

624.2/8  
R 26



1952. 12. 20

1952. 12. 20

1952. 12. 20

1952. 12. 20



Tashkent-2013

624.2/8  
R 26

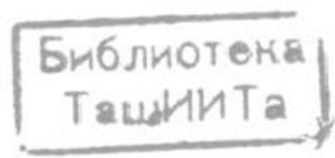
«O'zbekiston temir yo'llari» DATK  
Toshkent temir yo'l muhandislari instituti

**Raupov Ch.S.**

**TEMIRBETON KONSTRUKTSIYALARNI LOYIHALSHNING  
ILMIY ASOSLARI**

5A340603–“Ko'priklar va transport tonnellaridan foydalanish”  
mutaxassisligidagi 1-bosqich magistratura talabalari uchun  
o'quv qo'llanma

Qism I



Toshkent – 2013

211009

624.21.012.45.001.6(07)<sup>v</sup>

UDK 624.21.072.012.4.04

Temirbeton konstruksiyalarni loyihalshning ilmiy asoslari. O'quv qo'llanma. **Ch.S.Raupov**. ToshTYMI, T.: 2013, 88 bet.

O'quv qo'llanmada qurilishda ishlatiladigan beton va po'lat armaturalarning sinflanishi, ularning fizik-mexanik tavsiflari, normativ va hisobiy qarshiliklari, temirbetonning mohiyati va uning xossalari, bino va inshootlarga ta'sir etadigan yuk va ta'sirlar, oldindan zo'riqqan temirbeton konstruksiyalar, ularni tayyorlash usullari, temirbeton konstruksiyalarni loyihalash asoslari va ularning kuchlanganlik holati va hisoblash usullari, chegaradan (loyihadan) tashqaridagi yuk va ta'sirlar ostidagi temirbeton konstruksiyalar to'g'risida asosiy ma'lumotlar keltirilgan.

Qo'llanmaning hamma bo'limlarida amaliy ahamiyatga ega bo'lgan, murakkabligi har xil darajadagi masalalarni echish misollari keltirilgan.

O'quv qo'llanma 5A340603-«Ko'priklar va transport tonnellaridan foydalanish» mutaxassisligi talabalari uchun mo'ljallangan.

Rasmlar – 21; jadvallar – 4; adabiyotlar – 16.

**Taqrizchilar:** A.O.Eshonxo'jaev – t.f.d., prof. (TAYI);  
E.M. Maxamataliev – t.f.n., dot. (ToshTYMI).

O'quv qo'llanma «Ko'priklar va tonnellar» kafedراسi majlisida ma'qullangan va institut o'quv-uslubiy kengashi tomonidan tasdiqlangan.



## Kirish

Mazkur o'quv qo'llanmani yozishdan maqsad talabalarga temirbeton konstruksiyalarni hisoblash va loyihalashning zamonaviy usullarini o'rganishda yordamlashishdan iboratdir. "Temirbeton konstruksiyalarni loyihalashning ilmiy asoslari" fani muhandisni shakllantiradigan, tejamkor va mustahkam elementlar yaratish ustida ish olib boradigan fanlardan biri bo'lib, uning asoslarini chuqur o'zlashtirmoq har qanday binokor muhandis uchun ham qarz, ham farzdir.

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

Hayot va qurilish tajribasi shuni ko'rsatdiki, hozirgi zamon kapital qurilishining asosini temirbeton konstruksiyalar tashkil etadi. Demak, binokorlar oldida temirbeton konstruksiyalarining texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini yaxshilash, buyumlarning tannarxini arzonlashtirishdek muhim vazifa turibdi. Bu vazifani ijobiy hal etish uchun temirbeton konstruksiyalarga daxldor bo'lgan nazariy va amaliy bilimlarni chuqur o'rganish talab etiladi [15].

Qurilishda materiallar hamda elektr energiya sarfini kamaytirish, zavodlarda tayyorlangan konstruksiya va detallarning iqtisodiy samaradorligi, sifatini oshirish, yangi va mahalliy materiallar asosida tayyorlangan progressiv konstruksiyalarni keng ko'lamda ishlatish mo'ljallangan. Bu masalalarni xal etilishi konstruktiv echimlarni asosli ravishda tanlash, hamda hisoblashning hozirgi zamon usullaridan foydalanish yo'li bilan temirbeton konstruksiyalardan foydalanishni rivojlantirish va takomillashtirishga yordam beradi [1, 2, 7 - 9, 11].

Yuqoridagi masalalarni hal qilishda muhandislar va qurilish mutaxassisleri o'zlarining munosib hissalarini qo'shishlari lozim. Ular asosiy hisoblash sxemalari, qurilish konstruksiyalari elementlarining ishlash sharoiti va ularning kuchlanganlik hamda deformatsiyalangan holatlarining xarakteri xaqidagi ma'lumotlarni mukammal bilishlari, turli materiallarning texnik xossalarini aniq tasavvur qilishlari, asosiy konstruktiv echimlarni to'g'ri tanlay olishlari uchun hozirgi me'yoriy texnik hujjatlardan xabardor bo'lishlari zarur.

Materiallarni to'g'ri tanlashga konstruksiyalarning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari, ularning ishonchliligi, uzoqqa chidamliligi va boshqalar bog'liq bo'ladi. Loyihachi materiallar bahosini, ularni ishlash va tashishni, materiallarning ijobiy va salbiy xossalarini, hamda «Asosiy qurilish materiallardan tejimli foydalanishning texnik qoidalari» ga amal qilishni hisobga olishi lozim.

Yuqoridagi fikrlarga qaramay, bugungi kunda eng nozik masala – beton masalasidir. Gap shundaki, O'zbekistonning iqlim sharoitida qator o'ta noxush ta'sir ko'rsatadigan omillar mavjud. Tabiiy jarayonlar sement tarkibiga jiddiy ta'sir ko'rsatib, avtotransport tomonidan chiqarilayotgan karbonat angidrid gazi esa betonning kislota tufayli zanglashi (chirishi) ga sabab bo'ladi. Betonga bu kabi ko'rsatilgan fizik-kimyoviy ta'sirlar uning jadal emirilishiga olib keladi [15]. Sementbeton emirilishi jarayonini sekinlashtirish uchun, u quyidagi xossalarga ega bo'lishi lozim: agressiv (tajovuzkor) reagentlar uchun qarshilik ko'rsata olish, yuzasining pishiqligi va mustahkamligi, yoriqlarga yuqori bardoshlik, shuningdek sovuqqa va turli-tuman deformatsiyalarga nisbatan bardoshlik. Barcha keltirilgan xossalarga sof klinkerli sementlarni ulardan foydalanish hamda sement toshining maksimal zich, suyuqlik kira oladigan oraliqlarni qoldirmay, materialning o'zida kapillyar-uzlukli pufakchalar hosil qilgan holdagi tuzilmasini shakllantirish hisobiga ega bo'lish mumkin [15].

Betondan foydalanish muddatini uzaytirish va sement toshining suyuqlik kira olmaydigan tuzilmasini shakllantirish maqsadida sement qorishmalarini tayyorlash texnologiyasida maxsus qo'shimcha – superplastifikatorlarni qo'llash talab etilib, ular havoni o'ziga jalb etib, sementning qotish jarayonini sekinlashtirishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, beton yuqori chastotali vibratsiyani qo'llagan holda yotqizilishi (zichlantirilishi) lozim.

Yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan betonni tayyorlash texnologiyasining o'ta muhim elementlaridan biri – mikroremniy tuproqli to'ldirgichlardan foydalanish hisoblanadi. Mikroremniy tuproqdan yuqori mustahkamlikka ega bo'lgan beton olishda faol foydalanilib, butun dunyodagi qurilish ishlarida ko'pdan beri ishlatilib kelinadi. Mikroremniy tuproqdan betonning tarkibiy qismi sifatida osmono'par binolar qurilishida birinchi bo'lib amerikaliklar foydalana boshlaganlar. Bu holda binoning barcha kommunikatsiya inshootlari asosiy qismi yotqizilgan monolit betondan tayyorlangan [10].

Endi bevosita transport inshootlari konstruksiyalari qurilishiga o'tamiz. Beton tayyorlashda beton uzellarining o'zida inshootlarining pishiqligi va holatiga bevosita ta'sir ko'rsatadigan ko'plab omillar qo'shimcha ravishda

yuzaga keladi. Bunday omillarga: beton qorishmasi tarkibiy qismlarini noaniq dozalash, joyning iflosligi va changlanganligi, betonni tayyorlash joyidan qurilish joyiga tashish yo'lining uzoqligi (beton tarkibiga uning qotish jarayonini sekinlashtiradigan maxsus qorishmalar qo'shilmagan bo'lsa, tashish davomida beton sifati ancha yomonlashib, bu qotish rejimining buzilishiga sabab bo'ladi). SHuning uchun betonni tayyorlash, tashish, yotqizish va uning qotishi bilan bog'liq barcha texnologiya bosqichlarida nazorat ta'minlanishi shart.

Transport qurilishi uchun o'ta muhim, materialshunoslik kabi tarmoq fani yutuqlari qurilish materiallari tarmog'i bosib o'tgan butun taraqqiyot yo'lini aks ettiradi. Bu yo'lda asosiy transport qurilishlari, shuningdek qurilish industriyasi oldida qo'yilgan hamda tarmoq muayyan taraqqiyot davriga xos ruhda hal etilgan vazifalar alohida, yodda qoladigan bosqich bo'lib qoldi [10].

Mavzular bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari orasida qurilish materiallari texnologiyalari, transport qurilishi uchun mo'ljallangan buyumlar ishlab chiqarish uslub va uskunalari, energiyaning tejash jarayonlari muhim o'rin tutadi.

Yig'ma temirbetondan qurilish sohasida tobora ko'proq e'tibor yuqori darajada mustahkam va uzoq muddat xizmat qiladigan betondan yasalgan konstruksiyalarga berilmoqda. 1960 yillardan boshlab ushbu muammo ustida ko'plab tadqiqotchilar ish olib borayaptilar. QKMITI (ЦНИИС, Москва) tomonidan Sement ITI bilan birgalikda olib borilgan tadqiqotlar natijasida B90 sinfli beton olinib, B140 gacha bo'lgan beton yaratish bo'yicha ishlar amalga oshirildi. O'ta mustahkam beton olish uchun quyidagilar zarur bo'ldi: 700...900 markali sementlarni qo'llash; fraksiyalangan yuvilgan to'ldirgich va qo'shimchalardan foydalanish – qotish jarayonini tezlashtiruvchi vositalarni qo'llash; beton qorishmasini vibroaralash tirish usuli bilan tayyorlash; qattiq beton aralashmalarini qo'llash; buyumlarga zichlashning kuch va vibratsion usullarini birga qo'llash; konstruksiyalarni bug'dan izolyasiyalovchi qatlam bilan qoplash yoki uni suv muhitida qotirishga o'tish bilan betonning optimal qotish sharoitlari yordamida shakl berish [10].

Betonning, shu jumladan kompleks qo'shimchalar qo'shilgan betonning sovuqbardoshligi doimo mutaxassislar diqqat e'tiborida bo'lib kelgan. Normal namlikda qotgan, yoshi 28 kundan ko'p beton ustida qurilish ob'ektlaridan birida o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, betonli namunalar siklli tarzda muzlatib, eritilganidan so'ng sinalayotgan namunalarning standart metodika bo'yicha sinovi o'tkazilganida, o'z ekvivalentlariga, shuningdek egizak-namunalari nisbatan mustahkamligi

qo'shimcha ravishda ortgan. Siklli tarzda muzlatib, eritishdan keyingi mustahkamlikning qo'shimcha ortishini gipotetik tarzda quyi alyuminatli sementlar va yuzani faollashtiruvchi moddalar (YuFM – ПAB) ni qo'llash bilan bog'liq tuzilma hosil qilish jarayonlarining o'ziga xosligi bilan izohlash mumkin [16].

Beton texnologiyasi sohasida beton tuzilmasini shakllantirish istiqbolli yo'nalish hisoblanib, u betonning chidamliligini ancha oshirish hamda uning fizik-texnik xossalarini yaxshilash imkonini beradi [Moskva, Бетон и железобетон, 1987, №7]. Ayniqsa, betonlarni gidrofob (suv yuqtirmaydigan) gaz ajratadigan tipli oligomerlar bilan modifikatsiyalash (o'zgartirish) yaxshi samara beradi. Ular betonning mayda teshikli tuzilmasiga ega bo'lish, hamda sement toshining tirqish va kapillyarlarining ichki yuzasini mozaikasimon gidrofoblash imkonini beradi. Qattiq organik birikmalar (QOB) yordamida modifikatsiyalash sovuqqa va chirishga chidamli betonlar olish imkonini beradi.

Superplastifikatorlar betonning S/Ts (W/C) nisbatini hamda karbonat kislota gaziga nisbatan diffuzion o'tkazuvchanligini pasaytiradi. Yarimfunktional ta'sir ko'rsatadigan modifikatorlarni (YaFM - ПФМ) qo'llash ham maqsadga muvofiq. Ular asosiy xossalarni kuchaytirib, qorishmadagi noxush samaralarni kamaytirishga olib keladi.

