshkent shahridagi 350m.li teleminora.

19.1.1. Minoralarni konstruktiv yechimlari va hisoblash asoslari

Yuqorida ko'rib chiqilgan misollardan ko'rinib turibdiki, minoralarning konstruktiv yechimlari har xil bo'lishi mumkin.

Panjarali to'rt qirrali piramida tuzilishiga ega bo'lgan minoralar qurilishda keng tarqalgan bo'lib hisoblanadi.

Uncha baland bo'lmagan va texnikaviy jihozlari og'ir bo'lmagan minoralarni qurilishida uch qirrali stvoldan foydalanishadi. Baland inshoot qurilishida va texnikaviy jihozlari og'ir bo'lganda ko'p qirrali minoralardan foydalanish zarur.

Ma'lumki minoralarni belbog'lari quvurlardan iborat bo'lsa, unda bog'lovchi elementlar sifatida xoch panjarali egiluvchan oldindan zo'riqtirilgan doira kesimli tirgovichlardan foydalansa, po'lat sarfi ancha tejamli chiqadi. Agar belbog'lari burchaklik yoki boshqa profil prokatidan iborat bo'lsa, unda bog'lovich elementlar sifatida uchburchak va romb panjarali tirgovichlardan foydalaniladi.

Xullas, minorani konstruktiv yechimi va asosiy ko'taruvchi elementlarini tuzilishi shunday tanlanish kerakki, natijada inshootni aerodinamik qarshiligini kamayishiga olib kelsin, ustuvorligi yetarli va tejamli bo'lib chiqsin.

Minorani yaxlit bir fazoviy statik aniq sistema deb qarab kesimlarida hosil bo'layotgan kuchlanishlarni aniqlashadi.

Ichki elementlarni hisoblashda statik noaniq sistema deb xoch panjarali minoralar hisoblanadi. Lekin ularni hisoblashda tirgovichlardagi oldindan zo'riqtirilgan kuch e'tiborga olinadi.

Hisobni osonlashtirish maqsadida minorani 10–20m li qilib alohida qismlarga bo'lishadi. Har bir qismning asosida, tashqi yuklar eng noqulay birgalikda ta'sir etishligi natijasida, hosil bo'layotgan hisobiy egivchi momentni, qirquvchi va bo'ylama ta'sir etuvchi kuchlar aniqlanadi.

Minorani har bir belbog'ida (ko'taruvchi elementida) hosil bo'layotgan siquvchi kuch N_s quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_c = \frac{2\sum M_i \cos\varphi_i}{n \cdot r_i \cdot \cos\alpha_i} + \frac{\sum P_i}{n \cdot \cos\alpha_i} \qquad (19.1)$$

bu yerda, ΣM_i – minorani i kesimidagi hamma eguvchi momentlarni yig'indisi;

ΣR_i – hamma bo'ylama ta'sir etayotgan kuchlarni yig'indisi bunga minora stvolini tepa qismini og'irligi va texnikaviy jihozlarni og'irligi kiradi;

n –qirralarning soni.

19.2. Machtalar

Aloqa uchun antenna sifatida, ayniqsa, balandligi 150m dan ortiq bo'lgan inshootlar qurilishida machtalardan foydalaniladi. Ularni tayyorlash uchun po'lat hajmi minoralarga nisbatan kam sarflanadi va arzon tushadi. Machta markaziy poydevorga tayangan stvol bilan bir necha anker poydevorlarga mahkamlangan tortqichlardan iboratdir. Tortqichlar stvolni vertikal holatda ushlab turish uchun o'rnatiladi.

Radio texnik apparatlarning ishlatilish talablariga ko'ra stvol va tortqichlar yerdan izolatsiya holatida bo'lishligi talab etilsa, unda chinni izolatorlardan foydalaniladi.

Machta stvoli ko'pincha panjarali prizma tuzilishga o'xshash uch yoki to'rt qirrali bo'ladi.

Bunday konstruktiv shakl tayyorlash uchun ham montaj ishlarini bajarish uchun juda qulay.

Ba'zi bir holatlarda radio texnik apparatlarining ishlatilishi talablariga ko'ra stvolni yaxlit quvursimon kesimli qilib yaratilishi talab qilinadi.

Tomoni eni yoki stvolni diametri shunday qabul qilinishi kerakki, asbob-uskunalarni o'rnatish va ulardan foydalanish jarayonida qulayliklar bo'lsin.

Stvolni bikirligi yetarli darajada bo'lishligi uchun yaruslar uzunligi va tortqichlar orasidagi masofa to'rt tomonligida 40b dan va uch tomonligida 30 b dan oshmasligi lozim (b - tomonni eni).

Uch tomonli machtalar har yarusida uch tomonga yo'llangan tortqichlar bilan mahkamlanadi, tortqichlar oralig'idagi burchak 120^0 tashkil qiladi. To'rt tomonli machtalarda bir-biriga perpendikular tekisligi bo'yicha o'rnatilgan tortqichlar bilan mahkamlanadi.

Machta stvolini belbog'lari burchakliklardan yoki quvurlardan iboratdir. Panjarasini tayyorlashda tekis doira yoki kvadrat kesimli armaturadan ham foydalanishadi.

19.2.1. Machtani hisoblash asoslari

Machtalarni loyihalashtirilishi texnologik topshiriqqa asoslanib bajariladi. Unda qanday balandlikda machtani o'zi bo'lishligi qaysi balandlikda texnikaviy apparatlar o'rnatilishi ularni og'irligi stvolni chegaraviy siljishi va boshqa talablar qo'yiladi. Hisoblashdan oldin machtani tuzilishi, konstruktiv sxemasi va asosiy ko'taruvchi

elementlarni o'lchamlari tayinlanib shamol bosimini aniqlash uchun o'rnatiladi.

Machtani hisoblashda stvol bilan tortqichlarni alohida ishlayotgan elementlardek qarab hisoblashadi. Tortqichlarda hosil bo'layotgan kuchni aniqlash uchun machtani ko'p oraliq to'sindek qarab har bir yaruslarda sharnir tayanchi bor deb shamol yukiga hisoblashadi.

Shamol yo'llanishidagi tortqichda hosil bo'layotgan kuch quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$N_{Ti} = KR_{oi}/\sin\alpha_i \qquad (19.2)$$

bu yerda, R_{oi} – i-tagi tugundagi to'sinlarni tayanch reaksiyalarini yig'indisi.

K – tortqichdagi boshlang'ich kuchlanishni e'tiborga oladigan koeffitsiyent uni 1,2 teng qilib olishadi.

Tortqich uchun arqon diametrini belgilashda tortqichdagi kuch ko'tarish qobiliyatini yarmiga teng deb hisoblanadi. Machta stvolini o'lchamlari quyidagi moment va bo'ylama kuch uchun hisobanadi:

$$M = 0{,}1 \cdot q \cdot l^2 \qquad (19.3)$$

$$N = 0{,}5\sum N_{Ti} \cdot \cos\alpha_2 + N_c + N_{об} \qquad (19.4)$$

bu yerda, q – o'rtacha shamol bosimi.

$\Sigma N_{Ti}\cos\alpha_2$ – tortqichlardan hosil bo'layotgan kuchlarni yig'indisi vertikal qismi.

N_c – machtani o'z og'irligidan hosil bo'layotgan vertikal kuch.

N_{ob}–radio apparatlardan hosil bo'layotgan vertikal kuch.

Machta stvolini hisobiy sxemasi o'zi elastik ko'p oraliqli sterjen bo'lib, siljimaydigan poydevorga tayangan, tortqichlar tizimi yordamida vertikal holatda ishlayotgan elementdir deb hisoblanadi.

Machtani ishlashiga ko'p omillar e'tiborga olmaganligi ta'sir ko'rsatadi. Machta tortqichlari bilan o'zi ko'p marta statik noaniq sistemadir, birinchidan tortqichlardagi zo'riqish kuchi noaniqdir, ikkinchidan tortqichlarni stvolga biriktirilgan nuqtalarni gorizontal siljishligi va o'sha biriktirilgan kesimlarda hosil bo'ladigan momentlarni noaniqligidir.

Xullas, bularni aniqlash uchun 2 n statik tenglamalar tuzilishi va yechilishi kerak bo'ladi. m·n birga siljishlar bo'yicha tenglamalar tuzilishi va yechilishi kerak bo'ladi.

n – yaruslar soni;

m – har bir yarusdagi tortqichlar soni.

Machtani hisoblashda har xil usullardan foydalanishadi.

Masalan, tortqichlarda boshlang'ich zo'riqishini tayinlash yo'li. Bu usul bo'yicha birinchi navbatda tortqichni xili va diametri belgilanadi, boshlang'ich kuchlanish va tortqich kuchi aniqlanadi.

Birga siljishligi va tugunda hamma kuchlarni yig'indisi bo'yicha tuzilgan tenglamalarni yechib, tayanch momentlarni va tugunlarni siljishligi aniqlanadi.

Tortqichlarni kesim yuzasini va tortqich kuchini ham o'zgartirib oqilona yechimiga yaqinlashib boraveradi, birinchi navbatda shunga intilish kerakki, tayanchlarda momentlar oraliqdagi momentlarga tenglashsin.

Ikkinchi usul bo'yicha machtani stvolidagi eguvchi moment epyurasi oldindan tayinlanadi va shu epyuralar bo'yicha egilishi, tugunlardagi tayanch reaksiyalari va tortqichlardagi hosil bo'layotgan kuchlar aniqlanadi. Machta stvoliga eng noqulay birgalikda yuklar ta'sirini e'tiborga olib va birga ishlashligi va tugunda hamma kuchlarni yig'indisi bo'yicha tuzilgan tenglamalarni yechib hisobiy eguvchi moment, bo'ylama kuch va qirquvchi kuch aniqlanadi. Va shu hisobiy kuchlar bo'yicha machta stvoli mustahkamlikka va ustuvorlikka tekshiriladi.

19.3. Yuqori quvvatli elektr uzatkich tayanchlari

Yuqori quvvatli 35 kVt dan ko'p bo'lgan simlar orqali elektrni havodan uzatish uchun po'lat tayanchlardan foydalaniladi. Simlar tayanchlarga chinni yoki boshqa izolatorlar orqali biriktiriladi.