Armatura va armaturalash texnologiyasi qurilish materiallari masalalari orasida alohida o'rin tutadi. Transport qurilishidagi ekspluatatsion yuk ostida temirbeton konstruksiyalari ishlashining noyobligi (o'ziga xosligi) ularni armaturalashning o'ziga xos xususiyatlarida namoyon bo'ladi.

Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalarni armatura ishlarini kompleks mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishni qo'llagan holda yalpi ishlab chiqarishga o'tishda konstruksiyalarning samaradorligini belgilab beradigan asosiy omillardan biri – texnologiya jarayonlarining ishonchligi hisoblanadi. Armaturalash jarayoniga ko'plab tasodifiy omillar ta'sir ko'rsatadi: boshlang'ich ishlatiladigan materiallar xossalarining o'zgarib turishi, texnologiya rejimlarini amalga oshirishdagi noaniqliklar, uskunalarning barqaror ishlamasligi va h.k. Ana shunday nosozliklardan biri armatura taranglanganida uning uzilib ketishidir. Armaturaning bir jinsliligini simni mustahkamlik chegarasiga ko'ra saralash hamda guruhli tarzda taranglanayotgan simlarning notekis taranglanishi sabablarini bartaraf etish yo'li bilan oshirish mumkin [10].

Armaturalashning yangi turlariga ham katta e'tibor qaratilgan. Misol uchun, yangi kompozit material po'lat fibrobeton (tarkibidagi metall tolalari – fibrallar betartib (xaotik tarzda) joylashgan beton) oddiy betonga nisbatan yaxshilangan fizik-mexanik xossalarga ega. Masalan, uning o'q

bo'ylab cho'zishga mustahkamligi 1,5...1,7 marta, egilishdagi cho'zilishga mustahkamligi – 2...3 marta, zarbli qovushqoqligi – 8...10 marta ortadi [10]. Siqilishdagi mustahkamligi, edirilish va chidamlilik xususiyatlari ortadi. Po'lat fibrobeton korroziyaga qarshi yuqori darajada chidamlilik xususiyatlariga ega. Po'lat fibrobeton konstruksiyalar qo'llanishi yo'liga to'g'onoq bo'lib turgan omillardan biri, uzoq vaqt davomida fibraning sanoat miqyosida ishlab chiqarilmaganligidir. Hozirgi paytga kelib «Xareks» tipidagi fibra ishlab chiqarish bo'yicha ikki liniya Kurgan ko'prikk metall konstruksiyalari zavodida (RF) ishlab turibdi. Po'lat fibrobeton transport inshootlari konstruksiyalarida yaxshi samara bilan ishlatilishi mumkin. Chet elda po'lat fibrobeton bilan birga shuningdek shisha fibrobeton ham qo'llaniladi. 1997 yili "Ittifoqyo'lloyiha" (Soyuzdorproekt - Союздорпроект) ilk marotaba eksperimental shisha fibrobeton karniz bloklari konstruksiyasini ishlab chiqib, ulardan Yaroslavskiy shossesi orqali o'tgan MKAD (RF) yo'l o'tkazgichini qayta tiklashda foydalanildi [10]. Eksperimental tadqiqotlar va shisha fibrobetonni tajriba tariqasida qo'llash shuni ko'rsatdiki, ko'prikksozlikda ushbu material echilmaydigan opalubka, karniz bloklari va ba'zi boshqa konstruksiyalarda etarli darajada samarali ravishda qo'llash uchun yuqori mustahkamlik xossalari ega ekan.



# I BOB. QURILISHDA ISHLATILADIGAN BETON VA PO‘LAT ARMATURANING FIZIK-MEXANIK TAVSIFLARI

## 1.1. Betonning fizik-mexanik xossalari va uning konstruksiyalarda qo‘llanishi

*Qurilish konstruksiyalari* deb o‘lchamlari mustahkamlikka, ustivorlikka, chidamlilikka, yoriqbardoshlikka va deformatsiyaga hisoblash yo‘li bilan topiladigan, hamda har xil yuk va ta’sirlarni qabul qilishga mo‘ljallangan bino va inshootlar va ularning qismlariga (qo‘zg‘aladigan va qo‘zg‘almaydigan) aytiladi [1, 2, 8, 9, 11].

Qurilish konstruksiyalari po‘lat, alyuminiy, beton, temirbeton, tosh, plastmassa, polimer tolali material va boshqalardan tayyorlanadi.

Transport qurilishida betonli, temirbetonli va metall konstruksiyalar qo‘llaniladi. Metall konstruksiyalardan inshootlarning katta oraliqlarida, har xil vazifani bajaruvchi katta oraliqli binolarning sinchi va tomlarida foydalaniladi. Beton va temirbeton konstruksiyalar kam tanqisligi, yuqori mustahkamli, uzoqqa chidamliligi, olovbardoshligi, suv o‘tkazmasligi va har xil shakldagi elementlarni tayyorlash mumkinligi, hamda foydalanish chiqimlarning kam talab qilganligi uchun qurilishda etakchi o‘rinni egallaydi. Materiallarni to‘g‘ri tanlash va ularni qo‘llashga konstruksiyalarning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari, ularning ishonchiligi, uzoqqa chidamliligi va boshqalar bog‘liq bo‘ladi. Loyihachi materiallar bahosini, ularni ishlash va tashishni, materiallarning ijobiy va salbiy xossalarini, hamda «Asosiy qurilish materiallaridan tejamli foydalanishning texnik qoidalari» ga amal qilishni hisobga olishi lozim.

*Betonning sinflanishi* [12–14]. Bog‘lovchi, to‘ldiruvchi va suv aralashmasining qotishidan hosil bo‘lgan sun‘iy tosh beton deb ataladi. Beton quyidagi belgilari bo‘yicha sinflanadi: vazifasi bo‘yicha – konstruktiv va maxsus; bog‘lovchisi bo‘yicha – sementli, silikatli, shlakli, gipsli; to‘ldiruvchisi bo‘yicha – zich, g‘ovakli va maxsus to‘ldiruvchili; strukturasi bo‘yicha – zich, katta g‘ovakli, g‘ovakli, yacheykali. Yuqoridagi belgilariga qarab beton quyidagi turlarga bo‘linadi: og‘ir, engil, maydadonali, zo‘riquvchi, yacheykali va b.

*Og‘ir beton* – bu zich strukturali beton bo‘lib, sementli bog‘lovchi, katta va mayda zich to‘ldiruvchilardan tashkil topgan. U qurilishda eng ko‘p tarqalgan beton bo‘lib, asosan yuk ko‘taruvchi konstruksiyalarda ishlatiladi.

*Engil beton* (sementli bog‘lovchi va g‘ovak to‘ldiruvchilardan tashkil topgan) bino va inshootlarning yuk ko‘taruvchi va ko‘tarmaydigan

konstruksiyalarida ishlatiladi. *Yacheykali beton* yuk ko'tarmaydigan konstruksiyalarda, katta g'ovakli – faqat betonli konstruksiyalarda (masalan, drenajlar va gidrotexnik inshootlar filtrlari), maydadonali beton esa yig'ma konstruksiyalarni choklarini to'ldirish uchun va armotsementli konstruksiyalarda ishlatiladi.

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

Beton qorishmasida W/C qancha kichik bo'lsa, betonning mustahkamligi shuncha yuqori bo'ladi, sement kam sarflanadi.

***Betonning mustahkamlik sinflari va beton markalari*** [12–14]. Betonning siqilish mustahkamligi sinflari B harfi bilan belgilanib, miqdor jihatidan betonning 0,95 ta'minlanganlik darajasida siqilishga bo'lgan kubik mustahkamligi teng bo'ladi. Betonning mustahkamlik bo'yicha sinflari yoki me'yoriy qarshiliklari nazorat qilinadigan tavsif hisoblanadi. Bu tavsif beton buyumning ishchi chizmasida qayd etiladi, buyumni tayyorlashda unga qat'iy amal qilish zaruriy talab hisoblanadi.

Beton prizmalarining siqilish  $R_{bn}$  va cho'zilish  $R_{btm}$  bo'yicha me'yoriy qarshiliklari (tajriba yo'li bilan aniqlanmasa) kubik mustahkamligi orqali aniqlanadi. Betonning mustahkamligiga baho beradigan asosiy ko'rsatkich uning kubik mustahkamligidir.

Betonning siqilish mustahkamligi bo'yicha sinfi (B) beton kublarni sinash yo'li bilan aniqlanadi. Kubning qirralari 15 sm dan bo'lib, 28 sutka mobaynida  $20 \pm 2^\circ\text{C}$  haroratda, havo namligi 95% dan kam bo'lmagan sharoitda saqlangandan keyin sinaladi.

Beton va temirbeton konstruksiyalar uchun og'ir betonning siqilishga bo'lgan mustahkamligi bo'yicha quyidagi sinflar ko'zda tutilgan: B3,5; B5; B7,5; B10; B12,5; B15; B20; B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60.

Og'ir betondan ishlanadigan temirbeton konstruksiyalarida sinfi B7,5 dan past bo'lgan betonlarni qo'llash ruxsat etilmaydi. Takroriy yuklar ta'sir etadigan konstruksiyalarda sinfi B15 dan yuqori bo'lgan betonlar qo'llaniladi. Siqiluvchi temirbeton elementlari B15 dan kam bo'lmagan betonlardan va katta yuk ostida bo'ladigan konstruksiyalarda esa (masalan, qo'p qavatli binolarning quyi qavat ustunlarida) sinfi B25 dan kam bo'lmagan betonlar qo'llash tavsiya etiladi.

Zo'riqtirilgan beton uchun B20...60 bo'lgan beton sinflari qabul qilinadi. Hisob ishlarida betonning prizma mustahkamligi ishlatiladi. Bu mustahkamlik kubik mustahkamligining 72...77 % ini tashkil etadi:  $R_b =$

0,75R.

**Betonning bo'ylama cho'zilish mustahkamligi** bo'yicha sinfi  $B_t$  ko'pgina inshootlarda (masalan, gidrotexnika inshootlarida) beton mustahkamligining asosiy ko'rsatkichi hisoblanadi. Betonning cho'zilishdagi mustahkamligi siqilishdagiga nisbatan 10...20 marta kam bo'lib, quyidagi empirik formula yordamida aniqlanadi [12–14]:

$$R_{bt} = 0,5^3 \sqrt{R^2}. \quad (1.1)$$

Bo'ylama cho'zilish mustahkamligi bo'yicha betonning quyidagi sinflari belgilangan:  $B_{t0,8}$ ;  $B_{t1,2}$ ;  $B_{t1,6}$ ;  $B_{t2}$ ;  $B_{t2,4}$ ;  $B_{t2,8}$ ;  $B_{t3,2}$ . Beton sinfi konstruksiyaning vazifasi va ishlash sharoitiga bog'liq holda texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlar asosida belgilanadi.

Betonning qir qilishdagi mustahkamligi  $R_{sh} = 2R_{bt}$ , yorilishdagi mustahkamligi  $(1,5...2)R_{bt}$ , ko'p sonli takroriy yuklanishlardagi mustahkamligi  $R_r = (0,95...0,5)R_{bt}$  bo'ladi.

Shunday qilib, turli xil quch ta'siri ostida betonning mexanik mustahkamligi taxminan quyidagi qiymatlarga ega [12–14]:

kubiklarni siqqanda	R;
prizmalarni siqqanda	(0,70...0,80)R;
o'q bo'ylab cho'zilishda	(0,05...0,10)R;
egilishdagi cho'zilishda	(0,10...0,18)R;
sof qir qilishda	(0,15...0,30)R;
yorilishda	(0,10...0,20)R.

Betonning sovuqbardoshlik bo'yicha markasi deganda, suv shimdirilgan betonni navbatma-navbat muzlatib eritganda beton namunalari bardosh beradigan sikllar soni tushuniladi. Og'ir beton uchun sovuqbardoshlik bo'yicha quyidagi markalar belgilangan: F50; F75; F100; F150; F200; F300; F400; F500.

Suv o'tkazmaslik bo'yicha beton markasi sinalayotgan namunadan suv sizib o'tishi kuzatilmaydigan bosimni ifodalaydi. Suv o'tkazmaslik markalari – W2; W4; W6; W8; W10; W12, bunga mos qeladigan suv bosimlari – 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2 MPa. Zo'riqtirilgan beton uchun W12 dan kam bo'lmasligi kerak.

Zichlik bo'yicha beton markasi uning quritilgan holatdagi o'rtacha zichligini ifodalaydi. Engil betonlarning zichlik bo'yicha markasi D800 dan D2000 ga qadar har 100 oraliqda o'zgarib boradi. Zichligi 2000...2200  $\text{kg/m}^3$  bo'lgan betonlar o'rta vaznli, 2200  $\text{kg/m}^3$ ) dan ortiq bo'lganlari esa og'ir betonlarga kiradi.

**Me'yoriy qarshiliklar** [12–14]. Beton bir jinsli bo'lmaganligi va turli

xil omillarning ta'sir etishi natijasida xossalari keng miqyosda o'zgaruvchan bo'ladi, lekin shunga qaramay, hisob ishlarida ma'lum darajada ishonarli bo'lgan mustahkamlik ko'rsatkichlaridan foydalanishga to'g'ri keladi.

Betonning me'yoriy kubik mustahkamligi (me'yoriy qarshilik) deganda quyidagi formuladan aniqlanadigan miqdor tushuniladi:

$$R_n = R_m(1 - 1,64V), \quad (1.2)$$

bu erda  $R_m$  – betonning o'rtacha statistik mustahkamlig'i;  $V$  – beton mustahkamligining o'zgaruvchanlik koeffitsienti bo'lib, og'ir va engil betonlar uchun o'rtacha 0,135 ni tashkil etadi.

**Betonning hisobiy qarshiliklari** [12–14]. Chegaraviy holatlarning birinchi guruhi uchun beriladigan betonning hisobiy qarshiliklari  $R_b$  va  $R_{bt}$  ning ishonchlilik darajasi 0,997 ga teng. Ularning qiymatlari me'yoriy qarshiliklarni ishonchlilik koeffitsientiga bo'lish orqali aniqlanadi:

siqilish uchun  $R_b = R_{bn} / \gamma_{bc}$ ;

cho'zilish uchun  $R_{bt} = R_{bnt} / \gamma_{bt}$ ,

bu erda  $\gamma_{bc}$  va  $\gamma_{bt}$  betonning siqilish va cho'zilishdagi ishonchlilik koeffitsientlari. Betonning siqilishdagi mustahkamligi bo'yicha sinfini belgilashda  $\gamma_{bc} = 1,3$ , cho'zilish bo'yicha esa  $\gamma_{bt} = 1,5$  olinadi.

Lozim bo'lgan hollarda betonning hisobiy qarshiligi ish sharoiti koeffitsienti  $\gamma_{bi}$  ga ko'paytiriladi. Mazkur koeffitsient elementning ishlash sharoiti, ish bosqichlari, kesim o'lchamlari va boshqa omillarga qarab birdan katta yoki kichik bo'lishi mumkin.

Ko'p karra takrorlanuvchi yuklar betonning hisobiy qarshiliklari  $R_b$  va  $R_{bt}$  ish sharoiti koeffitsienti  $\gamma_{bi} < 1$  ga ko'paytiriladi.  $\gamma_{bi}$  ning qiymati kuchlanishlar siklini nosimmetrik koeffitsienti  $\rho_b = \sigma_{b,min} / \sigma_{b,max}$  hamda betonning turi va namligiga bog'liq holda aniqlanadi. Konstruksiyani uzoq muddatli yuk ta'siriga hisoblashda, agar beton mustahkamligining oshib borishini ta'minlovchi sharoit mavjud bo'lmasa (masalan, atrof muhit namligi 75% dan yuqori bo'lsa), u holda og'ir betonning hisobiy qarshiligi  $\gamma_{b2} = 0,9$  ga qo'paytiriladi. Ko'tarma kran, shamol, zilzila, portlash singari qisqa muddatli yuklar ta'sir etsa,  $\gamma_{b2} = 1,1$  olinadi.

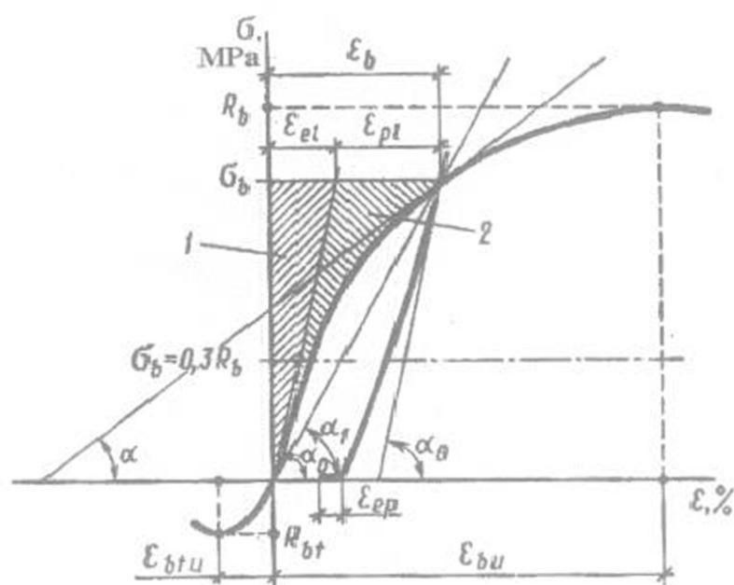
Chegaraviy holatlarni ikkinchi guruhi uchun betonning hisobiy qarshiligi ko'pincha miqdor jihatidan me'yoriy qarshiliklarga teng bo'ladi:  $R_{b,ser} = R_{bn}$  va  $R_{bt,ser} = R_{bnt}$ . Chunki betonning siqilishi  $\gamma_{bc}$  va cho'zilishi  $\gamma_{bt}$  dagi ishonchlilik koeffitsienti birga teng deb olinadi, betonning ish sharoiti koeffitsienti esa faqat quyidagi hollardagina hisobga olinadi:

- ko'p karrali takroriy yuklar ta'siri ostida bo'lgan temirbeton

- elementlarni yoriqlar hosil bo'lishiga hisoblashda ( $R_{bt,ser} = R_{btm} \gamma_{b4}$ );
  - og'ma yoriqlar paydo bo'lishiga hisoblashda ( $R_{bt,ser} = R_{btm} \gamma_{b4}$ ).
- Ko'p karrali takroriy yuklar ta'siri ostida bo'lgan temirbeton elementlarni og'ma yoriqlar paydo bo'lishiga hisoblashda ikkita ish sharoiti koeffitsienti e'tiborga olinadi ( $R_{bt,ser} = \gamma_{b1}$ ,  $\gamma_{b4} = R_{btm}$ ).

**Beton deformatsiyasi** [1, 2, 7, 8, 9, 11]. Materialning deformatsiyasiga baho berishda ikkita miqdordan: normal kuchlanish  $\sigma$  va nisbiy deformatsiya  $\varepsilon$  dan foydalanamiz (1.1-rasm). Umumiy holda betonning to'liq deformatsiyasi elastik va plastik qismlardan tashkil topadi:  $\varepsilon_b = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{pl}$ , bu erda  $\varepsilon_{el}$  – elastik deformatsiya;  $\varepsilon_{pl}$  – plastik deformatsiya. Betonning ko'p karrali yuklanishi va yukdan bo'shalishi holatida  $\varepsilon_{ep}$  – yuk to'liq olingandan so'ng elastik qaytish deformatsiyasi (1.1-rasm).

**Beton deformatsiyalari moduli.** Materiallar qarshiligi fanidan ma'lumki, elastiklik chegarasida kuchlanish  $\sigma$  bilan nisbiy deformatsiya orasidagi bog'lanish chiziqli qonuniyatga ega. Chiziqli bog'lanish hisob ishlarida katta qulaylik yaratadi. Biroq, beton bir jinsli material bo'lmaganligi sababli  $\sigma$  bilan  $\varepsilon$  orasidagi bog'lanish chiziqli emas (1.1-rasm). Grafikni boshlang'ich qismidagina  $\sigma - \varepsilon$  bog'lanish chiziqli xarakterga ega; kuchlanish ortgan sari egri chiziq to'g'ri chiziqdan uzoqlasha boradi. Bu hol temirbeton konstruksiyalarini loyihalashda ma'lum qiyinchiliklar tug'diradi.



1.1-rasm. Betonning “kuchlanish – deformatsiya” umumiy diagrammasi

Betonning siqilishidagi boshlang'ich elastiklik moduli (kuch bir zumdagi quyilgan hol uchun) quyidagicha ifodalanadi:

$$E_b = \operatorname{tg} \alpha_0 = \sigma_b / \varepsilon_{el}. \quad (1.3)$$

Egri chiziqqa o'tkazilgan urinma yoki kesuvchi bilan gorizontaal o'q orasidagi burchak tangensi  $tg\alpha$  materialning deformatsiya modulini ifodalaydi.

Cho'zilishda ham siqilishda ham kuchlanish–deformatsiya diagrammasi egri chizikli ekanligi ma'lum. Betonning siqilish va cho'zilishdagi boshlang'ich elastiklik modullari bir-biridan kam farq qiladi, shu boisdan amalda ularni bir xil olish mumkin (1.1-rasm).

B20 – B50 sinfli oddiy betonning elastiklik moduli 27000...39000 MPa oralig'ida bo'ladi, bu po'latning elastiklik modulidan 5...8 marotaba kam.

Beton uchun Puasson koeffitsientining boshlang'ich qiymati  $\nu = 0,2$  bo'lib, bu qiymat kuchlanish ortishi bilan ortib boradi. Betonning siljish moduli  $G = E_b/2(1+\nu)$  ga yoki  $0,4 E_b$  ga teng.

Xulosa qilib aytganda, betonning deformatsiyasi, bir tomondan, betonning tarkibiga, mustahkamligi va zichligiga, to'ldiruvchilar va sementning elastik–plastik xossalriga, boshqa tomondan, kuchlanish holatlariga, yukning qiymati va davomiyligi hamda iqlim sharoitiga bog'liqdir.

**Beton deformatsiyasining chegaraviy qiymatlari** [12–14]. Betonning sinishi oldidan sodir bo'lgan deformatsiya miqdori chegaraviy deformatsiya deyiladi. Ular betonning mustahkamligiga, tarkibiga va yukning qo'yilish muddatiga bog'liq bo'ladi. Mustahkamlik oshishi bilan u kamayadi, yukning qo'yilish muddati oshishi bilan esa u ham oshadi. Tajribalar asosida betonning chegaraviy siqilish deformatsiyasi  $\varepsilon_{bu} = (0,8...3) \cdot 10^{-3}$ . Hisoblashlarda  $\varepsilon_{bu} = 2 \cdot 10^{-3}$ , yukning uzoq ta'sir etishida esa  $2,5 \cdot 10^{-3}$  qabul qilinadi. Betonning chegaraviy cho'zilishi 10...20 marta siqilishidan kichik va u o'rtacha  $1,5 \cdot 10^{-3}$  qabul qilinadi.

**Betonning kirishishi va tob tashlashi. Kuchlanishlar kamayishi (relaksatsiyasi).** Betonning muhim xossalardan biri uning hajmiy o'zgarishi-dir. Bunday o'zgarish sementning suv bilan birikishi chog'ida ro'y beradigan fizik-kimyoviy jarayonlar, betondagi namlikning o'zgarishi (havoda qotganda namning bug'lanishi, suvda qotganda namlikning ortishi), qotish jarayonida o'zidan issiqlik ajralishi, tashqi muhit haroratining o'zgarishi va, nihoyat, tashqi yuklarning ta'siri natijasida vujudga keladi.

Beton hajmining o'zgarishga olib keladigan sabablardan biri – kirishishdir (usadka). Kirishishning miqdori  $\varepsilon_{st}$  sement turi, beton tarkibi, uni yotqizish sharoiti, muhitning namligi va harorati kabi omillarga bog'liq bo'lib, o'rtacha qiymati kirishishda 0,3 mm/m va bo'rtishda 0,10 mm/m atrofida bo'ladi. Beton armaturalansa, uning kirishishi ham, bo'rtishi ham kamayadi.

Kirishish deformatsiyasi vaqt o'tgan sari kamaya boradi. Ayni paytda

uzoq muddat davom etishi mumkin. Kirishish sirtidan boshlanib, beton qurigan sari ichkarilab boradi. Quyosh nurlari ta'sirida beton tez qurisa (Markaziy Osiyo sharoitida aynan shunday bo'ladi), uning sirtida yoriqlar paydo bo'ladi.

Betonga uzoq vaqt mobaynida yuk yoki kuchlanish (shu jumladan harorat, cho'kish va boshqalardan hosil bo'lgan kuchlanish) lar ta'sir etganda, vujudga keladigan noelastik deformatsiya tob tashlash (polzuchest) deb ataladi. Uzoq vaqt davomida vujudga kelgan tob tashlash deformatsiyalari qisqa muddatli kuchlar deformatsiyasidan bir necha marta katta bo'lishi mumkin. Betonning tob tashlashi katta amaliy ahamiyatga ega, shuning uchun ham konstruksiyalarni hisoblash va loyihalashda u albatta e'tiborga olinadi.

Betonning tob tashlashi chiziqli yoki chiziqsiz bo'lishi mumkin. Chiziqli tob tashlashda kuchlanish bilan deformatsiya orasidagi bog'lanishni chiziqli deb qaralsa bo'ladi. Bunday bog'lanish siquvchi kuchlanish uncha qatta bo'lmagan hollarda, masalan  $\sigma_b \leq 0,5R_b$  chegarasida uchraydi. Kuchlanish kattaroq bo'lgan hollarda tob tashlash deformatsiyasi chiziqsiz bo'ladi: bunda deformatsiya kuchlanishga qaraganda tezroq o'sib boradi.

Betonning chiziqli tob tashlashi vaqt o'tishi bilan kirishishiga o'xshab so'nib boradi. Yuqori darajadagi kuchlanishlarda (chiziqsiz tob tashlash) yuqorida aytilgan hodisalardan tashqari betonda mikroyoriqlar paydo bo'ladi va o'sib boradi. Bu hol qaytmas jarayon hisoblanib, deformatsiyaning tez o'sib borishiga olib keladi.