Yuqori quvvvatli elektr uzatkich tayanchlarni asosan uchta ish tartibini e'tiborga olib hisoblanadi. Normal (asosiy yuklar birgalikda ta'sirini e'tiborga olib), montaj vaqtida (qo'shimcha yuklar birgalikda ta'sirini e'tiborga olib) va avariya (alohida yuklarni birgalikda ta'sirini e'tiborga olib).

Yuqori quvvatli elektr uzatkich tayanchlari shamol yuki, o'z og'irligi va simlarni muzlashi natijasida og'irligi ko'payishdan tashqari bitta yoki bir nechta simlarni uzilib ketishi natijasida hosil bo'ladigan kuchlarni ham e'tiborga olishimiz lozim bo'ladi. Konstruktiv yechimi bo'yicha yuqori quvvatli elektr uzatkich tayanchlari fazoviy ishlayotgan sterjenli sistema bo'lib ularni hisoblashda EHMlardan foydalaniladi. Ko'pincha asosiy ko'taruvchi elementlarni teng tomonli burchakliklardan tayyorlanadi. Agar balandligi katta bo'lsa, unda quvurlardan foydalaniladi. Belbog'larni ustuvorligini ta'minlash maqsadida panjarali bog'lovchi elementlar o'rnatiladi.

ILOVALAR

Ishlash sharoiti koeffitsiyenti

1-ilova

Konstruksiyalar elementlari	Ishlash sharoiti koeffitsiyentlari γ_c
1	2
1. Yaxlit kesimli to'sinlar va fermani siqilishga ishlayotgan elementlari tom yopmalarning og'irligi muvaqqat yuklanishga teng yoki ziyod bo'lgan vaqtda	0,9
2. $\varphi_b<1,0$ bo'lgan vaqtda yaxlit kesimli to'sinlarni umumiy turg'unlikka hisoblashda umumiy mustahkamlik bo'yicha hisoblashdagi yaxlit to'sinlar	0,95
3.a) prokatli va tarkibli payvandlangan kesishuvli hamda boltlar (yuqori pishiqliklardan tashqari)da bajarilgan tarkibli to'sinlar	1,1
b) birinchi band bo'yicha to'sinlar (yuqori pishiqlikdagi boltlardagi to'sinlardan tashqari) bilan pishiqligi bo'yicha hisoblash vaqtidagi statik yuklanishni tashuvchi to'sinlar	0,95
4. Suv bosimi hosil qiladigan minoralar tayanchlarining ustunlari	0,95
5. Pishiqlik bo'yicha hisoblash vaqtida statik yuklanishni tashuvchi ustunlar:	
a) prokatli, payvandlangan va boltlar (yuqori pishiqlikdagi boltlardagi ulanmalardan tashqari)dagi tarkibli kesishuvli	1,1
b) 4 – band bo'yicha ustunlar (yuqori pishiqlikdagi boltlardagi ustunlardan tashqari)	1,045
6. fermalarning mustahkamlikni hisoblash vaqtidagi (bukilgan quvursimon kesishuvlardan tashqari) siqilgan	0,95
7. ≥60 egiluvchanlik vaqtida burchaklardan tashkil topgan tarkibli T shaklli kesishuvli (tayanchlilardan tashqari) payvandlangan fermalar panjarasining siqilgan asosiy elementlari	0,8
8. Qoplama va berkitishlarning payvandlangan o'zakli konstruksiyalardagi tortilgan elementlar	0,95
9. fermalarning pishiqligini hisoblash vaqtida statik yuklanishni tashuvchi elementlari:	

a) birinchi band bo'yicha berkitishlar fermalarining payvandlangan yoki boltli (yuqori pishiqlikdagi boltlardagi konstruksiyalardan tashqari) siqilgan elementlari b) oquvchanlik chegarasi 440 MPa gacha bo'lgan po'latdan tayyorlangan boltli fermalar (7 - band bo'yicha)dagi panjaraning siqilgan elementlari d) po'latdan qilingan boltli fermalar cho'zilgan va siqilgan elementlarining oquvchanlik chegarasi 440 MPa gacha g) prokatli va payvandlangan cho'ziluvchan elementlar	0,945 0,84 1,05 1,05
10. Prokatli po'latdan qilinuvchi uzoqqa cho'ziladigan, tortiladigan, suriladigan, ilgak	0,9
11. Yakka teng tokchali va teng tokchali bo'lmagan (katta okcha bilan biriktiriladigan) burchaklarning fazoli panjarasimon konstruksiyalar siqilgan elementlarining panjaralari: a) bevosita bir tokchali kamarlarga biriktiriladigan burchaklar bo'ylab qo'yilgan payvandlangan choklar bilan ikkita yoki undan ortiq boltlar bilan xoch shaklidagi panjara hovonlar, shuningdek, uchburchakli yoki yarim hovonli panjara kashaklar birgalikdagi yonma-yon tugun chetlari orqali; birgalikda bo'lmagan xochli va uchburchakli panjaralar hovonlari, shuningdek, yarim hovonli birgalikdagi yonma-yon tugun chetlari orqali b) bevosita kamarga bir tokcha, bir bolt bilan (11,d bandda ko'rsatilganlardan tashqari) biriktiriladigan, shuningdek, fasonka orqali biriktiriladiganlar d) murakkab ko'ndalang panjarada boltli bog'lanmalar bilan	0,9 0,8 0,75 0,7
12. Bir tokcha bilan biriktiriladigan (teng tokchali bo'lmagan burchaklar uchun faqat kichik tokcha bilan),11 bandda ko'rsatilgan konstruksiya elementlaridan tashqari yakka burchakli siqilgan elementlar va yakka burchakli yassi fermalar, shuningdek, hovonlar uchburchak panjaralarining fazoli konstruksiyalar birgalikdagi	0,75

yonma-yon tugun chetlari orqali, burchak bo'ylab qo'yilgan payvandlangan choklar bilan ikkita yoki undan ortiq boltlar bilan	
13. Po'latdan qilingan tutib turadigan plitalar oquvchanlik chegarasi 285 MPa (2900 kgs/sm^2)gacha bo'lgan statik yukni ko'tarib turuvchi qalinligi: a) 40mm gacha b) 40 dan yuqori 60mm gacha d) 60 dan yuqori 80mm gacha	 1,2 1,15 1,1
Eslatma. Mazkur jadvalda shartlashilmagan holatlarda γ_c=1,0 ni qabul qilish kerak. Ish sharoiti γ_c<1 bo'lgan koeffitsiyentni hisobga olinayotgan vaqtda e'tiborga olinmaydi.	

2-ilova

Simmetriyaning ikkita o'qli ikki tavrli to'sinlari uchun ψ koeffitsiyentlar

Oraliqdagi siqiq kamar mustahkamligi miqdori	Oraliqdagi yuk turi	Yuklangan kamar	ψ uchun α qiymatlardagi formulalar	
			0,1≤α≤ 40	40<α≤ 400
Mustahkamlagichsiz	To'plangan	Yuqori Pastki	ψ=1,75+0,09 α ψ=5,05+0,09 α	
	Teng taqsimlangan	Yuqori Pastki	ψ=1,6+0,08 α ψ=3,8+0,08 α	
Ikki yoki undan ortiq teng qismlarga bo'linadigan oraliqlar	Har qanday	Har qanday	ψ=2,25+0,07 α	ψ=3,6+0,04 ψ−3,5 ψ
Bitta o'rtada	O'rtada to'plangan	Har qanday	ψ=1,75 ψ_1	ψ=1,75 ψ_1
	Choraktada to'plangan	Yuqori Past	ψ=1,14 ψ_1 ψ=1,6 ψ_1	ψ=1,14 ψ_1 ψ=1,6 ψ_1
	Teng taqsimlangan	Yuqori Past	ψ=1,14 ψ_1 ψ=1,3 ψ_1	ψ=1,14 ψ_1 ψ=1,3 ψ_1

3-ilova

Simmetriya yassiligi bilan to'g'ri keluvchi yoppasiga qilingan o'zaklar yassiligi harakati paytining markazlashgan-siqilgan (siqiluvchi-egiluvchi) bardoshliligini tekshirish uchun φ_{vn} koeffitsiyentlar.

Shartli egiluvchanlik $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y / E}$	Keltirilgan nisbiy ekssentrisitet m_{ef} dagi φ_{vn} koeffitsiyentlar												
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	967	922	850	782	722	669	620	577	538	469	417	370	337
1,0	925	854	778	711	653	600	563	520	484	427	382	341	307
1,5	875	804	716	647	593	548	507	470	439	388	347	312	283
2,0	813	742	653	587	536	496	457	425	397	352	315	286	260
2,5	742	672	587	526	480	442	410	383	357	317	287	262	238
3,0	667	597	520	465	425	395	365	342	320	287	260	238	217
3,5	587	522	455	408	375	350	325	303	287	258	233	216	198
4,0	505	447	394	356	330	309	289	270	256	232	212	197	181
4,5	418	382	342	310	288	272	257	242	229	208	192	178	165
5,0	354	326	295	273	253	239	225	215	205	188	175	162	150
5,5	302	280	256	240	224	212	200	192	184	170	158	148	138
6,0	258	244	223	210	198	190	178	172	166	153	145	137	128
6,5	223	213	196	185	176	170	160	155	149	140	132	125	117
7,0	194	186	173	163	157	152	145	141	136	127	121	115	108
8,0	152	146	138	133	128	121	117	115	113	106	100	095	091
9,0	122	117	112	107	103	100	098	096	093	088	085	082	079
10,0	100	097	093	091	090	085	081	080	079	075	072	070	069
11,0	083	079	077	076	075	073	071	069	068	063	062	061	060
12,0	069	067	064	063	062	060	059	059	058	055	054	053	052
13,0	062	061	054	053	052	051	051	050	049	049	048	048	047
14,0	052	049	049	048	048	047	047	046	045	044	043	043	042

Shartli egiluvchanlik $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R_y / E}$	Keltirilgan nisbiy ekssentrisitet m_{ef} dagi φ_{vn} koeffitsiyentlar													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	337	307	280	260	237	222	210	183	164	150	125	106	090	077
1,0	307	283	259	240	225	209	196	175	157	142	121	103	086	074
1,5	283	262	240	223	207	195	182	163	148	134	114	099	082	070
2,0	260	240	222	206	193	182	170	153	138	125	107	094	079	067
2,5	238	220	204	190	178	168	158	144	130	118	101	090	076	065
3,0	217	202	187	175	166	156	147	135	123	112	097	086	073	063
3,5	198	183	172	162	153	145	137	125	115	106	092	082	069	060
4,0	181	168	158	149	140	135	127	118	108	098	088	078	066	057
4,5	165	155	146	137	130	125	118	110	101	093	083	075	064	055
5,0	150	143	135	126	120	117	111	103	095	088	079	072	062	053
5,5	138	132	124	117	112	108	104	095	089	084	075	069	060	051
6,0	128	120	115	109	104	100	096	089	084	079	072	066	057	049
6,5	117	112	106	101	097	094	089	083	080	074	068	062	054	047
7,0	108	102	098	094	091	087	083	078	074	070	064	059	052	045
8,0	091	087	083	081	078	076	074	068	065	062	057	053	047	041
9,0	079	075	072	069	066	065	064	061	058	055	051	048	043	038
10,0	069	065	062	060	059	058	057	055	052	049	046	043	039	035
11,0	060	057	055	053	052	051	050	048	046	044	040	038	035	032
12,0	052	051	050	049	048	047	046	044	042	040	037	035	032	029
13,0	047	045	044	043	042	041	041	039	038	037	035	033	030	027
14,0	042	041	040	040	039	039	038	037	036	036	034	032	029	026

Eslatmalar: 1. φ_{vn} qiymat koeffitsiyentlari jadvalda 1000 marta kattalashtirilgan. 2. φ_{vn} qiymatini φ qiymatlaridan yuqori qabul qilmaslik kerak.

4-ilova

Simmetriya yassiligi bilan to'g'ri keluvchi tirqishli o'zaklar yassiligi harakati paytining markazlashgan-siqilgan (siqiluvchi-egiluvchi) bardoshliligini tekshirish uchun φ_s koeffitsiyentlar.

Keltirilgan shartli egiluvchanlik	Keltirilgan nisbiy ekssentrisitet m dagi φ_{vn} koeffitsiyentlar												
$\overline{\lambda_{ef}} = \lambda_{ef}\sqrt{R_y}/E$	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
0,5	908	800	666	571	500	444	400	364	333	286	250	222	200
1,0	872	762	640	553	483	431	387	351	328	280	243	218	197
1,5	830	727	600	517	454	407	367	336	311	271	240	211	190
2,0	774	673	556	479	423	381	346	318	293	255	228	202	183
2,5	708	608	507	439	391	354	322	297	274	238	215	192	175
3,0	637	545	455	399	356	324	296	275	255	222	201	182	165
3,5	562	480	402	355	320	294	270	251	235	206	187	170	155
4,0	484	422	357	317	288	264	246	228	215	191	173	160	145
4,5	415	365	315	281	258	237	223	207	196	176	160	149	136
5,0	350	315	277	250	230	212	201	186	178	161	149	138	127
5,5	300	273	245	223	203	192	182	172	163	147	137	128	118
6,0	255	237	216	198	183	174	165	156	149	135	126	119	109
6,5	221	208	190	178	165	157	149	142	137	124	117	109	102
7,0	192	184	168	160	150	141	135	130	125	114	108	101	095
8,0	148	142	136	130	123	118	113	108	105	097	091	085	082
9,0	117	114	110	107	102	098	094	090	087	082	079	075	072
10,0	097	094	091	090	087	084	080	076	073	070	067	064	062
11,0	082	078	077	076	073	071	068	066	064	060	058	056	054
12,0	068	066	064	063	061	060	058	057	056	054	053	050	049
13.0	060	059	054	053	052	051	050	049	049	048	047	046	045
14,0	050	049	048	047	046	046	045	044	043	043	042	042	041

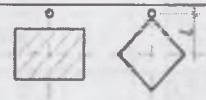
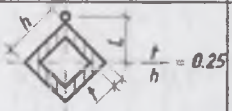
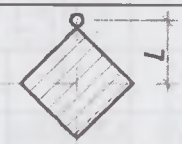
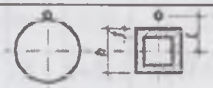
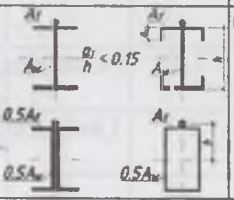
Keltirilgan shartli egiluvchanlik $\overline{\lambda_{ef}} = \lambda_{ef}\sqrt{R_y}/E$	Keltirilgan nisbiy ekssentrisitet m dagi φ_{vn} koeffitsiyentlar													
	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0	8,0	9,0	10	12	14	17	20
0,5	200	182	167	154	143	133	125	111	100	091	077	067	056	048
1,0	197	180	165	151	142	131	121	109	098	090	077	066	055	046
1,5	190	178	163	149	137	128	119	108	096	088	077	065	053	045
2,0	183	170	156	143	132	125	117	106	095	086	076	064	052	045
2,5	175	162	148	136	127	120	113	103	093	083	074	062	051	044
3,0	165	153	138	130	121	116	110	100	091	081	071	061	051	043
3,5	155	143	130	123	115	110	106	096	088	078	069	059	050	042
4,0	145	133	124	118	110	105	100	093	084	076	067	057	049	041
4,5	136	124	116	110	105	100	096	089	079	073	065	055	048	040
5,0	127	117	108	104	100	095	092	086	076	071	062	054	047	039
5,5	118	110	102	098	095	091	087	081	074	068	059	052	046	039
6,0	109	103	097	093	090	085	083	077	070	065	056	051	045	038
6,5	102	097	092	088	085	080	077	072	066	061	054	050	044	037
7,0	095	091	087	083	079	076	074	068	063	058	051	047	043	036
8,0	082	079	077	073	070	067	065	060	055	052	048	044	041	035
9,0	072	069	067	064	062	059	056	053	050	048	045	042	039	035
10,0	062	060	058	056	054	052	050	047	045	043	041	038	036	033
11,0	054	053	052	050	048	046	044	043	042	041	038	035	032	030
12,0	049	048	047	045	043	042	040	039	038	037	034	032	030	028
13,0	045	044	044	042	041	040	038	037	036	035	032	030	028	026
14,0	041	041	040	039	039	038	037	036	035	034	031	029	027	025

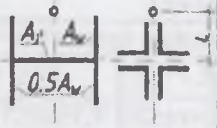
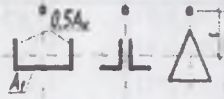
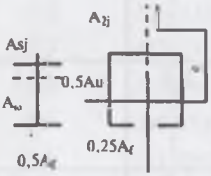
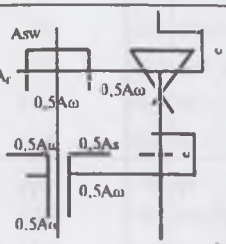
Eslatmalar: 1.φ_{vn} qiymat koeffitsiyentlari jadvalda 1000 marta kattalashtirilgan.

2.φ_{vn} qiymatlarini φ qiymatlaridan yuqori bo'lmagan holda qabul qilish kerak.

5-ilova

η kesim shakllari ta'sirining koeffitsiyentlari.

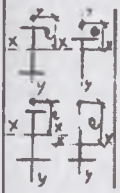
Kesim turi	Kesim sxemasi	$\frac{A_f}{A_w}$	η bo'lgandagi qiymatlar			
			$0 \le \bar{\lambda} \le 5$		$\bar{\lambda} \succ 5$	
			0,1≤m≤5	5<m≤20	0,1≤m≤5	5<m ≤20
1		-	1,0	1,0	1,0	
2		-	0,85	0,85	0,85	
3		-	$0,75+0,02\bar{\lambda}$	0,75 + $+0,02\bar{\lambda}$	0,85	
4		-	(1,35-0,05m)-0,01 (5-m) $\bar{\lambda}$	1,1	1,1	
5		0,25	(1,45-0,05m)-0,01 (5-m) $\bar{\lambda}$	1,2	1,2	
6		-	$\eta_5\left[1-0,3\ (5-m)\frac{a_1}{h}\right]$	η_5	η_5	
7		-	$\eta_5\left(1-0,8\frac{a_1}{h}\right)$	$\eta_5\left(1-0\right.$	$\eta_5\left(1-0,8\frac{a_1}{h}\right)$	

8		0,25	$(0,75+0,05m)$ $+0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		0,5	$(0,5+0,1m)+$ $0,02(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		≥1,0	$(0,25+0,15m)+$ $+0,03(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
9		0,5	$(1,25-0,05m)-$ $-0,01(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
		≥1,0	$(1,5-0,1m)-$ $-0,02(5-m)\bar{\lambda}$	1,0	1,0	
10		0,5	1,4	1,4	1,4	1,4
		1,0	$1,6-0,01$ $(5-m)\bar{\lambda}$	1,6	1,35+0,05m	1,6
		2,0	$1,8-0,02$ $(5-m)\bar{\lambda}$	1,8	1,3+0,1 m	1,8
11		0,5	1,45+0,04m	1,65	1,45+0,04m	1,65
		1,0	1,8+0,12m	2,4	1,8+0,12m	2,4
		1,5	2,0+0,25m+ 0,1 $\bar{\lambda}$	-	-	-
		2,0	3,0+0,25m+ 0,1 $\bar{\lambda}$	-	-	-

Eslatmalar: 1. 5-7 kesim turlari uchun A_f/A_w qiymatlarini hisoblashda tokcha vertikal elementlar maydonini e'tiborga olmaslik kerak.

2. 6-7 kesim turlari uchun η_5 qiymatini Af/Aw qiymatlardagi 5-tur uchun η qiymatga teng deb qabul qilish kerak.