Betonning kirishishiga ta'sir etgan omillar tob tashlash miqdori va rivojiga ham ta'sir etadi. Tajribalarning ko'rsatishicha, beton tarkibida sement va suv miqdorini oshirilishi uning kirishishi va tob tashlashini kuchaytiradi. Elastiklik moduli katta bo'lgan to'ldirgichlar ishlatilsa, muhit namligi oshirilib, harorat pasaytirilsa, konstruksiya hajmi (ko'ndalang kesim o'lchamlari) kattalashtirilsa, betonning kirishishi va tob tashlashi kamayadi.

Betonning tob tashlashiga kuchlanish holati, kuchlanish miqdori, yuklanish vaqtidagi uning yoshi va boshqalar ta'sir etadi. Tob tashlash hodisasi bilan kuchlanishlar relaksatsiyasi (kamayishi) tushunchasi orasidagi uzviy bog'lanish bor. Betonning boshlang'ich deformatsiyasi o'zgarmas bo'lib, vaqt o'tishi bilan undagi kuchlanishlarning kamayishi hodisasi *kuchlanishlar relaksatsiyasi* deb ataladi. Relaksatsiya sharti  $\varepsilon_b = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{pl} = \text{const}$  ko'rinishida ifodalanadi. Kuchlanishlar relaksatsiyasi ham tob tashlash singari vaqt o'tishi bilan so'nib boradi.

**Betonning qotishiga va tuzilishiga quruq, issiq iqlimning ta'siri** [1, 2, 7, 8, 9, 11]. Hozirgi kunga qadar quruq? issiq iqlim sharoitida betonning

uzoqqa chidamliligi bo'yicha to'liq ilmiy asoslangan talablar ishlab chiqilmagan, asosiy e'tibor uning mustahkamligiga qaratib kelinmoqda. Yilning issiq davrlarida haroratning balandligi va nisbiy namlikning kamligi tufayli beton tarkibidan suv qochib, sementning gidrotatsiyasi to'laligicha amalga oshmaydi va beton tegishli fizik-mexanik xossalarini olib ulgurmaydi. Shu sababli temirbeton konstruksiyalarini tayyorlashda betonning tarkibidagi suvni saqlash, quyosh radiatsiyasi va boshqa zararli ta'sirlardan asrash kabi turli tadbirlarni amalga oshirishga to'g'ri keladi. Quruq issiq iqlim sharoitida qurilishning sifatini oshirish maqsadida, tez qotadigan o'ta mustahkam portlandsementlar va engil g'ovakli to'ldirgichlar ishlab chiqarishni keng yo'lga qo'yish talab etiladi. Respublikamizda g'ovakli engil to'ldirgichlardan asosan keramzit, agloporit va boshqa ashyolar qo'llaniladi. Bulardan tayyorlangan betonlar qurish jarayonida suvning ma'lum qismini o'ziga shimib, namlikni ushlab turadi; harorat ko'tarilganda, uning bir qismini sarf qiladi. Natijada, sementning gidrotatsiyasi uchun normal holat vujudga keladi.

Betonda turli qatlamlarning suv yo'qotishi turlicha bo'ladi. Tashqi qatlam suvni eng ko'p yo'qotib, ichkarilagan sayin suvning yo'qolishi kamaya boradi. Shu boisdan betonni parvarishlashni asosiy vazifasi betonda suv qochishini va shu tufayli hajmiy deformatsiyalarni vujudga kelishining oldini olishdan iboratdir. Natijada, qotayotgan betondagi salbiy oqibatlarining oldini olish uchun:

- betonning ustiga namlangan yopqichlar (qamish plita, taxta shit, brezent va h.k.) yopiladi;
- beton tarkibidagi to'ldirgichlar engil – g'ovakli to'ldirgichlar bilan almashtiriladi, tez qotuvchi yuqori markali sementlar ishlatiladi, V/S qiymati kamaytiriladi va h.k.

## **1.2. Armaturalarning fizik-mexanik xossalari va ularning konstruksiyalarda qo'llanishi**

*Armaturalarning turlari.* Armaturalar sterjenli va simli armaturalarga bo'linadi. Sirtining shakliga qarab tekis va davriy profilli armaturalar bo'ladi. Davriy profilli armatura tekis armaturaga qaraganda beton bilan mustahkamroq bog'lanadi. Armaturani ishlatish usuliga qarab, u zo'riqtirilgan va oddiy armaturaga bo'linadi. Armatura konstruksiya tarkibida bajaradigan vazifasiga ko'ra ishchi va montaj armaturaga bo'linadi. Ishchi armatura hisoblash yo'li bilan, montaj armaturasi esa konstruktiv mulohazalarga ko'ra o'rnatiladi. Taqsimlovchi armatura ham shartli ravishda montaj armatura turiga qo'shiladi (1.1-jadval).



Temirbeton elementlari kamida 0,05% va ko'pi bilan 3,5% miqdorida armaturalanadi. Armaturalash foizining eng kichik miqdori, armaturelangan elementning cho'zilishga bo'lgan hisobiy qarshiligi sof beton elementning cho'zilishga bo'lgan qarshiligidan kichik bo'lmasligi kerak degan shartdan kelib chiqadi. Armaturalashning maksimal miqdori esa iqtisodiy mulohazalar va hisoblar asosida belgilanadi.

Sterjenli armatura A harfi va rim-raqami (raqam qancha katta bo'lsa, mustahkamligi shuncha yuqori bo'ladi), sovuq usulda tortilib pishitilgan simli armatura esa B harfi (волочение – cho'zish – tobora kichrayadigan qator teshiklardan o'tkazib ingichkalash) bilan belgilanadi. Asosiy mexanik tavsiflari va pishitish (puxtalash) usullariga bog'liq holda ular quyidagi sinflarga bo'linadi [1, 2, 8, 9, 11]:

Jadval 1.1

Egiladigan po'lat armatura	Sterjenli	A-1, A-II, A-III, A-IV, A-V, A-VI- sinfli issiq ishlov berilgan (silliq)	
		At-III, At-IV, At-V, A <sub>T</sub> -VI – termik va termomexanik pishitilgan (puxtalangan)	
		A-II <sub>B</sub> , A-III <sub>B</sub> – cho'zish yo'li bilan pishitilgan	
	Simli	B-I sovuq holda cho'zilgan simli (oddiy silliq); Vr-I (davriy profilli)	
		Yuqorimustahkamli silliq B-II sinfli va davriy profilli Bp-II sinfli	
		Arqon (Kanat)	7 ta simli K-7 sinfli

Armaturaning har bir sinfiga mustahkamligi va deformatsiyalari bir xil bo'lgan, ammo kimyoviy tarkibi har xil bo'lgan po'lat mos keladi. Masalan, A-II sinfli armatura VStb (BCтб), 18G2S (18Г2С) va 10GT (10ГТ) markali po'latdan, A-III sinfli armatura 25G2S (25Г2С), 35GS (35ГС) markali po'latdan va sh.o'. sterjenli armaturalar zavoddan diametri 6...80 mm qilib chiqariladi.

A-I va A-III sinfli armatura po'lati asosan ko'ndalang va montaj (konstruktiv) armatura, hamda suv va gaz bosimi ostida ekspluatatsiya qilinadigan konstruksiyalarda esa ishchi armatura sifatida ishlatiladi. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda zo'riqtiriladigan armatura sifatida ko'pincha A<sub>T</sub>-V, A<sub>T</sub>-VI, uzunligi katta bo'lganda esa V-II, Vr-II, K-7 sinfli po'lat qo'llaniladi. Bu armaturalarni suv bosimi ostida joylashgan konstruksiyalarda qo'llash tavsiya etiladi. Yig'ma elementlarning montaj (ilgak) halqalari uchun VStZkp2 (BCтЗкп2) va VStZpsb (BCтЗпсб) markalarning A-I sinfli armaturali po'latni qo'llash tavsiya etiladi.

Oddiy armatura sifatida A-I, A-II, A-III, va Bp-I, V-I sinfli armaturalardan foydalaniladi. Zo'riqtiriladigan armatura sifatida esa A-IV,

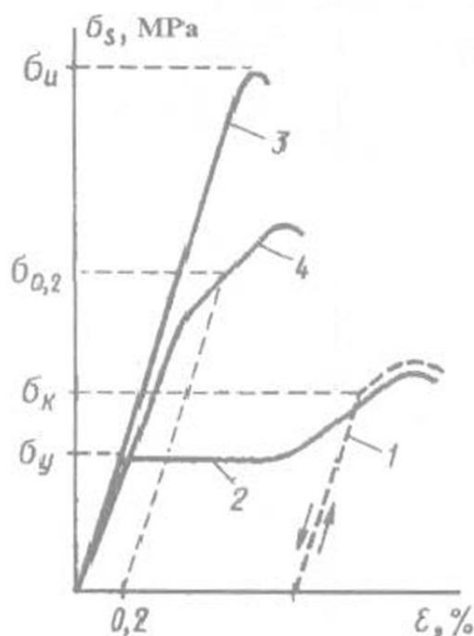
A-V, A-VI, At-V, At-VI, Bp-II, B-II va K-7, K-19 sinfli armaturalar ishlatiladi.

Agar sterjenli armatura kuchlanish ostida zanglash (korroziya) ga nisbatan o'ta turg'un bo'lsa, uning sinfiy belgisiga «K» harfi qo'shiladi (masalan, At-IVK); agar payvandga monand bo'lsa, «C» harfi qo'shiladi (masalan, At-IVC). Agar armaturada har ikkala hususiyat mavjud bo'lsa, «CK» harflari qo'shiladi (masalan, At-VCK).

Temirbeton konstruksiyalarida davriy profilli sterjenli armaturalar keng qo'llaniladi. Armatura sirtining davriy profilli shakli, ya'ni uning g'adirbudurligi, beton bilan yopishuvini yanada oshiradi, bu esa, o'z navbatida, beton cho'zilishga ishlaganida yoriqlarning kengayishini kamaytiradi, armaturani beton bilan biriktiradigan maxsus choralar ko'rishdan xalos etadi.

Armaturalarning fizik-mexanik xossalari po'latning kimyoviy tarkibi, ishlab chiqarish va ishlov berish usullariga bog'liq. A-I, A-II, A-III sinfli yumshoq po'latlarda uglerod 0,2...0,4% ni tashkil etadi. Uglerodning miqdori oshirilsa, po'latning mustahkamligi ortib, qayishqoqligi va payvandlanuvchanligi kamayadi. Agar po'lat tarkibiga marganets va xrom qo'shilsa, uning qayishqoqligi kamaymagan holda mustahkamligi ortadi; kremniy qo'shilsa, po'latning mustahkamligi ortib, payvandlanuvchanligi yomonlashadi.

Po'latning mustahkamligini qizdirib toblash yoki oddiy cho'zish yo'li (1.2-rasm 1-egrilik) bilan oshirsa ham bo'ladi. Po'latni qizdirish yo'li bilan toblaganda, uni 800...900°C ga qadar qizdiriladi, so'ngra keskin sovutiladi; keyin yana 300...400°C ga qadar qizdirib, asta sovutiladi (4-egrilik). Buning natijasida po'lat armaturaning mustahkamligi ortadi [1, 2, 8, 9, 11].



1.2-rasm. Armatura po'latining xarakterli diagrammalari:  
2 - oqish maydonchasi mavjud; 3 va 4 - oqish maydonchasi yo'q

714508<sup>17</sup>

Библиотека  
ТашИИТа

Armaturali po'latni mexanik yo'l bilan puxtalash uni yuklash va yukdan bo'shatish (sovuq holatda uni qayta-qayta cho'zish) ga, ya'ni uni  $\sigma_u$  kuchlanishdan katta bo'lgan  $\sigma_k$  kuchlanish bilan cho'zish orqali uni mutanosiblik chegarasini oshirishga asoslangan.  $\sigma_k$  kuchlanish bilan qayta cho'zilganda, uning oquvchanlik chegarasi ko'tariladi (2-egrilik). Armaturali sterjenni ketma-ket kichrayadigan teshikdan zo'rlab sug'irish yo'li bilan ham mexanik usulda puxtalasa bo'ladi. Bunda  $\sigma_s - \varepsilon_s$  bog'lanish deyarli armatura uzilishigacha to'g'ri chizikli bo'lib qoladi (3-egrilik) va bu uning me'yoriy qarshiligi qilib qabul qilinadi.

Po'lat armaturani 3...5 % ga cho'zilsa, uning ichki kristall tuzilishi ma'lum darajada o'zgaradi, bu o'zgarish armatura mustahkamligini oshiradi. Armatura qayta cho'zilsa, cho'zilish diagrammasi boshlang'ich diagrammadan farq qiladi (1.2-rasm).

Ma'lumki, po'latning asosiy fizik-mexanik xossalari material namunasini cho'zishga sinash jarayonida olinadigan «kuchlanish-deformatsiya» ( $\sigma - \varepsilon$ ) diagrammasida o'z aksini topadi. Bu diagrammaga ko'ra armatura po'latlari quyidagi turlarga bo'linadi:

- oqish chegarasi aniq ko'rinadigan yumshoq po'latlar;
- oqish chegarasi aniq ko'rinmaydigan o'tda toblangan po'latlar;
- deyarli uzilgunga qadar " $\sigma - \varepsilon$ " diagrammasida chizikli bog'lanishga ega bo'lgan o'ta mustahkam po'latlar.