α va β koeffitsiyentlar *6-ilova*

Kesimni shakli	α		β	
	$m_x \le 1$	$1<m_x \le 5$	$\lambda_y \le \lambda_c$	$\lambda_y > \lambda_c$
Ochiq	0,7	0,65 + 0,05m_x	1	$\sqrt{\varphi_c/\varphi_y}$
	1 − 0,3 $\frac{I_2}{I_1}$	1 − (0,35 − 0,05 m_x) $\frac{I_2}{I_1}$	1	$1-\left(1-\sqrt{\varphi_c/\varphi_y}\right)\cdot\left(2\cdot\frac{I_2}{I_1}-1\right)$ Agar $\frac{I_2}{I_1} \prec 0,5$ bo'lsa β=1
Yopiq	0,6	0,55 + 0,05 m_x	1	$\sqrt{\varphi_c/\varphi_y}$

I_1, I_2 - simmetrik y − y o'qqa nisbatan katta va kichik tokchalarni inersiya momentlari.

φ_c − bo'ylama eguvchi momentni e'tiborga oladigan koeffitsiyent qiymati λ_y uchun agar $\lambda_y = \lambda_c = 3,14\cdot\sqrt{\frac{E}{R_y}}$;

7-ilova

Sharnirli - tayanchli oxirlari bilan o'zaklari uchun keltirilgan nisbiy m_{ef} ekssentrisitetlar.

$\delta = \frac{M_2}{M_1}$	$\bar{\lambda}$	Keltirilgan nisbiy m_{ef} ekssentrisitetlar m_{ef1} bo'lganda teng										
		0,1	0,5	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	7,0	10,0	20,0
$\delta = -1{,}0$	1	0,10	0,30	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,17	0,39	0,68	1,03	1,80	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,10	0,22	0,36	0,55	1,17	1,95	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,10	0,10	0,18	0,30	0,57	1,03	1,78	3,35	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,23	0,48	0,95	2,18	4,40	13,40
	6	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,15	0,18	0,40	1,25	3,00	11,40
	7	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,50	1,70	9,50
$\delta = -0{,}5$	1	0,10	0,31	0,68	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,22	0,46	0,73	1,05	1,88	2,75	3,72	5,65	8,60	18,50
	3	0,10	0,17	0,38	0,58	0,80	1,33	2,00	2,77	4,60	7,40	17,20
	4	0,10	0,14	0,32	0,49	0,66	1,05	1,52	2,22	3,50	5,90	15,40
	5	0,10	0,10	0,26	0,41	0,57	0,95	1,38	1,80	2,95	4,70	13,40
	6	0,10	0,16	0,28	0,40	0,52	0,95	1,25	1,60	2,50	4,00	11,50
	7	0,10	0,22	0,32	0,42	0,55	0,95	1,10	1,35	2,20	3,50	10,80
$\delta = 0$	1	0,10	0,32	0,70	1,12	1,60	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,28	0,60	0,90	1,28	1,96	2,75	3,72	5,65	8,40	18,50
	3	0,10	0,27	0,55	0,84	1,15	1,75	2,43	3,17	4,80	7,40	17,20
	4	0,10	0,26	0,52	0,78	1,10	1,60	2,20	2,83	4,00	6,30	15,40
	5	0,10	0,25	0,52	0,78	1,10	1,55	2,10	2,78	3,85	5,90	14,50
	6	0,10	0,28	0,52	0,78	1,10	1,55	2,00	2,70	3,80	5,60	13,80
	7	0,10	0,32	0,52	0,78	1,10	1,55	1,90	2,60	3,75	5,50	13,00
$\delta = 0{,}5$	1	0,10	0,40	0,80	1,23	1,68	2,62	3,55	4,55	6,50	9,40	19,40
	2	0,10	0,40	0,78	1,20	1,60	2,30	3,15	4,10	5,85	8,60	18,50
	3	0,10	0,40	0,77	1,17	1,55	2,30	3,10	3,90	5,55	8,13	18,00
	4	0,10	0,40	0,75	1,13	1,55	2,30	3,05	3,80	5,30	7,60	17,50
	5	0,10	0,40	0,75	1,10	1,55	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	17,00
	6	0,10	0,40	0,75	1,10	1,50	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,50
	7	0,10	0,40	0,75	1,10	1,40	2,30	3,00	3,80	5,30	7,60	16,00

Bu yerda, $m_{ef1} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{A}{W_c}$

1-jadval. Po'lat sortamenti prokati.
Qo'shtavrlar GOST 8239 – 72dan olingan shartli belgilar

h–to'sin balandligi
b–tokchasini eni
t_w – devorni qalinligi
t – tokchasini o'rtacha qalinligi
R – ichki aylanish radiusi

I – inersiya momenti
W – moment qarshiligi
S – statik momenti
i – inersiya radiusi
I_k – buralishdagi inersiya momenti

Profil-ning nomeri	1m og'irligi kg/m	O'lchamlar, mm					Kesim yuzasi A, sm^2	O'q x – x				O'q y – y			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	
10	9,46	100	55	4,5	7,2	7	12	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	14,7	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	17,4	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	20,2	873	109	6,57	62,3	58,6	14,5	1,7	4,46
18	18,4	180	90	5,1	8,1	9	23,4	1290	143	7,42	81,4	82,6	18,4	1,88	5,6
20	21	200	100	5,2	8,4	9,5	26,8	1840	184	8,28	104	115	23,1	2,07	6,92
22	24	220	110	5,4	8,7	10	30,6	2550	232	9,13	131	157	28,6	2,27	8,6
24	27,3	240	115	5,6	9,5	10,5	34,8	3460	289	9,97	163	198	34,5	2,37	11,1
27	31,5	270	125	6	9,8	11	40,2	5010	371	11,2	210	260	41,5	2,54	13,6
30	36,5	300	135	6,5	10,2	12	46,5	7080	472	12,3	268	337	49,9	2,69	17,4
33	42,2	330	140	7	11,2	13	53,8	9840	597	13,5	339	419	59,9	2,79	23,8
36	48,6	360	145	7,5	12,3	14	61,9	13380	743	14,7	423	516	71,1	2,89	31,4
40	57	400	155	8,3	13	15	72,6	19062	953	16,2	545	667	86,1	3,03	40,6
45	66,5	450	160	9	14,2	16	84,7	27696	1231	18,1	708	808	101	3,09	54,7
50	78,5	500	170	10	15,2	17	100	39727	1598	19,1	919	1043	123	3,23	75,4

2-jadval. **Shvellerlar GOST 82.40 – 72dan olingan shartli belgilar** *8- ilovaning davomi*

h – to'sin balandligi
b – tokchasini eni
t_w – devorni qalinligi
t – tokchasini o'rtacha qalinligi
R – ichki aylanish radiusi
Z_0 – tashqi yuzadan y – y o'qigacha bo'lgan o'lcham

I – inersiya momenti
W – moment qarshiligi
S – statik momenti
i – inersiya radiusi
I_k – buralishdagi inersiya momenti

Profil-ning nomeri	1m og'irligi kg/m	O'lchamlar, mm					Kesim yuzasi A, sm²	O'q x – x				O'q y – y				I_k sm⁴
		h	b	t_w	t	R		I_x sm⁴	W_x sm³	i_x sm	S_x sm³	I_y sm⁴	W_y sm³	i_y sm	z_y cm	
5	4,84	50	32	4,4	7	6	6,16	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	7,51	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	8,98	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	10,9	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	13,3	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	15,6	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	18,1	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	20,7	1090	121	7,24	69,8	86	17	2,04	1,94	4,87
20	18,4	200	76	5,2	9	9,5	23,4	1520	152	8,07	87,8	113	20,5	2,2	2,07	5,9
22	21	220	82	5,4	9,5	10	26,7,	2110	192	8,89	110	151	25,1	2,37	2,21	7,48
24	24	240	90	5,6	10	10,5	30,6	2900	242	9,73	139	208	31,6	2,6	2,42	9,6
27	27,7	270	95	6	10,5	11	35,2	4160	308	10,9	178	262	37,3	2,73	2,47	11,98
30	31,8	300	100	6,5	11	12	40,5	5810	387	12	224	327	43,6	2,84	2,52	14,98
33	36,5	330	105	7	11,7	13	46,5	7980	484	13,1	281	410	51,8	2,97	2,59	19,21
36	41,9	360	110	7,5	12,6	14	53,4	10820	601	14,2	350	513	61,7	3,1	2,68	25,1
40	48,3	400	115	8	13,5	15	61,5	15220	761	15,7	444	642	73,4	3,23	2,75	32,41

3-jadval. Teng tokchali burchakli po'lat. GOST 8509 – 86dan olingan shartli belgilar *8-ilovaning davomi*

I – inersiya momenti
b – tokchasini eni
t_w – devorni qalinligi
i – inersiya radiusi

O'lchamlar, mm		Kesim yuzasi A sm²	1m og'ir-ligi kg/m	Markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham z_0 sm	O'q x – x		O'q x_1 – x_2	O'q x_0 – x_0		O'q y_0 – y_0		Ikkita burchakli uchun inersiya radiusi 1mm da.		
b	t				I_x sm⁴	i_x sm	I_{x1} sm⁴	I_{x0} sm⁴	i_{x0} sm	I_y sm⁴	i_{y0} sm	10	12	14
50	5	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	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	5	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
	6	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
70	5	6,86	5,38	1,9	31,9	2,16	56,7	50,7	2,72	13,2	1,39	3,23	3,3	3,38
	6	8,15	6,39	1,94	37,6	2,15	68,4	59,6	2,71	15,5	1,38	3,25	3,33	3,4
75	5	7,39	5,8	2,02	39,5	2,31	69,6	62,6	2,91	16,4	1,49	3,42	3,49	3,57
	6	8,78	6,89	2,06	46,6	2,3	83,9	73,9	2,9	19,3	1,48	3,44	3,52	3,6
80	6	9,38	7,36	2,19	57	2,47	102	90,4	3,11	23,5	1,58	3,65	3,72	3,8
	7	10,8	8,51	2,23	65,3	2,45	119	104	3,09	27	1,58	3,67	3,75	3,82
90	7	12,3	9,64	2,47	94,3	2,77	169	150	3,49	38,9	1,78	4,06	4,13	4,21
100	7	13,8	10,8	2,71	131	3,08	231	207	3,88	54,2	1,98	4,45	4,52	4,6
	8	15,6	12,2	2,75	147	3,07	265	233	3,87	60,9	1,98	4,47	4,54	4,62
110	10	19,2	15,1	2,83	179	3,05	333	284	3,84	74,1	1,96	4,52	4,59	4,67
	8	17,2	13,5	3	198	3,39	353	315	4,28	81,8	2,18	4,87	4,95	5,02

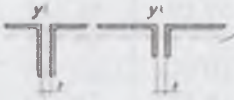
8-ilovaning davomi

O'lchamlar, mm		Kesim yuzasi A sm²	1m og'irligi kg/m	Markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham z_0 sm	O'q x – x		O'q x_1 – x_2	O'q x_0 – x_0		O'q y_0 – y_0		Ikkita burchakli uchun inersiya radiusi 1mm da.		
b	t				I_x sm⁴	i_x sm	I_{x1} sm⁴	I_{x0} sm⁴	i_{x0} sm	I_y sm⁴	i_{y0} sm	10	12	14
125	9	22	17,3	3,4	327	3,86	582	520	4,86	135	2,48	5,48	5,56	5,63
	10	24,3	19,1	3,45	360	3,85	649	571	4,84	149	2,47	5,52	5,58	5,66
140	10	27,3	21,5	3,82	512	4,33	911	814	5,46	211	2,78	6,12	6,19	6,26
160	10	31,4	24,7	4,3	774	4,96	1356	1229	6,25	319	3,19	6,91	6,97	7,05
	12	37,4	29,4	4,39	913	4,94	1633	1450	6,23	376	3,17	6,95	7,02	7,09
180	11	38,8	30,5	4,85	1216	5,6	2128	1933	7,06	500	3,59	7,74	7,81	7,83
	12	42,2	33,1	4,89	1317	5,59	2324	2093	7,04	540	3,58	7,76	7,83	7,9
200	12	47,1	37	5,37	1823	6,22	3182	2896	7,84	749	3,99	8,55	8,62	8,69
	13	50,9	39,9	5,42	1961	6,21	3452	3116	7,83	805	3,98	8,58	8,64	8,71
	14	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

4-jadval. Tengsiz tokchali burchakli po'lat GOST 8510 – 86 dan olingan shartli belgilar

V – katta tokchasini eni
b – kichik tokchasini eni
t – tokchasini qalinligi

I – inersiya momenti
i – inersiya radiusi



8-ilovaning davomi

O'lchamlar, mm			Kesim yuzasi A, sm	1m og'irligi kg/m	Markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham		O'q x – x		O'q y –y		O'q i – i	Ikkita burchakli uchun i_u inersiya radiusi t mm da			Ikkita burchakli uchun i_y inersiya radiusi t mm da		
V	b	t			Y_0 sm	x_0, sm	I_x sm⁴	i_x sm	I_y sm⁴	i_y sm	i_i sm	10	12	14	10	12	14
75	50	5	6,11	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	8,54	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	9,59	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	11,1	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	13,9	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	16	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	19,7	15,5	4,14	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	18	14,1	4,49	2,03	364	4,49	120	2,58	1,98	3,61	3,69	3,76	6,72	6,79	6,86
		10	22,2	17,5	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	22,9	18	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	25,3	19,8	5,23	2,28	667	5,13	204	2,84	2,19	3,97	4,04	4,12	7,69	7,77	7,84
		12	30	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
180	110	10	28,3	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
		12	33,7	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
200	125	11	34,9	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
		12	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
		14	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
		16	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

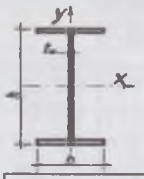
5-jadval. Qalin va universal varaqsimon po'lat

8-ilovaning davomi

Qalinligi, mm	Eni, mm	Uzunligi, mm
Qalin varaqsimon prokati GOST 19903 – 74 dan olingan.		
6	1250;1400;1500;1600;1800;	2800;3500;4500;5000;5500;6000;7000
8	1250;1400;1500;1600;1800;2000;	2800;3500;4500;5000;5500;6000;7000
10	1250;1400;1500;1600;1800;2000;2200;	2800;3500;4500;5000;5500;6000;7000;
12;14;16;18;20;22;25;28;	1400;1500;1600;1800;2000;2200;	4500;5000;5500;6000;7000;
30;32;36;40;50;60;80;100;	1500;1600;1800;2000;2200;2500;	4500;5000;5500;6000;7000;
Universal varaqsimon po'lat GOST 82 – 70 dan olingan.		
6;8;10;12;14;16;18; 20;22;25;28;30;32;36;40;	200;210220;240;250;260;280;300;340;360; 380;400;420;450;480;530;560;630;650;670 700;800;850;900;950;1000;1050;	5000 – 18000

6-jadval. Kranlar relsi GOST 4121 – 76dan olingan

Eskiz	Rels tipi	Asosiy o'lchamlar, mm			Kesim yuzasi A, sm²	Markaz og'irligigacha bo'lgan o'lcham z_0 sm	Inersiya momenti, sm		1m og'irligi kg/m
		h	V	S			I_x	I_u	
	KR – 50	90	90	50	38,02	4,32	357,54	111,42	29,85
	KR – 60	105	105	60	50,99	4,83	654,6	195,88	50,03
	KR – 70	120	120	70	67,3	5,93	1081,99	327,16	52,83
	KR – 80	130	130	80	81,13	6,43	1547,4	482,39	63,69
	KR – 100	150	150	100	113,32	7,6	2864,73	940,98	88,96
	KR – 120	170	170	120	150,44	8,43	4923,79	1694,83	118,1
	KR – 140	190	190	140	195,63	9,84	7427,23	2483,4	153,49



7-jadval. Qo'shtavrlar va tavrlar parallel tokchali GOST 535 – 88 dan olingan.

Tavrdagi o'lchamlar qo'shtavrdagini yarmiga teng.

B – normal profilli to'sin: Sh – keng tokchali: K – ustunbop.

8-ilovaning davomi

Qo'shtavrlar										Qo'shtavrlar va tavrlar			Tavrlar			
Profil-ning nomeri	h, mm	A,sm²	q, kg/m	O'q x – x			O'q y – y			b, mm	t_w mm	t_f mm	z_0,sm	O'q x_1 – x_1		Profil-ning nomeri
				I_x sm⁴	W_x sm³	i_x sm	I_y sm⁴	W_y sm³	i_y, i_{yt} sm					I_{xt},sm⁴	i_{xt},sm	
20 B1	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 BT1
23 B1	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	11,5BT1
26 B1	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 BT1
30 B1	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 BT1
35 B1	346,6	48,7	38,2	10000	577	14,3	547	70,6	3,35	155	6	8,8	3,98	274	5,21	17,5BT1
40 B1	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 BT1
45 B1	445,4	74,6	58,5	24690	1110	18,2	1070	119	3,79	180	7,6	11	5,39	536	6,8	22,5BT1
50 B1	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 BT1
55 B1	545,2	110	86,3	54480	2000	22,3	2280	212	4,55	215	9,2	13,7	6,62	1140	8,34	27,5BT1
60 B1	594,2	131	103	77430	2610	24,3	3130	272	4,88	230	10	15,4	7,18	1570	9,06	30 BT1
70 B1	693,6	162	140	146000	3630	27,9	4550	350	5,31	260	11,5	15,5	8,98	2280	10,8	35 BT1
80 B1	791,6	197	155	194370	4910	31,4	5670	420	5,36	270	13	17,2	10,8	2830	12,5	40 BT1
90 B1	893,2	245	193	309020	6920	35,5	9270	598	6,15	310	14,3	18,6	12,1	4640	14,1	45 BT1
100B1	990	289	227	442460	8940	39,1	11510	720	6,31	320	15,5	21	13,7	5760	15,7	50 BT1

8-ilovaning davomi

Qo'shtavrlar										Qo'shtavrlar va tavrlar			Tavrlar			
Profil-ning nomeri	h, mm	A,sm²	q, kg/m	O'q x – x			O'q y – y			b, mm	t_w mm	t_f mm	z_0,sm	O'q x_1 – x_1		Profil-ning nomeri
				I_x sm⁴	W_x sm³	i_x sm	I_y sm⁴	W_y sm³	i_y, i_{yt} sm					I_{xt},sm⁴	i_{xt},sm	
20 Sh1	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 ShT1
26 Sh1	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 ShT1
30 Sh1	291	67,7	53,2	10460	719	12,4	1500	150	4,7	200	7,5	11,2	2,76	748	3,93	15 ShT1
35 Sh1	338,6	94	73,8	19960	1180	14,6	3340	267	5,96	250	8,5	12,8	3,07	1670	4,5	17,5ShT1
40 Sh1	388,6	124	97	34850	1790	16,8	6400	426	7,19	300	9,5	14,2	3,44	3200	5,13	20 ShT1
50 Sh1	484,2	143	112	60510	2500	20,6	6760	451	6,88	300	10,4	15	4,8	3380	1	25 ShT1
60 Sh1	579,4	179	140	106520	3680	24,4	9300	581	7,21	320	11,6	17	6,03	4650	8,34	30 ShT1
70 Sh1	683	213	167	171660	5030	28,4	10510	657	7,02	320	12,8	19,2	7,63	5260	10,1	35 ShT1
80 Sh1	779,2	258	203	265170	6810	32	13790	811	7,3	340	14,5	21	9,17	6900	11,8	40 ShT1
90 Sh1	882	310	244	402160	9120	36	17940	997	7,6	360	16	23	10,7	8970	13,5	45 ShT1
100Sh1	978	369	290	590550	12080	40	26740	1340	8,51	400	17	25	11,8	13370	14,9	50 ShT1
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

8-jadval. Choksiz po'latli trubalar GOST 8732 – 78dan olingan *9-ilova*

O'lchamlar, mm		1m og'irligi kg/m	Kesim yuzasi, sm²	Inersiya radiusi,sm	O'lchamlar, mm		1m og'irligi kg/m	Kesim yuzasi, sm²	Inersiya radiusi,sm
D_i	t				D_i	t			
	3,5	4,62	5,89	1,9		8	41,63	63	7,47
	4	5,23	6,66	1,88		10	51,54	65,64	7,4
57	5	6,41	8,17	1,85		12	61,26	78,02	7,34
	6	7,55	9,52	1,82		14	70,78	90,16	7,27
					219	18	89,23	113,69	7,14
						20	98,15	125,08	7,09
						22	106,88	136,29	7,02
						25	119,61	152,39	6,92
	3,5	5,74	7,31	2,36		8	46,76	59,54	8,39
	5	8,01	10,22	2,31		10	57,95	73,91	8,33
70	6	9,47	12,06	2,28		12	68,95	87,84	8,26
	8	12,23	15,59	2,21	245	14	79,76	101,61	8,19
						16	90,36	115,15	8,13
						18	100,77	128,43	8,06
						20	110,98	141,32	7,99
						22	120,99	154,09	7,93
						25	135,64	172,9	7,84
	3,5	7,38	9,4	3,03		8	52,28	66,62	9,39
	5	10,36	13,2	2,98		10	64,86	82,59	9,32
	8	15,98	20,36	2,88		12	77,24	98,39	9,25
	10	19,48	24,83	2,82		14	89,42	113,95	9,18
89	12	22,79	29,02	2,76	273	16	101,41	129,13	9,11
						18	113,2	144,19	9,05