Po'latning asosiy mustahkamlik tavsiflari quyidagilardir:

- birinchi turdagi po'latlar uchun oqish chegarasi  $\sigma_u$ , ya'ni elastiklik chegarasida bo'ladi (1.2-rasm, 2);
- ikkinchi va uchinchi turdagi po'latlar uchun shartli oqish chegarasi  $\sigma_{0,2}$  bo'lib (bu kuchlanishning shunday qiymatiki, namunaning qoldiq deformatsiyasi 0,2% ni tashkil etadi), shartli elastiklik chegarasi  $\sigma_{0,2}$  bo'ladi (1.2-rasm, 4);
- po'latning vaqtinchalik qarshiligi (mustahkamlik chegarasi) –  $\sigma_{su}$ , uzilishidagi chegaraviy uzayish va h.k.

Kam uglerodli po'latlarda oqish maydonchasi mavjud bo'lib, plastikligi 20% ni ( $\varepsilon_n = 20\%$ ) tashkil etadi. Mo'l uglerodli po'latlarni plastikligi ikki marotaba kam bo'ladi. Chegaraviy uzayishi qisqa bo'lgan armaturalar mo'rt bo'lib, yuk ta'sirida birdaniga uzilishi va konstruktsiya buzilishi mumkin. Plastiklik xossalari yuqori bo'lgan po'latlar temirbeton konstruksiyalarining ishlashi uchun qulay sharoit yaratadi; statik noaniq tizimlarda, shuningdek, dinamik kuchlar ta'sirida buning ahamiyati ayniqsa kattadir.

Me'yoriy hujjatlarda armaturaning uzilishidagi nisbiy uzayishining eng kam miqdori beriladi. Bu qiymatlar A-I – 25%; A-II – 19%; A-III – 14%;

A-IV – A-VI – 6% ga va termik mustahkamlangan armaturalar uchun esa At-IV; At-V; At-VI nisbiy uzayishi 8,7 va 6% ga teng.

Yumshoq po‘latlar (A-I, A-II, A-III) oddiy haroratda tob tashlamaydi. Yuqori uglerodli armaturalar esa betonga o‘xshab tob tashlash xususiyatiga ega. O‘tda toblangan armaturalarni payvandlash yaramaydi, chunki bunda armatura qiziganda mustahkamligi pasayadi.

**Armaturaning me‘yoriy va hisobiy tavsiflari** [12–14]. Armaturaning me‘yoriy qarshiligi  $R_{s,ser}$  sterjenli armaturalar uchun oquvchanlik chegarasining (fizik  $\sigma_u$  yoki shartli  $\sigma_{0.2}$ ), simli armaturalar uchun – uzilishdagi vaqtinchalik qarshiligi  $\sigma_u$  ning eng kichik nazorat qilinadigan qiymatiga teng qilib qabul qilinadi (ta‘minlanganligi 0,95 dan kichik bo‘lmasligi kerak).

Armaturaning hisobiy qarshiligi chegaraviy holatning ikkinchi guruhi uchun  $\gamma_s = 1$  da o‘rnatilgan. Sinf A-IV va undan yuqori bo‘lgan armaturalar bilan jihozlangan temirbeton elementlarni hisoblashda  $\xi \leq \xi_R$  shart bajarilganda, quyidagi ish sharoiti koeffitsienti kiritiladi:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)[(2\xi/\xi_R) - 1] \leq \eta, \quad (1.4)$$

bunda  $\eta$  – A-IV sinfli armatura uchun  $\gamma_{s6}$  koeffitsientning maksimal qiymati  $\eta = 1,2$ ; A-V, B-II, Bp-II, K-7 va K-19 sinflar uchun –  $\eta = 1,5$ ; A-VI sinf uchun –  $\eta = 1,1$ .

**Armaturalash usullari** [1, 2, 7, 8, 9, 11]. Temirbeton elementlari payvandlangan sim-to‘r yoki karkaslar, alohida sterjenlardan to‘qilgan armaturalar, bikr prokat profillar va boshqalar bilan armaturalanadi.

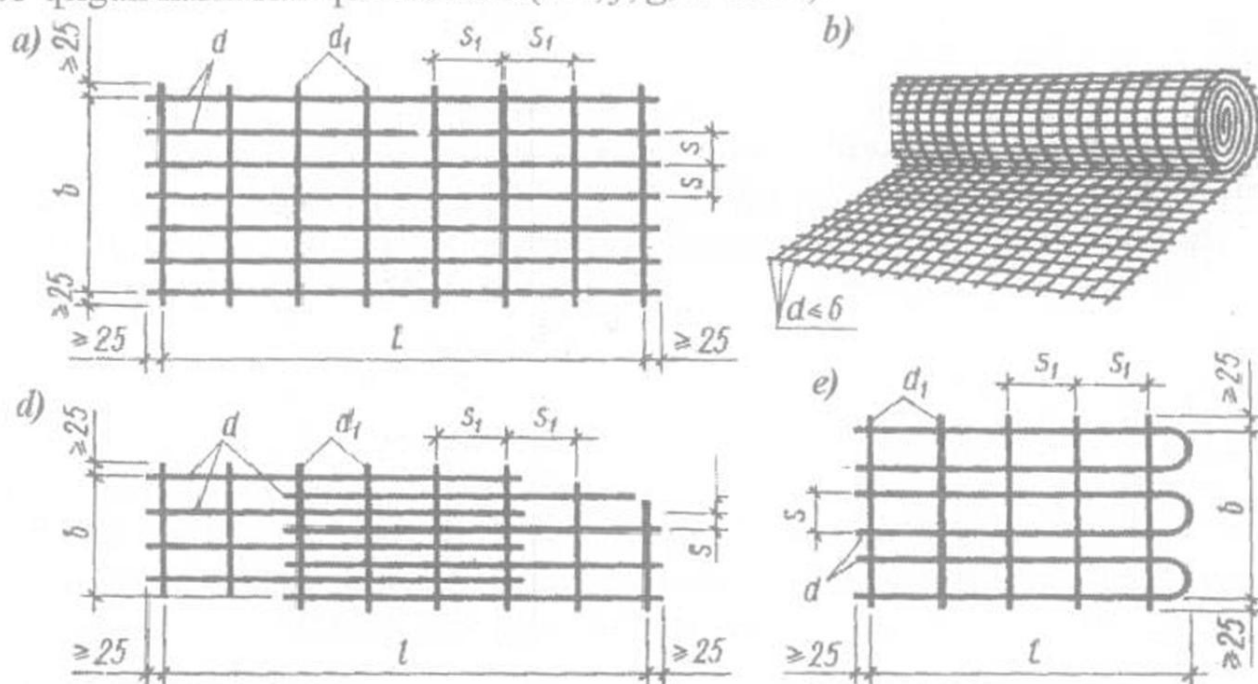
Payvandlangan sim to‘rlar asosan plitali konstruksiyalarda ishlatiladi. Ishchi armaturalarni joylashishiga qarab, ular uch xil bo‘ladi: 1) bo‘ylama ishchi armaturali; 2) ko‘ndalang ishchi armaturali; 3) ikki yo‘nalishda ham ishchi armaturali.

Standart sim to‘rlar diametri 4...5 mm bo‘lgan Bp-I sinfli (1.3-rasm, a, d, e) va diametri 6...8 mm bo‘lgan A-III sinfli, hamda diametri 40 mm gacha bo‘lgan A-I, A-II, A-III sinfli armaturalardan tayyorlanadi. Sim to‘rlar yassi va o‘ramli (rulonli) bo‘ladi (1.3-rasm, b). O‘ramli sim to‘rlarning maksimal diametri 5 mm gacha bo‘ladi, yassi sim to‘rlarning uzunligi 9 m gacha bo‘ladi.

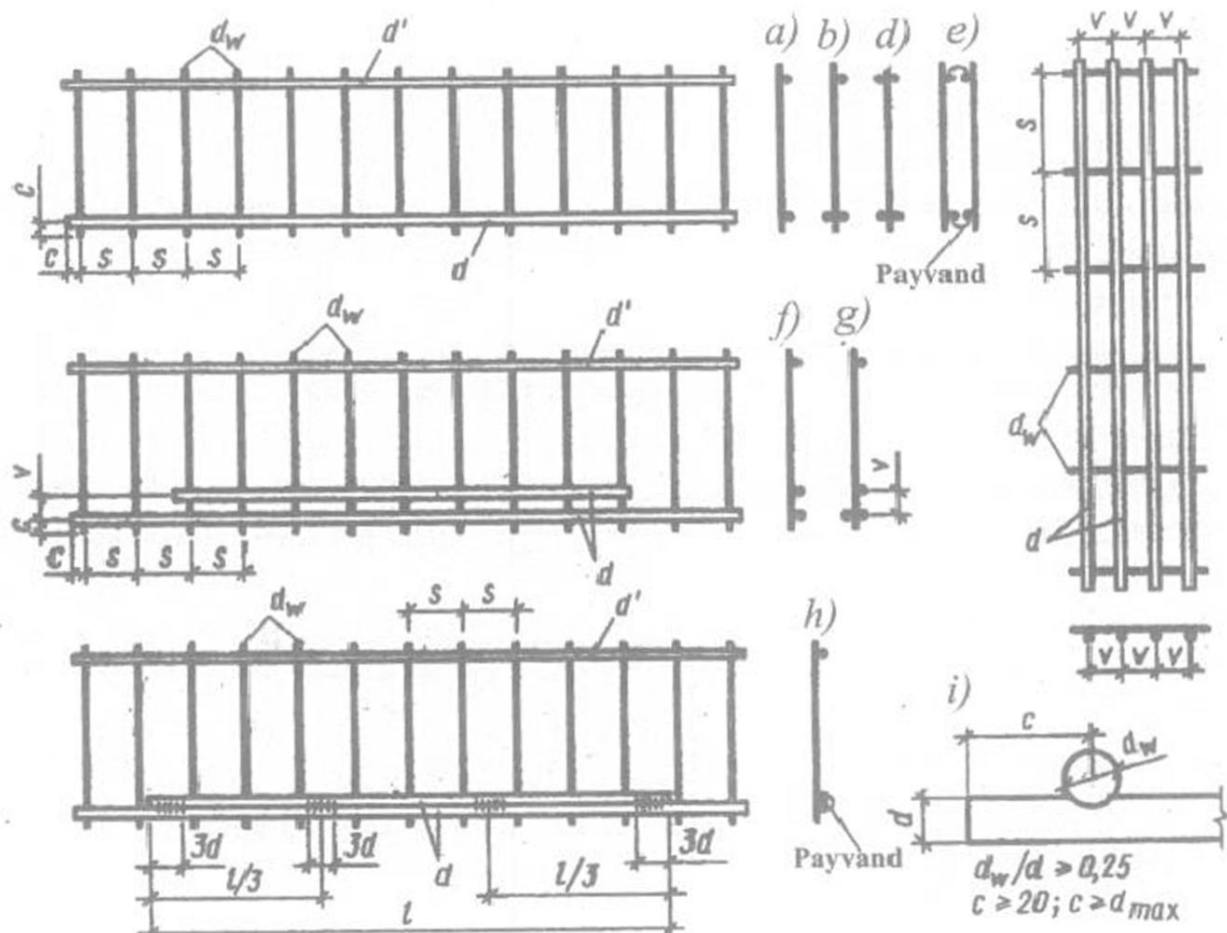
Payvandlangan karkaslar chiziqli elementlarni (to‘sin, ustun va sh. o‘.) armaturalash uchun ishlatiladi. Ular yassi va fazoviy bo‘ladi (1.4, a, b, d va 1.5-rasmlar).

Agar oldindan zo‘riqtirilmagan ishchi armatura sifatida A-IV, A-V sinfli va termik puxtalangan armaturalar (payvandlanmaydigani) ishlatilsa,

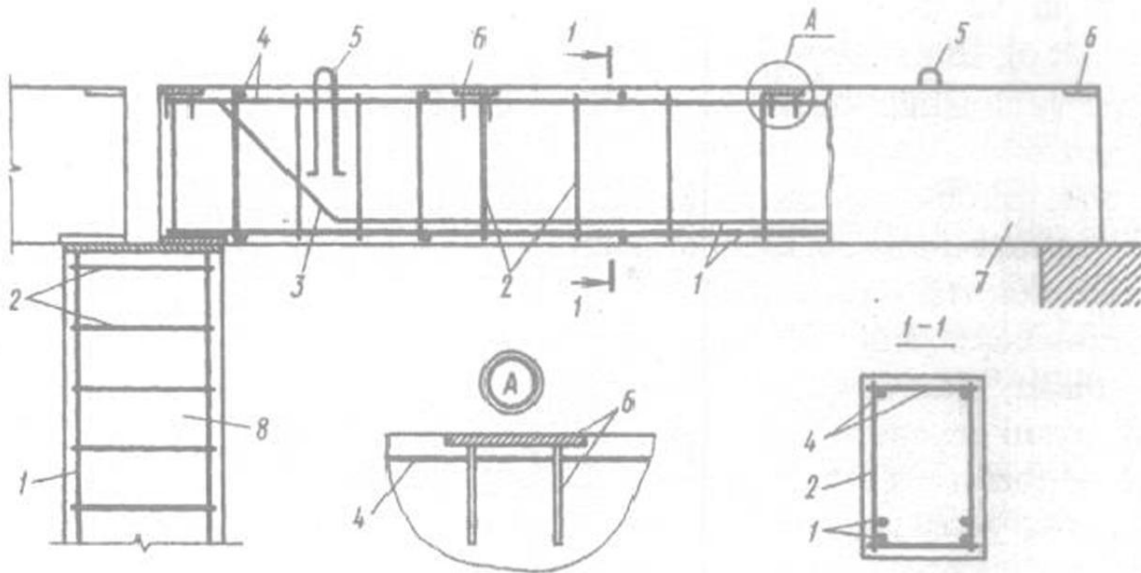
to'qilgan karkaslar qo'llaniladi (1.4, f, g, h-rasm).