9-ilovaning davomi

						20	124,79	159,01	8,98
						22	136,18	173,4	8,91
						25	152,9	194,69	8,82
	5	11,96	15,24	3,44		14	107,38	136,8	11,02
	6	14,21	18,09	3,41		16	121,93	155,36	10,95
	8	18,55	23,64	3,34		18	136,28	173,68	10,9
	10	22,69	29,91	3,28		20	150,44	191,54	10,82
102	12	26,63	33,92	3,21	325	22	164,39	209,35	10,75
						25	184,96	235,6	10,65
						28	205,09	261,3	10,56
						30	218,25	278,13	10,5
	5	14,3	18,23	4,11		12	122,52	156,1	14,67
	6	17,02	21,67	4,07		14	142,25	181,28	14,58
	8	22,29	28,4	4,01		16	161,78	205,99	14,52
	10	27,37	34,86	3,95		18	181,11	230,78	14,46
121	12	32,26	41,1	3,89	426	20	200,26	255,08	14,39
	14	36,94	47,05	3,82		22	219,19	279,12	14,32
	16	41,43	52,79	3,76		25	247,23	314,84	14,22
						28	274,83	350	14,12
						30	292,98	373,39	14,07
	5	16,65	21,2	4,78					
	6	19,83	25,26	4,75					
	8	26,04	33,18	4,68					
140	10	32,06	40,84	4,62					
	12	37,88	48,24	4,55					
	14	43,5	55,42	4,49					

9-ilovaning davomi

	16	48,93	62,35	4,43					
	6	23,97	30,53	5,74					
	8	31,57	40,2	5,67					
	10	38,97	49,61	5,6					
168	12	46,17	58,84	5,54					
	14	53,17	67,76	5,48					
	16	59,98	76,42	5,41					
	18	66,59	84,84	5,35					
	20	73	93	5,29					

9-jadval. Elektr yoyi bilan payvandlangan po'lat trubalar. GOST 10704-76dan olingan

O'lcham-lar, mm		1m og'irligi	Kesim yuzasi,	Inersiya radiusi,	O'lcham-lar, mm		1m og'irligi	Kesim yuzasi,	Inersiya radiusi,	O'lcham-lar, mm		1m og'irligi	Kesim yuzasi,	Inersiya radiusi,
D_i	t	kg/m	sm^2	sm	D_i	t	kg/m	sm^2	sm	D_i	t	kg/m	sm^2	sm
	2	4	5,1	2,86		2	4,29	5,47	3,08		3,5	7,38	9,1	3,03
83	2,5	4,96	6,32	2,85	89	2,5	5,33	6,79	3,06	89	4	8,38	10,7	3,01
	3	5,92	7,54	2,84		3	6,36	8,1	3,04		4,5	9,38	11,9	2,99
	2	4,93	6,28	3,54		4	21,21	27	7,6		6	77,53	98,8	18,5
	2,5	6,13	7,81	3,52		4,5	23,8	30,3	7,59		7	90,28	115	18,5
102	3	7,32	9,32	3,5	219	5	26,39	33,6	7,57		8	104	132	18,5
	3,5	8,5	10,8	3,49		5,5	28,96	36,9	7,55	530	9	115,6	147	18,4
	4	9,67	12,3	3,47		6	31,52	40,2	7,54		10	128,2	163	18,4
	4,5	10,82	13,8	3,46		7	36,6	46,6	7,51		12	154,3	197	18,3
						8	41,63	53	7,47					
	2,5	6,87	8,75	3,94		4,5	29,8	38	9,5		7	107,5	137	22

9-ilovaning davomi

	3	8,21	10,5	3,93		5	33	42,1	9,48		8	122,7	156	22
114	3,5	9,54	12,2	3,91	273	5,5	36,3	46,2	9,46	630	9	137,8	175	22
	4	10,85	13,8	3,89		6	39,5	50,3	9,45		10	152,9	195	21,9
	4,5	12,15	15,5	3,88		7	45,92	58,5	9,42		12	182,9	233	21,8
	5	13,44	17,1	3,86		8	52,28	66,6	9,38					
	3	9,17	11,7	4,39		5	39,5	50,3	11,3		8	140,5	179	25,2
	3,5	10,66	13,6	4,37		5,5	43,3	55,2	11,3		9	157,8	201	25,2
127	4	12,13	15,5	4,35	325	6	47,2	60,1	11,3	720	10	175,1	223	25,1
						7	54,89	69,9	11,2		12	209,5	267	25
						8	62,54	79,9	11,2					
	3,5	11,78	15	4,83		5	45,9	58,4	13,2		8	160,2	204	28,7
140	4	13,42	17,1	4,82		5,5	50,4	64,2	13,1		9	180	229	28,7
					377	6	54,9	69,9	13,1	820	10	199,8	254	28,6
						7	63,9	81,5	13,1		12	239,1	304	28,6
						8	72,8	92,7	13,1		14	278,3	254	28,5
						9	81,7	104	13					
						10	90,5	115	13					
	3,5	12,82	16,3	5,26		5	51,91	66,1	14,9		8	199,7	254	35,8
152	4	14,6	18,6	5,24		5,5	57,03	72,6	14,9		9	224,4	286	35,7
						6	62,14	79,2	14,9		10	249,1	317	35,7
					426	7	72,33	92,1	14,8	1020	12	298,3	380	35,7
						8	82,46	105	14,8		14	347,3	442	35,6
						9	92,56	118	14,8					
						10	102,6	131	14,7					
	3,5	13,42	17,1	5,5							12	357	455	42,7

9-ilovaning davomi

	4	15,29	19,5	5,48							14	416	530	42,7
159	4,5	17,15	21,8	5,47						1220	16	475	605	42,6
	5	18,9	24,2	5,45										
	5,5	20,82	26,5	5,44										
	6	22,64	28,8	5,42										
	4	16,18	20,6	5,8							12	417	531	49,8
	4,5	18,14	23,1	5,79							14	485	618	49,8
168	5	20,1	25,6	5,77						1420	16	554	706	49,7
	5,5	22,04	28,1	5,75										
	6	23,97	30,5	5,74										

10-jadval. Egib kvadrat shakliga keltirib payvandlangan profilli trubalar. TU 36-2287-80.

b – profilni tashqi o'lchami, t– devor qalinligi, egish radiusi R<2t.

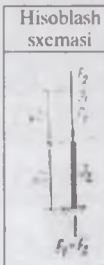
O'lchamlar, mm		Kesim yuzasi, sm^2	$I_x=I_y$, sm^4	$i_x=i_y$,sm	O'lchamlar, mm		Kesim yuzasi, sm^2	$I_x=I_y$, sm^4	$i_x=i_y$,sm
b	t				b	t			
	3	8,85	85,3	3,1		3	12,5	234	4,33
	4	11,5	100,7	3,05		4	16,3	297	4,28
80	5	13,9	124	2,99	110	5	19,9	355	4,22
	6	16,2	139	2,93		6	23,4	405	4,16
						7	26,7	450	4,10
	3	11,3	175	3,92		3	14,3	348	4,94
	4	14,7	219	3,87		4	18,7	446	4,89
100	5	17,9	260	3,81	125	5	22,9	536	4,83
	6	21,0	296	3,75		6	27	616	4,78
	7	23,9	326	3,69		7	30,9	689	4,72
						8	34,7	753	4,66

9-ilovaning davomi

140	3	16,1	496	5,56	160	6	35,4	1365	6,21
	4	21,1	638	5,5		7	40,7	1542	6,15
	5	25,9	769	5,45		8	45,9	1705	6,09
	6	30,6	890	5,39					
	7	35,1	999	5,33					
	8	39,6	1099	5,27					
160	3	18,5	750	6,37	180	4	27,5	1389	7,14
	4	24,3	969	6,32		5	33,9	1702	7,08
	5	29,9	1174	6,26		6	40,2	1986	7,03
						7	46,3	2252	6,97
						8	52,3	2500	6,91

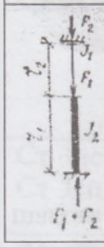
Yuqori erkin oxirgi bir pog'onali kolonnalar uchun μ_1 hisobli uzunligining koeffitsiyentlari

10.1-ilova

Hisoblash sxemasi	α_1	μ_1 bo'lganda n koeffitsiyentlar																			
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0
	0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
	0,2	2,0	2,01	2,02	2,03	2,04	2,05	2,06	2,06	2,07	2,08	2,09	2,10	2,12	2,14	2,15	2,17	2,21	2,40	2,76	3,38
	0,4	2,0	2,04	2,08	2,11	2,13	2,18	2,21	2,25	2,28	2,32	2,35	2,42	2,48	2,54	2,60	2,66	2,80	-	-	-
	0,6	2,0	2,11	2,20	2,28	2,36	2,44	2,52	2,59	2,66	2,73	2,80	2,93	3,05	3,17	3,28	3,39	-	-	-	-
	0,8	2,0	2,25	2,42	2,56	2,70	2,83	2,96	3,07	3,17	3,27	3,36	3,55	3,74	-	-	-	-	-	-	-
	1,0	2,0	2,50	2,73	2,94	3,13	3,29	3,44	3,59	3,74	3,87	4,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	3,0	3,43	3,77	4,07	4,35	4,61	4,86	5,05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0	4,0	4,44	4,90	5,29	5,67	6,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,5	5,0	5,55	6,08	6,56	7,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,0	6,0	6,65	7,25	7,82	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Yuqori erkin oxirgi bir pog'onali kolonnalar uchun μ_1 hisobli uzunligining koeffitsiyentlari faqat buralishda mahkamlangan

10.2-ilova

Hisoblash sxemasi	α_1	μ_1 bo'lganda n koeffitsiyentlar																			
		0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0
	0	2,0	1,92	1,86	1,80	1,76	1,70	1,67	1,64	1,60	1,57	1,55	1,50	1,46	1,43	1,40	1,37	1,32	1,18	1,10	1,05
	0,2	2,0	1,93	1,87	1,82	1,76	1,71	1,68	1,64	1,62	1,59	1,56	1,52	1,48	1,45	1,41	1,39	1,33	1,20	1,11	-
	0,4	2,0	1,94	1,88	1,83	1,77	1,75	1,72	1,69	1,66	1,62	1,61	1,57	1,53	1,50	1,48	1,45	1,40	-	-	-
	0,6	2,0	1,95	1,91	1,86	1,83	1,79	1,77	1,76	1,72	1,71	1,69	1,66	1,63	1,61	1,59	-	-	-	-	-
	0,8	2,0	1,97	1,94	1,92	1,90	1,88	1,87	1,86	1,85	1,83	1,82	1,80	1,79	-	-	-	-	-	-	-
	1,0	2,0	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	1,5	2,0	2,12	2,25	2,33	2,38	2,43	2,48	2,52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,0	2,0	2,45	2,66	2,81	2,91	3,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2,5	2,5	2,94	3,17	3,34	3,50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	3,0	3,0	3,43	3,70	3,93	4,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Fason prokatli po'latlarni mexanik xususiyatlari

Po'lat markasi	Po'lat nomi	Tokchani qalinligi mm.	Mexanik xarakteri			qayishqoqlik darajasi KSU, Dj/sm^2 (kgs·m/sm^2)			
			Oquvchanlik bo'yicha normal qarshiligi σ_T, N/mm^2 (kgs/mm^2)	Muvaqqat qarshiligi σ_V, N/mm^2 (kgs/mm^2)	Nisbiy cho'zilishi δ_5, %	°C haroratda -20	-40	-70	Mexanik xususiyatlari kirishdan keyin
			Bundan kam emas			Bundan kam emas			
Ст 3кп 2	C235	4dan 20 gacha 20dan "40"	235(24) 225(23)	360(37) 360(37)	26 25	- -	- -	- -	- -
Ст 3пс 5 Ст 3сп 5	C245	4dan 20 gacha 20dan "25"	245(25) 235(24) 235(24)	370(38) 370(38) 370(38)	25 24 24	- - -	- - -	- - -	29(3)* 29 (3) -
Ст 3Гпс Ст 3Гсп	C255	4dan 10gacha	255(26) 245(25) 235(24)	380(39) 370(38) 370(38)	25 25 24	29(3)* 29 (3) 29 (3)	- - -	- - -	29(3)* 29 (3) 29 (3)
Ст 3пс	C275	4dan 10gacha	275(28) 275(28)	390(40) 380(39)	24 23	- -	- -	- -	29(3)* 29 (3)
Ст 3сп Ст 3Гпс Ст 3Гсп	C285	4dan 10gacha	285(29) 275(28)	400(41) 390(40)	24 23	29(3)* 29 (3)	- -	- -	29(3)* 29 (3)
12 Г2С 09 Г2С	C345	4dan 10gacha	345(35) 325(33)	490(50) 470(48)	21 21	- -	39(4,0) 34(3,5)	34(3,5) 29(3,0)	29 (3) 29 (3)

			305(31)	460(47)	21	-	34(3,5)	-	29 (3)
10ХНДП	C345K	4dan 10gacha	345(35)	470(48)	20	-	39(4,0)	-	-
12Г2С	C375	4dan 10gacha	375(38) 355(36) 335(34)	510(52) 490(50) 480(49)	20 20 20	- - -	39(4,0) 34(3,5) 34(3,5)	34(3,5) 29(3,0) -	29 (3) 29 (3) 29 (3)

Qalin va universal varaqsimon prokat po'latlarni mexanik xususiyatlari

Po'lat markasi	Po'lat nomi	Tokchani qalinligi mm.	Mexanik xarakteri			Qayishqoqlik darajasi KSU, Dj/sm^2 (kgs·m/sm^2)			
			Oquvchanlik bo'yicha normal qarshiligi σ_T, N/mm^2 (kgs/mm^2)	Muvaqqat qarshiligi σ_V, N/mm^2 (kgs/mm^2)	Nisbiy cho'zilishi δ_5, %	°C haroratda -20	-40	-70	Mexanik xususiyatlari kirishdan keyin
			Bundan kam emas			Bundan kam emas			
Ст 3кп 2	C235	2dan 3,9gacha	235(24) 235(24) 225(23) 215(22) 195(20)	360(37) 360(37) 360(37) 360(37) 360(37)	20 26 26 24 24	- - - - -	- - - - -	- - - - -	- - - - -
Ст 3пс 5 Ст 3сп 5	C245	2dan 3,9gacha	245(25) 245(25) 245(25)	370(38) 370(38) 370(38)	20 25 25	- - -	- - -	- - -	- 29(3)* 29 (3)
Ст 3Гпс Ст 3Гсп	C255	2dan 3,9gacha	255(26) 245(25)	380(39) 380(39)	20 25	- 29(3)*	- -	- -	- 29(3)*

			245(25) 235(24)	370(38) 370(38)	25 25	29 (3) 29 (3)	- -	- -	29 (3) 29 (3)
Ст 3пс	С275	2dan 3,9gacha	275(28) 275(28) 265(27)	380(49) 380(39) 370(38)	18 24 23	- - -	- - -	- - -	- 29(3)* 29 (3)
Ст 3сп, Ст 3Гпс Ст 3Гсп	С285	2dan 3,9gacha	285(29) 275(28) 265(27)	390(40) 390(40) 380(39)	17 24 23	- 29(3)* 29 (3)	- - -	- - -	- 29(3)* 29 (3)
12 Г2С 09 Г2С	С345		345(35) 345(35) 325(33) 305(31) 285(29) 275(28) 265(27)	490(50) 490(50) 470(48) 460(47) 450(46) 440(45) 430(44)	15 21 21 21 21 21 21	- - - - - - -	- 39(4,0) 34(3,5) 34(3,5) 34(3,5) 34(3,5) 34(3,5)	- 34(3,5) 29(3) 29(3) 29(3) 29(3) 29(3)	- 29 (3) 29 (3) 29 (3) 29 (3) 29 (3) 29 (3)
10ХРДП	С345К		345(35)	470(48)	20	-	39(4,0)	-	-
12Г2С	С375		375(38) 375(38) 355(36) 335(34)	510(52) 510(52) 490(50) 480(49)	14 20 20 20	- - - -	- 39(4,0) 34(3,5) 34(3,5)	- 34(3,5) 29(3) 29(3)	- 29 (3) 29 (3) 29 (3)
14Г2АФ	С390		390(40)	540(55)	20	-	-	29(3)**	-
15Г2АФДпс	С390К		390(40)	540(55)	19	-	-	29(3)**	-
16Г2АФ	С440		440(45) 410(42)	590(60) 570(58)	20 20	- -	- -	29(3)** 29(3)	- -
12Г2СМФ	С590		590(60)	685(70)	14	-	34(3,5)	-	-
12Г2МФАЮ	С59К		590(60)	685(70)	14	-	-	29(3)	-

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1985 г.

2. Мельников Н.П. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983 г.

3. Xolmurodov R.I., Asliyev S.A. Metall qurilmalari. Toshkent, «O'qituvchi» 1994 y.

4. Saydullayev Q.A.,Ganiyeva K.Q. «Po'lat qurilmalari». O'quv qo'llanma. Toshkent, 2002 y.

5. Saydullayev Q.A.,Ganiyeva K.Q. «Maxsus metall konstruksiyalari». O'quv qo'llanma. Toshkent, 2004 y.

6. QMQ 2.03.05 – 97. Po'lat qurilmalar loyihalashtirishning me'yorlari. Toshkent, 1997 y.

7. QMQ 2.01.07 – 96. Yuklar va ta'sirlar. Toshkent 1996 y.

8. QMQ 2.03.06 – 97. Alyuminiy qurilmalar loyihalashning texnik me'yorlari. Toshkent, 1997 y.

9. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983 г.

10. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции. Москва, Стройиздат, 1981 г.

11. Дмитриев Л.Г., Касилов А.В. Вантовые покрытия. Киев, Издательство «Будивельник» 1968 г.

12. Лампси Б.Б. Прочность тонкостенных металлических конструкций. Москва, Стройиздат, 1987 г.

13. Лопатто А.Э. Пролеты, материалы, конструкции. Москва, Стройиздат, 1982 г.

			245(25) 235(24)	370(38) 370(38)	25 25	29 (3) 29 (3)	- -	- -	29 (3) 29 (3)
Ст 3пс	С275	2dan 3,9gacha	275(28) 275(28) 265(27)	380(49) 380(39) 370(38)	18 24 23	- - -	- - -	- - -	- 29(3)* 29 (3)
Ст 3сп, Ст 3Гпс Ст 3Гсп	С285	2dan 3,9gacha	285(29) 275(28) 265(27)	390(40) 390(40) 380(39)	17 24 23	- 29(3)* 29 (3)	- - -	- - -	- 29(3)* 29 (3)
12 Г2С 09 Г2С	С345		345(35) 345(35) 325(33) 305(31) 285(29) 275(28) 265(27)	490(50) 490(50) 470(48) 460(47) 450(46) 440(45) 430(44)	15 21 21 21 21 21 21	- - - - - - -	- 39(4,0) 34(3,5) 34(3,5) 34(3,5) 34(3,5) 34(3,5)	- 34(3,5) 29(3) 29(3) 29(3) 29(3) 29(3)	- 29 (3) 29 (3) 29 (3) 29 (3) 29 (3) 29 (3)
10ХРДП	С345К		345(35)	470(48)	20	-	39(4,0)	-	-
12Г2С	С375		375(38) 375(38) 355(36) 335(34)	510(52) 510(52) 490(50) 480(49)	14 20 20 20	- - - -	- 39(4,0) 34(3,5) 34(3,5)	- 34(3,5) 29(3) 29(3)	- 29 (3) 29 (3) 29 (3)
14Г2АФ	С390		390(40)	540(55)	20	-	-	29(3)**	-
15Г2АФДпс	С390К		390(40)	540(55)	19	-	-	29(3)**	-
16Г2АФ	С440		440(45) 410(42)	590(60) 570(58)	20 20	- -	- -	29(3)** 29(3)	- -
12Г2СМФ	С590		590(60)	685(70)	14	-	34(3,5)	-	-
12Г2МФАЮ	С59К		590(60)	685(70)	14	-	-	29(3)	-

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Беленя Е.И. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1985 г.