1.3-rasm. Payvandlangan sim to'rlar



1.4-rasm. YAssi payvandlangan karkaslar



1.5-rasm. Temirbeton elementlarining armaturasi:  
 1 – bo‘ylama armatura; 2 – xomutlar; 3 – bukma sterjenlar; 4 – montaj armatura;  
 5 – montaj ilgak; 6 – quyma detal; 7 – to‘sin; 8 – ustun

**Qurilish konstruksiyalariga qo‘yiladigan talablar.** Bino (inshoot) larga quyidagi talablar qo‘yiladi: binolar mustahkam, bikr, ustivor, uzoqqa chidamli bo‘lishi, sanitar-gigiena, olovga qarshi, iqtisodiy va arxitektura talablarini qondirishi lozim. Konstruksiyalarning uzoqqa chidamliligi uni foydalanishlik sifatlarini yo‘qotmasdan xizmat qilish muddati tushuniladi; uzoqqa xizmat qilish bo‘yicha binolar uch darajali bo‘ladi: 100 yil va undan ko‘p xizmat qiladigan binolar 1-darajali; 50 yildan ko‘p xizmat qiladiganlari 2-darajali va 20 yildan ko‘p xizmat qiladiganlari 3-darajali binolarga kiradi.

Binolar olovbardoshligi bo‘yicha 5 darajaga bo‘linadi, jumladan, I daraja eng yuqori olovbardoshlikka, V daraja esa eng kam olovbardoshlikka to‘g‘ri keladi. I, II va III darajali olovbardoshlikka tosh, beton va temirbeton binolar, IV darajali olovbardoshlikka rastvor bilan suvalgan yog‘och konstruksiyalar, V darajali olovbardoshlikka esa yog‘och konstruksiyalar kiradi.

Hamma bino va inshootlar uzoqqa chidamliligi, olovbardoshligi va foydalanishlik sifatlariga qarab kapitalligi bo‘yicha 4 sinfga bo‘linadi.

**Yuklar va ta’sirlar** [12–14]. Ishlash jarayonida konstruksiya materiali turli xil ta’sirlar va turli xil yuklarni o‘ziga qabul qiladi. Ta’sirlar kuch ta’siri bilan (силовые) va kuch ta’sirisiz (несиловые) bo‘lishi mumkin.

Kuchli yuklarga, ya’ni tashqi kuch sifatida ta’sir etadigan yuklarga quyidagilar kiradi:

- foydali yuklar, ya’ni konstruksiya qabul qilishi lozim bo‘lgan yuklar

(mashina va asbob-uskunalar vazni, texnologik materiallar hamda odamlar og'irligi kabilar);

- zilzila va dinamik kuchlar ta'sirida vujudga kelgan inersion yuklar va hokazo.

Harorat, namlik, radiatsiya, zararli muhit kabi ta'sirlar kuchsiz, ya'ni kuchga bog'liq bo'lmagan ta'sirlarga kiradi.

Temirbeton konstruksiyalarini hisoblash nazariyasi ana shu ta'sirlarning barchasini inobatga olib bilishi zarur.

Hisoblash jarayonida ishtirok etadigan yuklarni belgilashda konstruksiyani mustahkam va, ayni bir paytda, tejimli bo'lishini yodda tutishimiz lozim. Yuklar konstruksiyaning vazifasiga qarab turlarga ajratiladi. Me'yoriy yuklarning turlari "Yuklar va ta'sirlar" deb nomlangan qurilish me'yorlari va qoidalarida (QMQ 2.01.07-97) batafsil bayon etilgan [12]. Me'yoriy yuklar konstruksiyaning tejamlilik talablariga javob beradigan tarzda belgilanadi.

### **1.3. Transport qurilishi uchun materialshunoslik**

Transport qurilishi uchun o'ta muhim, materialshunoslik kabi tarmoq fani yutuqlari qurilish materiallari tarmog'i bosib o'tgan butun taraqqiyot yo'lini aks ettiradi. Bu yo'lda asosiy transport qurilishlari, shuningdek qurilish industriyasi oldida qo'yilgan hamda tarmoq muayyan taraqqiyot davriga xos ruhda hal etilgan vazifalar alohida, yodda qoladigan bosqich bo'lib qoldi [10].

Mavzular bo'yicha ilmiy-tadqiqot ishlari orasida qurilish materiallari texnologiyalari, transport qurilishi uchun mo'ljallangan buyumlar ishlab chiqarish uslub va uskunalari, energiyaning tejash jarayonlari muhim o'rin tutadi.

O'tgan asrning 50-yillarida MDH mamlakatlarida temirbeton konstruksiyalar zavodlari qurilishi, ob'ekt oldidagi poligonlarini jihozlash keng yoyildi. SHunga bog'liq holda Xitoy Xalq Respublikasidagi Xanshuy daryosi (Shanshuy shahri yaqinidagi Yanszi irmog'i) ustidagi katta shahar ko'prigi qurilishi, hamda loyihalashtirish va qurilish ishlarida MDH mutaxassisleri ishtirok etgan Yanszi daryosi orqali o'tgan ko'priknining ettita tayanchini tiklash tajribasi bilan tanishish foydadan xoli emas. Ilk marotaba ko'priksizlikda temirbeton qoziqlar seksiyalari zavodlarda sentrifugalash (markazdan qochirma kuch tasirida qorishmani mexanik ravishda ajratish) usuli bilan ishlab chiqarildi. Diametri 1,55 m ga teng bo'lgan qobiqlarni dala sharoitida ommaviy tayyorlash amaliyoti ularni imkoniyatlar va qurilish muddatlari cheklangan hollarda ob'ekt oldi

poligonlarida ishlab chiqarish maqsadga muvofiqligini ko'rsatdi. Sentrifugalangan yig'ma qoziqlarni katta uzunlikdagi flanetsli (gardishli) choklardagi montaj choklari bilan qo'llash imkoniyati paydo bo'ldi. Qoziqlar tayyorlash jarayonida beton quyishni sentrifugalash natijasida uning mustahkamligi umumiy vibratsiyalashga nisbatan 40...50% ga ortadi. Sentrifugalangan qoziqlarning ko'p sonli statik sinovlari ular juda katta yuk ko'tarish imkoniyatiga egaligini ko'rsatdi. Qoziqlarlar betondagi zo'riqish  $400...500 \text{ kg/sm}^2$  etganidagina sinib, qoziqqa tushadigan kritik yuklar esa 300 tn va undan ko'proqni tashkil qildi [10].

Urushdan keyingi yillarda yo'l xo'jaligini kuchaytirish va rekonstruksiya qilishning o'ta muhim chora-tadbirlaridan biri – temirbeton shpala (temir yo'lda relslarning tagiga yotqiziladigan to'sin) larni keng joriy qilishdan iborat bo'ldi. Temirbeton shpalalarni ishlab chiqarish va yo'llarga o'rnatish 1955 yilning ikkinchi yarmidan boshlandi. Dastlabki uch yil ichida 500 ming shpala tayyorlanib, ulardan kattagina qismi foydalanishda edi. Temirbeton shpalalarni tayyorlash uchun bir qator zavodlarda ishlab chiqarishning stendli va oqimli-agregat texnologiyasi loyihalashtirilib, amalga oshirildi. 1955 yilda Silikatnaya stansiyasida (Rossiya) temirbeton konstruksiyalar, shpalalar zavodi ishga tushirildi. Sexlardan birida mutaxassislar tomonidan ishlab chiqilgan, zo'riqtirilgan armaturali yaxlit brusok shpalalar ishlab chiqarish yo'lga qo'yildi. SHunga bog'liq ravishda betonlar va bog'lovchi materiallar laboratoriyasida tor (struna) li beton shpalalar tayyorlashning stendli texnologiyasi ishlab chiqildi. Asosiy e'tibor beton qorishmasini stendda zichlashtirishga qaratilib, bu imkon qadar qo'llanayotgan beton bikrligini oshirish hamda bir vaqtning o'zida beton xizmat qilish muddatini oshirish bilan sement sarfini kamaytirish maqsadida amalga oshirildi. Shpalalarni stendli texnologiyasi uchun beton qorishmasining matritsa hajmida torlar orasida bir tekis taqsimlanishi, hamda uning zichlanishini ta'minlaydigan pichoqli vibratorlar taklif etildi. Zichlashning ana shunday usuli  $1 \text{ m}^3$  betonga 350 kg sement va 140 l suv sarflagan holda shpala tayyorlash imkonini berdi [10].

Yana bir o'ta muhim vazifa – korxonalarda yuqori darajada mustahkam simli armaturadan kontakt tarmog'ining dastlab zo'riqtirilgan tayanchlarini ishlab chiqarish texnologiyasini o'zlashtirishdan iborat edi. Ommaviy tartibda bunday tayanchlar faqat 4, 5 va 6 tm normativ bukuvchi momentga ishlab chiqilgan. Shu bilan birga, qurilish sohasi tobora ko'proq 6 tm dan quvvatli tayanchlarga ehtiyoj seza boshlagan edi. Dastlab zo'riqtirilgan tayanchlarini ishlab chiqarish uchun St5 (СТ5) va 25G2S (25Г2С) markali po'latdan tayyorlangan davriy profilli armaturani avval uni mustahkamlagan holda qo'llash taklif etildi. Texnologiya jarayoniga o'zgartirishlar va



aniqliklar kiritilishi temirbeton buyumlari korxonalarida ana shunday tayanchlarning sanoat miqyosida ishlab chiqarilishini yo'lga qo'yish imkonini berdi.

O'tgan asr o'rtalariga kelib ko'priksozlar tomonidan zavodlar va poligonlarda stend texnologiyasi asosida ko'priklar oraliq qurilmalarining zo'riqtirilgan temirbeton to'sinlarini tayyorlash bo'yicha katta tajriba to'plandi. Oraliq qurilmalarning zo'riqtirilgan temirbeton to'sinlarini poligonda oqimli-agregat usulida betonlashdan so'ng armatura tortish bilan tayyorlash 1958–1959 yillarda Moskvadagi Krasnaya Presnya yo'l o'tkazgichi qurilishida muvaffaqiyat bilan qo'llandi. SHu vaqtning o'zida Mostotrest Moskva yo'lining Beskudnikovo stansiyasi yaqinida poligon yaratib, unda oqimli-agregat texnologiyasi bo'yicha ko'priklar oraliq qurilmalarini ishlab chiqarish ko'zda tutgan edi (zavodning hozirgi nomi: «Mokon»). Bu texnologiya armaturani ham betonlashdan oldin, ham undan keyin taranglash (tortish) imkonini berdi. Bu ishlab chiqarish sxemasini universal qilib, taranglash jarayonlarini keng mexanizatsiyalash uchun sharoit yaratdi [10].

Yig'ma oraliq qurilmalarni tayyorlash tajribasi o'tgan asrning 70-yillarida yanada taraqqiy etdi. Kalach shahri yaqinida Don daryosi ustiga qurilgan avtomobil ko'prigida uzunligi 854 m, doimiy balandligi 3,16 m ga teng bo'lgan 240 ta blokdan tashkil topgan uzluksiz qutisimon oldindan zo'riqtirilgan temirbeton oraliq qurilma qo'llanildi. Bloklarning texnologik xususiyatlari, tayyorlash texnologiyasini qisqa muddatda o'zlashtirish, hamda ular sifatini oshirib borish zaruratini hisobga olib, bloklarni ishlab chiqarish maqsadida Qurilish konstruksiyalarining markaziy ilmiy tadqiqot instituti (ЦНИИС, Moskva) tomonidan ishlab chiqilgan beton qotishini tezlashtirishning ekzotermik usuli va bukiluvchan vibropoddonli qolip asos qilib olindi. Uzluksiz oraliq qurilma qutisimon bloklarini yangicha texnologiya bo'yicha tayyorlash tajribasi konstruksiyalar sifatini ta'minlagan holda poligon sharoitida industrial ishlab chiqarish imkoniyatini berdi.

Yig'ma elementlardan qurish texnologiyasi bilan birga sirpanuvchi opalubkada betonlash texnologiyasi ustida ham ishlar olib borildi. Ob daryosi ustidan o'tgan temir yo'l ko'prigi loyihasida estakada qismi tayanchlarini diametri 3,6 m, devorining qalinligi 15 sm bo'lgan 3,5 m balandlikka qadar suyuq (sementi kam bo'lgan) beton bilan to'ldiriladigan yig'ma temirbeton qobiqlardan ko'tarish ko'zda tutilgan edi. Metallni tejash va qurilish qiymatini kamaytirish maqsadida Ko'priklar qurilish tresti joyining o'zida ko'p marotaba ishlatishga mo'ljallangan ko'chma metall qoliplar ichida betonlanadigan qobiqlar yordamida tayanchlarni tiklash usulini ishlab chiqdi. Ko'priklar qurilish amaliyotida bunday qolip betonlash

va cho'ktirish usulini ketma-ket ishlatgan holda qobiqlar va tushuriladigan yirik quduqlarni tiklash joyining o'zida tayyorlash maqsadida, foydalanish ko'p hollarda tejankor va maqsadga muvofiq usul ekanligiga qaramay, kamdan-kam qo'llanib kelingan.