2. Мельников Н.П. Металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983 г.

3. Xolmurodov R.I., Asliyev S.A. Metall qurilmalari. Toshkent, «O'qituvchi» 1994 y.

4. Saydullayev Q.A.,Ganiyeva K.Q. «Po'lat qurilmalari». O'quv qo'llanma. Toshkent, 2002 y.

5. Saydullayev Q.A.,Ganiyeva K.Q. «Maxsus metall konstruksiyalari». O'quv qo'llanma. Toshkent, 2004 y.

6. QMQ 2.03.05 – 97. Po'lat qurilmalar loyihalashtirishning me'yorlari. Toshkent, 1997 y.

7. QMQ 2.01.07 – 96. Yuklar va ta'sirlar. Toshkent 1996 y.

8. QMQ 2.03.06 – 97. Alyuminiy qurilmalar loyihalashning texnik me'yorlari. Toshkent, 1997 y.

9. Трущев А.Г. Пространственные металлические конструкции. Москва, Стройиздат, 1983 г.

10. Кирсанов Н.М. Висячие и вантовые конструкции. Москва, Стройиздат, 1981 г.

11. Дмитриев Л.Г., Касилов А.В. Вантовые покрытия. Киев, Издательство «Будивельник» 1968 г.

12. Лампси Б.Б. Прочность тонкостенных металлических конструкций. Москва, Стройиздат, 1987 г.

13. Лопатто А.Э. Пролеты, материалы, конструкции. Москва, Стройиздат, 1982 г.

MUNDARIJA

Kirish 5
I bob. Metall konstruksiyalari 7
1.1. Metall konstruksiyalarni qisqacha rivojlanish tarixi 9
1.2. Metall konstruksiyalarni ishlatiladigan sohalar, o'ziga xos bo'lgan xususiyatlari va ularga qo'yilgan talablar 12
1.3. Loyihalashtirishning tashkiliy shakli 14
II bob. Metall konstruksiyada ishlatiladigan materiallarning asosiy xususiyatlari 16
2.1. Materiallarning asosiy xususiyatlar 16
2.2. Zararli aralashmalar 17
2.3. Po'latning statik yuk ostida ishlashi 18
III bob. Metall konstruksiyalarni hisoblash asoslari 22
3.1.Metall konstruksiyalarni chegaraviy holatlar bo'yicha hisoblash 22
3.2. Yuklar va ta'sirlar 23
3.3. Konstruksiya elementlarini hisoblash 27
3.3.1. Cho'zilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash 27
3.3.2. Markaziy siqilgan elementlarni hisoblash 27
3.3.3. Egilishga ishlaydigan elementlarni hisoblash 29
IV bob.Sortament 32
4.1. Po'lat sortamenti 32
4.2. Profilli po'lat 32
V bob. Metall konstruksiyalar birikmalari 34
5.1. Payvandlash usullari haqida qisqacha ma'lumot 34
5.1.1. Payvand birikmalarining xillari 36
5.1.2. Payvand birikmalarni hisoblash 37
5.2. Boltli va parchinmixli birikmalar 42
5.2.1. Boltli birikmalarni hisobi 44
5.2.2. Boltlar birikmalarda joylashtirilishi 46
VI bob. To'sinlar va to'sinli konstruksiyalar 51
6.1. To'shamani hisobi 52
6.2. Prokat to'sinlarni hisoblash tartibi 56
6.3. Alohida elementlardan tayyorlangan to'sinlarning hisobi 59
6.4. To'sinlarning umumiy turg'unligi 62
6.5. To'sin elementlarining (tokchasini) mahalliy turg'unligi 63
6.6. To'sin devorini mahalliy turg'unligi 65
6.7. To'sin devorchasi bilan tokchalarini birga ishlashini ta'minlash 67
VII bob. Ustunlar 70
7.1. Ustunlarni asosiy o'rta qismi – sterjen 72
7.2. Ustunlarning bosh qismi 73
7.3. Ustunlarning asoslari 78
VIII bob. Fermalar 79

8.1. Ferma elementlarida hosil bo'ladigan hisobli kuchni aniqlash..... 80
8.2. Ferma tugunlarini hisoblash..... 82
IX bob. Bir qavatli sanoat binolarining konstruksiyalari..... 82
9.1. Sanoat binolarini loyihalash asoslari va bu loyihalashga qo'yilgan asosiy talablar..... 83
9.2. Sinchning konstruktiv sxemasini joylashtirish..... 84
9.3. Ustunlarni rejada joylashtirish..... 85
X bob. Sinch ramalarini jihozlash..... 88
10.1. Ko'ndalang ramani hisoblash xususiyatlari..... 89
XI bob. Ramaga ta'sir qilayotgan yuklar..... 92
11.1. Har doim ta'sir qiladigan yukni aniqlash..... 92
11.2. Qordan hosil bo'ladigan yukni aniqlash..... 94
11.3. Kranlardan hosil bo'ladigan yuklar..... 95
11.4. Shamol bosimidan hosil bo'ladigan yukni aniqlash..... 98
XII bob. Ramalarni hisoblash..... 100
12.1. Ko'ndalang ramani doimiy ta'sir etayotgan yukka hisobi..... 101
12.2. Ko'ndalang ramani qor qatlamidan hosil 107
bo'ladigan yukka hisobi..... 107
12.3. Kranlardan ta'sir etayotgan yuklarga ramani hisobi..... 108
12.4. Tom konstruksiyasini bikirligi katta bo'lgan sanoat binolarni fazoviy tizimda hisoblash..... 111
12.5. Gorizontal yuk ta'siriga ramani hisoblash..... 117
12.6. Shamol yuki ta'siriga ramani hisobi..... 121
XIII bob. Ko'ndalang rama elementlarni hisobi..... 127
13.1. Fermani hisoblash tartibi..... 127
13.2. Ferma tugunlarini hisobi..... 133
13.3. Kran osti to'sinni hisobi..... 135
13.4. Rama ustunining hisobi..... 143
13.4.1. Ustunning tepa qismini hisobi..... 143
13.4.2. Rama ustunning pastki qismini hisobi..... 148
XIV bob. Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni tom konstruksiyalari..... 156
14.1. Tayanch oralig'i katta bo'lgan bir tekislikda ishlayotgan to'sinli konstruksiyalar..... 156
14.2. Ramali konstruksiyalar..... 159
14.3. Arkli konstruksiyalar..... 168
XV bob. Tayanch orasi katta bo'lgan binolarni fazoviy konstruksiyalar bilan yopish..... 173
15.1. Gumbazlar..... 173
15.2. Strukturali konstruksiyalar..... 175
15.3. Strukturali konstruksiyalarni hisoblash..... 178
15.4. Qobiqlar..... 179
15.5. Ikki turli qobiqlar..... 180

XVI bob. Cho'zilishga ishlaydigan konstruksiyalar 185
16.1. Tayanch oralig'i katta bo'lgan binolarni cho'zilishga ishlaydigan konstruksiyalar bilan yopish 185
16.2. Bir belbog'li cho'zilishga ishlaydigan tom yopma konstruksiyalar 186
16.3. Ikki belbog'li vantli tizimlar 191
16.4. Egarsimon tomlar 192
16.5. Vantli fermalar 194
16.6. Po'lat membranalar 196
XVII bob. Baland binolarni sinchi 199
17.1. Ramali sistema 202
17.2. Bog'lovchi elementlar bilan yaratilgan binoni sinchi 202
17.3. Ramali va bog'lovchi elementlar bilan bo'lgan sistema 203
17.4. Bino sinchining o'rta qismida yadrosi bo'lgan sistema 204
17.5. Qutili sistemalar 205
17.6. Tashqi bog'lovchi fermalar bilan sinchli sistema 207
17.7. Asosiy elementlarni kesim yuzasi 207
17.8. Baland binolarning sinchini hisoblash 210
XVIII bob. Varaqsimon po'latdan tayyorlangan konstruksiyalar 212
18.1. Kirish qismi 212
18.2. Varaqsimon po'lat konstruksiyalarni ajratib turadigan xususiyatlari 212
18.3. Rezervuarlar 214
18.3.1. Vertikal silindrik kichik bosimli rezervuarlar 215
18.3.2. Katta bosimli vertikal silindrik rezervuarlar 218
18.3.3. Gorizontal silindrik rezervuarlar 220
18.3.4. Gorizontal silindrik rezervuarlarni devorini mustahkamlikka hisobi 222
18.3.5. Sferasimon rezervuarlar 223
18.4. Gazgolderlar 225
18.5. Bunkerlar va siloslar 226
XIX bob. Baland inshootlar 228
19.1. Minoralar 230
19.1.1. Minoralarni konstruktiv yechimlari va hisoblash asoslari 234
19.2. Machtalar 235
19.2.1. Machtani hisoblash asoslari 235
19.3. Yuqori quvvatli elektr uzatkich tayanchlari 237
Ilovalar 238
Foydalanilgan adabiyotlar 269

Q.A.SAYDULLAYEV, K.Q.SHUKUROVA

METALL KONSTRUKSIYALAR

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2010

Muharrir:	M.Hayitova
Tex muharrir:	A.Moydinov
Musahhih:	G.Karimova
sahifalovchi:	Sh.Mirqosimova

Bosishga ruxsat etildi 07.09.2010 й. Bichimi 60x84 1/16.
«Timez Uz» garniturasi. Ofset bosma usulida bosildi.
Shartli bosma tabog'i 17,5. Nashriyot bosma tabog'i 17,0.
Tiraji 1000. Buyurtma №141.

ISBN 978-9943-10-371-9