Xalq xo'jaligining moddiy va energetik resurslarni tejash bo'yicha tutgan yo'li qurilish materiallarini ishlab chiqarishdagi texnik va texnologik echimlarda o'z aksini topdi. Qattiq beton qorishmalari qo'llanishi yangi vibratsion texnologiyalarning ishlab chiqilishini taqozo qildi. Bunda transport qurilish vazirligi korxonalarida eng og'ir va eng yirik gabaritli temirbeton buyumlar ishlab chiqarilishini hisobga olish talab etilardi. Vazirlikdagi yig'ma temirbetonning solishtirma hajmi uning mamlakat bo'yicha ishlab chiqarilganining taxminan 5% ini tashkil qilgan. Shuning uchun transport qurilish vazirligi korxonalarining shakl berish uskunalari: SMJ-164 (CМЖ-164) vibromaydoncha, vibrezonans qolip, zarbli-vibratsion maydoncha va shokstollarni yaratishdagi faol ishtiroki zarur bo'lib qoldi.

Zichlashning an'anaviy vibratsion uslublaridan tashqari beton texnologiyasida beton yotqizishning muqobil variantlari tobora ko'proq qo'llana boshlandi. Masalan, kichik hajmli temirbeton buyumlarni (trotuar plitalari, ko'prik konuslariga tosh yotqizish va suv havzalari qirg'oqlarini mustahkamlash uchun plitalar) an'anaviy vibratsion texnologiya bo'yicha ishlab chiqarish ko'p energiya hamda ko'p sonli turli forma (shakl) lar talab qilgan. Bunday buyumlarni yasash uchun shakldan endi olingan mahsulotlarni shakl beruvchi vakuumshit yordamida zudlik bilan chiqarib olinadigan vibrovakuumlash uslubi taklif etildi. Bunday uslubning ustuvor jihati – formalarga bo'lgan minimal ehtiyojdan iborat bo'lib (bor-yo'g'i bir-ikkita qolip talab etiladi), bu qurilish maydonchasi sharoitida juda muhim hisoblanadi. Bundan tashqari, qumli betonlar ishlab chiqarish uchun mahalliy materiallar, asosan qumdan foydalanish imkoni paydo bo'ldi.

Beton texnologiyasining eng muhim vazifalaridan biri butun qurilish jarayoni davomida uning sifat ko'rsatkichlarini saqlab qolishdan iborat. Tajribadan ma'lum bo'lishicha, shag'al tarkibidagi tosh ushoqlari va kunining o'zgaruvchan miqdori, qumdagi graviy fraksiyalarining turli xilligi, umuman, beton qorgichga navbatdagi aralashmaga kelib tushayotgan to'ldirgichlar donalari tarkibining keskin turli-tumanligi beton tarkibini boshqarish, yotqizilgan betonning butun hajmi bo'ylab xossalari bir xilligini ta'minlash, tiklanayotgan inshootlarning tegishli konstruksiyalarni uzoq muddat ishlashi va foydalanishdagi ishonchliligini kafolatlash imkonini bermaydi. To'ldirgichlarning qorishmadan qorishmaga o'zgarib turgan donadorlik tarkibi tayyorlangan beton qorishmasini yotqizish

qulayligini "yashirin" suv hisobiga ta'minlashga majbur qilib, bu o'z o'rnida sement to'ldirgich fraksiyalarining optimal nisbatiga muvofiq sarfiga nisbatan (15...20%) ko'proq sarflanishini taqozo etadi. Dozatorlarga uzatilayotgan to'ldirgichlarning bir turliligi va sifatini ta'minlaydigan, eng ishonchli, texnik va iqtisodiy jihatdan eng ma'qul usul – ularni oraliq ombor va transport jarayonlarisiz sarf bunkerlariga bevosita uzatish oldidan don tarkibini barqarorlashtirishdan iborat. BAM (БAM) da o'tkazilgan kompleks tadqiqotlar natijasida mahalliy qum-graviy aralashmalaridan, shu jumladan sun'iy inshootlar uchun ham sovuqqa bardoshli to'ldirgichlar olish shart-sharoitlari aniqlab olindi [10].

O'tgan asrning 70-yillarida, metall kamyoblighi va metall oraliq qurilmalarni ishlab chiqarish uchun quvvat etishmasligini hisobga olib, transport sohasi quruvchilari oldida temir yo'l maqsadlari uchun B50...B60 sinfli, yuqori darajada mustahkam betonlardan uzunligi 34,2 m li oraliq qurilmalarni tayyorlash vazifasi qo'yildi. QKMITI texnologiyasi bo'yicha 3-ko'prik qurilish tresti (Moskva) tomonidan B50 hamda B60 sinfli betonlardan tajriba tariqasida poligonal tutamli oltita to'sin ishlab chiqarildi [10]. Tayyorlangan to'sinlar Polotsk shahri yaqinida Polota daryosi ustidan o'tgan ko'prikkaga o'rnatildi. Oraliq qurilmadan bir yil foydalanilgandan so'ng o'tkazilgan tadqiqotlarda biron-bir nuqson aniqlanmay, bu yuqori mustahkamlikka ega betonlardan texnologiya jihatidan eng murakkab yig'ma konstruksiyalarni sifatli tayyorlash imkoniyatini yana bir bor tasdiqladi.

Olimlarning ishlarida qurilish materiallariga ko'p energiya talab qiladigan issiqlik yordamida ishlov berish jarayonlariga katta e'tibor qaratildi. Bu ishdagi eng muhim yo'nalishlardan biri energiya tejaydigan texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni joriy etishdan iborat bo'ldi. Masalan, qish paytida betonlashni termos usulida bajarish yoki armaturaga neytral bo'lgan sovuqqa qarshi kimyoviy qo'shimchalarni qo'llash bilan beton konstruksiyalarni isitishga hojat qolmaydi. Ular sanoat va fuqarolik qurilishida keng qo'llanilib, transport qurilishi sohasida ham muvaffaqiyat bilan ishlatilishi mumkin. Issiqlik va namlikdan himoya qiladigan qolipga joylangan betonni tutib turishning ekzotermik usuli bug'latishga nisbatan qulaylik beradi, betonning qotishini tezlashtirish hisobiga issiqlik energiyasining kamida 70% qismini tejab qolish imkonini beradi. Ko'priknining temirbeton konstruksiyalarida yoriqlar hosil bo'lishining oldini olish maqsadida ularni qish mavsumida sexdan yoki bug'latish kamerasidan ochiq omborga berib yuborishda so'nggi yillarda yig'ma temirbeton zavodlarida harorat shlyuz kameralari qurilib, ularda issiq mahsulotlar muayyan vaqt mobaynida, ularning harorati beton va tashqi havo

o'rtasidagi farq yo'l qo'yiladigan darajaga tushguniga qadar tutib turiladi. Hisob-kitoblar buyumlarni buyum joylashdan oldin shlyuz kameralarini har doim ham isitish hojati yo'qligi, buyumni kameraga joylash oldidan termoshlov sexida biroz saqlashning o'zi kifoya ekanligini ko'rsatdi [10].

Temirbeton konstruksiyalari zavodlari (TKZ) da QKMITI (Moskva) tomonidan ishlab chiqilgan buyumlarni qisman termosda saqlashni keng qo'llash tavsiya etilib, buning ostida buyumni berilgan haroratga qadar qizdirish va shundan so'ng kamerada bug' uzatmagan holda saqlash tushuniladi [10]. Bunday usul kamera katta to'siqlarining issiqlikka bardoshlilik va qotishda ajralib chiqadigan issiqlikdan foydalanishga asoslanadi. Buyumni kameraga yuklash koeffitsienti 0,1 dan katta bo'lganida, 4...6 soat davomida izotermik qizdirish (isitish) haroratiga qadar ushlab turish va keyinchalik bug' uzatishni butunlay to'xtatish etarli bo'lar ekan. Beton talab etilgan muddatlarda zarur mustahkamlikka ega bo'ladi. Issiqlik-energiya resurslarini tejashda uskunalar va texnologiya jarayonlarini avtomatlashtirish vositalari katta o'rin tutishi lozim. Birinchi navbatda bu erda modellashtiruvchi A-351-01 moslamalari joriy etilganligini, hamda nisbatan zamonaviy, QKMITI tomonidan LNPO (JIHTO) «Burevestnik» bilan birga, beton mustahkamligi to'g'risidagi ma'lumot asosida hamda unga issiqlik yordamida ishlov berishni boshqaradigan mikroprotsektor jamlanmalari bazasida ishlab chiqilgan Beton T2 va SPK-430 (CIIK-430) moslamalarini qayd etib o'tish shart [10]. EHM uchun ishlab chiqilgan dasturlar konstruksiyalarni saqlashning turli harorat rejimlarida issiqlik bilan ishlov berish davrida betonning qotish harorat rejimini oldindan aniqlash imkonini berdi. Dnepropetrovsk ko'priki temirbeton konstruksiyalari zavodida ana shunday moslamalardan foydalanib betonga issiqlik yordamida ishlov berishni avtomatlashtirilgan holda boshqarish tizimi joriy etildi. Tizim beton haroratiga qarab issiqlik uzatishni boshqarib, issiqlik tashuvchi to'xtab qolganida betonga ortiqcha issiqlik berilishiga yo'l qo'ymay, buyumlarning berilgan isitish rejimini ta'minlaydi; mavjud harorat qiymatlari va beton mustahkamligini ko'rsatadigan raqamli indikatsiyani amalga oshiradi; berilgan mustahkamlikka erishgunga qadar buyumni isitish davomiyligiga o'zgartirishlar kiritadi, betonning amaldagi harorati va mustahkamligini qayd etadi [10].

Qurilish materiallarini ishlab chiqarish uchun muqobil energiya manbalarini izlash transport qurilishidagi beton va temirbeton buyumlariga issiqlik ishlovi berish uchun kontaktli moy isitish tizimi bilan birga quyosh energiyasini qo'llash mumkinligini ko'rsatdi. U isituvchi elementlar – registlarni o'z ichiga olib, ular bo'ylab qaynoq moy oqadi, u shuningdek elektr issiqlik generatori, sirkulyasiya nasosi, bak, akkumulyator va moy

o'tkazish tizimini ham tarkibiga olgan. Qo'shimcha issiqlik manbai sifatida suyuqlikda ishlaydigan geliy qabul qilgich xizmat qilib, undan foydalanishning maqsadga muvofiqligi uning parametrlari hamda issiqlik tashuvchini isitish samaradorligini tadqiq etish asosida aniqlangan. Dastlabki hisob-kitoblar ko'rsatishicha, o'rta mintaqa sharoitida bir  $m^3$  betonni isitishda bir  $m^2$  kollektordan foydalanish issiqlik bilan ishlov berishga sarflayotgan me'yorlashtirilgan issiqlik miqdorining 2,5 dan 3,3% gacha qismini tejash (kompensatsiyalash) imkonini berar ekan. Issiq iqlim sharoitida quyosh energiyasidan foydalanish samaradorligi ortib boradi. O'tkazilgan tadqiqotlar mamlakatning ham janubiy, ham o'rta mintaqasida konstruksiyalarga issiqlik ishlovi berishda quyosh energiyasidan qo'shimcha issiqlik manbai sifatida foydalanish imkoniyati mavjudligini ko'rsatdi.

Olimlarning doimiy e'tiborida bo'lgan o'ta muhim mavzular – betonlarning ekspluatatsion xossalari va tarkibiga qo'shimchalar qo'shgan holda ularni modifikatsiyalash bo'ldi.

Hozirgi paytga kelib transport qurilishi o'zining mavsumiy ko'rinishini yo'qotdi va qish sharoitida ishlarni amalga oshirishda sovuqda ham qotadigan beton qo'llana boshlandi. Bunga beton qorishmasiga kalsiy va natriy xlorli tuzlarni qo'shish hisobiga erishildi. Tajriba tuzli aralashmalar qo'shilgan betonlarni qo'llash mehnat va moddiy vositalar qo'llanishini jiddiy qisqartirishini ko'rsatdi. Masalan, Qozog'istondagi Ekil–Turgay temir yo'l liniyasida 1955–1956 yilning qishida bir uchastkada 11 ta kichik ko'prik va quvurlar qurish kerak bo'lib, bu ming  $m^3$  dan ko'proq beton hajmini talab etgan. Tayanchlar poydevorlarini  $CaCl_2+NaCl$  (dozirovka – sement og'irligining 10% qismi) qo'shgan holda betonlash  $-20^{\circ}C$  dan past haroratda ham beton qotishini ta'minlagan [10].

Biroq, foydalanish amaliyoti va keyingi tadqiqotlar ko'rsatishicha, tarkibida ko'p miqdorda xloridlarga ega bo'lgan beton, ayniqsa temirbeton ko'pga chidamaydi. Bugungi kunda ana shunday qo'shimcha – elektrolitlar qo'shilgan betonlarning korroziyaga chidamliligi bilan bog'liq muammolar tufayli ko'pgina transport konstruksiyalari uchun ularni qo'llash yuzasidan cheklovlar joriy qilingan.

Yig'ma temirbetondan qurilish sohasida tobora ko'proq e'tibor yuqori darajada mustahkam va uzoq muddat xizmat qiladigan betondan yasalgan konstruksiyalarga berilmoqda. 60-yillarda ushbu muammo ustida ko'plab tadqiqotchilar ish olib borganlar. QKMITI tomonidan Sement ITI bilan birgalikda olib borilgan tadqiqotlar natijasida B90 sinfli beton olinib, B140 gacha bo'lgan beton yaratish bo'yicha ishlar amalga oshirildi. O'ta mustahkam beton olish uchun quyidagilar zarur bo'ldi: 700...900 markali sementlarni qo'llash; fraksiyalangan yuvilgan to'ldirgich va qo'shimcha-

lardan foydalanish – qotish jarayonini tezlashtiruvchi vositalarni qo'llash; beton qorishmasini vibroaralastirish usuli bilan tayyorlash; qattiq beton aralashmalarini qo'llash; buyumlarga zichlashning kuch va vibratsion usullarini birga qo'llash, konstruksiyalarni bug'dan izolyasiyalovchi qatlam bilan qoplash yoki uni suv muhitida qotirishga o'tish bilan betonning optimal qotish sharoitlari yordamida shakl berish [10].

O'ta tez qotadigan, qo'yilgan talablarga javob beradigan sement olish texnologiyasi ishlab chiqildi. 700 markali ana shunday sement bugungi kunda katta miqdorda Zdolbunov sement-shifer (RF) kombinati tomonidan ishlab chiqarilmoqda. Tajriba tariqasida 800 markali sement olingan. Tadqiqotlar o'ta tez qotadigan sementni (O'TQS – OBTLI) qo'llash yuqori darajada mustahkam betondan tayyorlangan yig'ma temirbeton konstruksiyalarni ishlab chiqarishda iqtisodiy jihatdan oqilona va tejamkor echim ekanligini ko'rsatdi. O'TQS dan foydalanish temirbeton buyumlarni qattiq va plastik (konus cho'kishi  $\leq 2$  sm) beton qorishmalaridan bug'latmay tayyorlashga o'tishning eng asosiy sharti hisoblanadi.

Betonning, shu jumladan kompleks qo'shimchalar qo'shilgan betonning sovuqbardoshligi doimo mutaxassislar diqqat e'tiborida bo'lib kelgan. Normal namlikda qotgan, yoshi 28 kundan ko'p beton ustida qurilish ob'ektlaridan birida o'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, betonli namunalar siklli tarzda muzlatib, eritilganidan so'ng sinalayotgan namunalarning standart metodika bo'yicha sinovi o'tkazilganida o'z ekvivalentlariga, shuningdek, egizak-namunalarga nisbatan mustahkamligi qo'shimcha ravishda ortgan. Siklli tarzda muzlatib, eritishdan keyingi mustahkamlikning qo'shimcha ortishini gipotetik tarzda quyi alyuminatli sementlar va YuFM (IIAB) larni qo'llash bilan bog'liq tuzilma hosil qilish jarayonlarining o'ziga xosligi bilan izohlash mumkin. Ma'lumki, YuFM sementning silikat mahsulotlariga ko'proq va alyuminatlarga juda kam ta'sir qiladilar. O'z navbatida, ozod (erkin) suvning muzlash nuqtasiga yaqin bo'lgan quyi haroratlar silikatlar gidratatsiyasi to'liq kechishi uchun, bunday hollarda jarayonlar sur'ati tabiiy ravishda pasayishiga qaramay, termodinamik jihatdan maqbul bo'lib chiqadi [10].

80-yillarning o'rtalaridan boshlab jahon qurilish amaliyotida yuqori foydalanish xossalariga ega bo'lgan yangi avlod betonlaridan tayyorlangan konstruksiya va inshootlar paydo bo'ldi. Odatda, bu betonlar yuqori (50...80 MPa) va o'ta yuqori (80 MPa dan ortiq) mustahkamligi, past o'tkazuvchanligi bilan, hamda korroziyaga qarshi chidamliligi va uzoq muddat xizmat qilishi bilan farqlanadi. Bunday samaraga xorijiy analoglariga nisbatan samaraliroq mahsulot – MB-01 kompleks modifikatorini qo'llash orqali erishildi. Mahalliy ko'priq qurilish sohasida

ana shunday betonning qo'llanish istiqboli va xususiyatlarini baholash vazifasi qo'yilgan edi. Oldindan zo'riqtirilgan, uzunligi 21 m ga teng bo'lgan oraliq qurilma to'sinini tayyorlash bo'yicha ilk tajriba shuni ko'rsatdiki, o'ta mustahkam betondan MB-01 modifikatori bilan tayyorlangan ko'prik konstruksiyalarini sanoat miqyosida ishlab chiqarishni korxonalarda mavjud texnologik uskunalarda yordamida ham yo'lga qo'yish mumkin ekan.

Temirbeton konstruksiyalarning ekspluatatsion yuklar sharoitidagi real ishini izohlash uchun olimlar va muhandislar tomonidan nazariy va eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Bu erda so'z ko'p yillar davomida olimlarning diqqat e'tiborida bo'lgan temirbeton nazariyasini taraqqiy ettirishning fundamental masalalari ahamiyati to'g'risida bormoqda. Nazariyaning muhim masalasi – betonning murakkab tuzilmali ko'p komponentdan iborat material sifatida deformatsiyalanish va sinish jarayonining tahlilidir. O.Ya. Berg fikriga ko'ra, bu jarayon beton tuzilmasidagi mikroemirilishlar parametrik darajalari bilan belgilanadigan ba'zi umumiy qonuniyatlarga bo'ysunadi. Yuklangan betonda ultratovush tebranishlar tarqalish tezligi bo'yicha ko'rsatilgan parametrik darajalar va uning bo'ylama va ko'ndalang deformatsiyalarga nisbatini aniqlash metodikasi belgilanib, sinovdan o'tkazildi. Ushbu parametrik darajalar betonning yuklama va tashqi muhit ta'sirida o'zini qanday tutishini, shu bilan birga uning salqilik, sovuqbardoshlik, materialning tajovuzkor muhitda korroziyaga qarshi chidamliligi va ko'pgina boshqa fizik-mexanik tavsiflarini hal qiluvchi tarzda belgilab beradi.

Aynan QKMITI da, Qurilish materiallari bo'limida temirbeton va boshqa qurilish materiallaridan yasalgan konstruksiyalarni kuch omillari, hamda atrof muhitning birgalikdagi noxush ta'siriga hisoblash bilan bog'liq tamoyillar shakllantirildi [10]. Transport qurilishi amaliyotida temirbeton konstruksiyalar mavjud bo'lib, ularning elementlari yassi zo'riqtirilgan holat – ikki o'qli siqilish yoki siqilish-cho'zilish sharoitida ishlaydi: masalan, ko'priklarning to'sinli oraliq qurilmalari, shchitli domkratlar yaqinida joylashgan tunnel obdelkasi halqalari, kontakt tarmog'ining sentrifugalangan tayanchlari va sh.o'. SHu kabi konstruksiyalarni loyihalashda ularning elementlari kuch ta'sirining ko'rsatilgan turlariga hisoblab chiqilishi shart. Biroq, bugungi kunda buning iloji yo'q. Yassi-zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalar yoki ular elementlarining hisob-kitobi masalalaridagi noaniqliklar beton va boshqa sinuvchan (mo'rt) materiallarning ko'rsatilgan turdagi kuch ta'sirlari ostidagi mustahkamligini baholashdagi mavjud ziddiyatlar bilan bog'liq. QKMITI da o'tkazilgan tajribalar namunalarning qisqa yon tomonlari

bo'ylab ishqalanish kuchining yakuniy natijalarga ko'rsatadigan ta'siri to'g'risidagi farazni tasdiqlab, turli tadqiqotchilar tomonidan olingan ziddiyatli ma'lumotlar sababi tajriba sharoitlari bilan belgilanishi haqida xulosa qilish imkonini berdi [10].

Transport inshootlari yuksak darajadagi tajovuzkor muhit sharoitida tiklanadi va ekspluatatsiya qilinadi. Shu sababli konstruksiyalarning uzoq muddat xizmat qilishi va ularni korroziyadan himoya qilish masalalariga doim katta e'tibor berib kelingan.

Betonni agressiv suvlar ta'siridan himoyalash uchun me'yoriy hujjatlarga muvofiq faqat sulfatga chidamli portlandsement qo'llanilishi kerak va u tarkibida  $SO_3$  hisobida 3500 mg/l gacha sulfatlarga ega bo'lgan suvda inshootlarni qo'shimcha gidroizolyatsiyasiz tiklash imkonini beradi. Suv-sement nisbatini cheklash, zichlashning mukammal usullari, yuqori sifatli, saralangan va toza to'ldirgichlarni qo'llash oddiy portlandsementlardan aksariyat "yumshoq" suvlarda turg'un, chidamli beton olish imkonini berishi aniqlandi. Sun'iy inshootlarning suv o'tkazmaydigan va sovuqqa chidamli konstruksiyalarini olish texnologiyasini ishlab chiqish bugungi kunda ham asosiy vazifalardan biri bo'lib qolib, uning hal etilishi gidroizolyatsiyani soddalashtirish, qator hollarda esa undan butunlay voz kechish imkonini beradi.

Gidroizolyatsiya konstruksiyasini tanlashga transport inshootlaridan foydalanish shart-sharoitlari hal qiluvchi ta'sir ko'rsatadi. Masalan, tunnel tashqi qobig'i, bir tomondan, tunnelni o'rab turgan suv va grunt ta'siriga, ikkinchidan, atmosfera (tunnel ichida) ta'siriga duch keladi. Ana shu qobiqning uzoq muddat ishlash masalasi tajovuzkor muhitlarda tunnel qurish paytida alohida ko'rib chiqilishi kerak bo'ladi. Obdelkani korroziyadan himoya qilish kabi vazifani kompleks hal qilishda amalga oshirilishi kerak bo'lgan asosiy chora-tadbirlar quyidagilar [10]: konstruksiyalashda yoriqqa chidamli (darz ketmaydigan) konstruksiyalarni yaratish; tajovuzkor sharoitlarda chidamli materiallar, birinchi navbatda sementlarni tanlash; zich betonni va uni yaratishni ta'minlaydigan texnologiyani qo'llash; eng zich betonga ega bo'lish maqsadida uning qotish rejimlarini ishlab chiqish; qorishmani obdelka ortiga sifatli haydab kiritish va bloklar orasidagi choklarni ularning butun qalinligi bo'yicha ishonchli tarzda zichlab, bu bilan ishonchli germetiklanish hamda qorishmaning bloklar jinsi (tanasi) bilan tishlashishini ta'minlash; maxsus himoya choralari (gidrofoblashtirish, polimer moddalar shimdirish).

Metall tolalar ko'rinishidagi armaturalash muvaffaqiyat bilan qo'llanishi mumkin bo'lgan qator konstruksiyalar uchun ularning korroziyaga bardoshlilik xususiyati jiddiy ahamiyat kasb etadi. Bunday



inshootlarga quyidagilarni kiritish mumkin: yo‘l va aerodrom qoplamalari, qirg‘oqni mustahkamlash inshootlari, avtomobil ko‘priklari qatnov qismi qoplamasi va b. Atrof muhitda mavjud bo‘lgan xloridlar yoki dengiz suvi beton va metall tolalariga tajovuzkor ta‘sir ko‘rsatishi mumkin. Korroziyaga chidamlilik darajasi namunalarga korroziyon muhit bilan sikli ta‘sir ko‘rsatilganida, ularning chiziqli o‘zgarishiga qarab baholanadi. Tadqiqotlar natijasida betonga metall tolalar qo‘shilganida, etalon namunalarga nisbatan beton deformatsiyalari rivojlanishining oshishi ma‘lum bo‘lib, aytish kerakki, betonning armaturalash foizi qancha yuqori bo‘lsa, u shuncha ko‘p deformatsiyalanadi. SHunday qilib, korroziyon muhit sharoitida ishlaydigan, metall tolalar bilan dispers-armaturalangan betondan yasalgan konstruksiya elementlarining normal ishlashi uchun ular yuzasini himoya qatlami bilan qoplash yoki tolalarni anodlash (metall sirtini elektroliz usulida oksid pardasi bilan qoplamoq) tavsiya etilgan [10].

Transport inshootlaridan foydalanishda eng ko‘p uchraydigan korroziya turi betonning sulfatli korroziyasi hisoblanadi. Unga qarshi eng samarali usullardan biri sifatida sulfatga chidamli portlandsementni qo‘llash tavsiya etiladi. Biroq, u kamyob mahsulot bo‘lib, shu bilan birga, uni ko‘prik konstruksiyalari uchun ishlatish me‘yorlar taqiqlaydi. Bevosita qurilish ob‘ektlarining o‘zida himoya qoplamalarini qoplash usuli texnologiya jihatidan o‘ta murakkab bo‘lib, muayyan ob-havo sharoitlarini talab etadi, TBK zavodlarida bajarilganida esa kimyo sanoati korxonalarida me‘yorlariga ko‘ra texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilish talab etiladi. QKMITI (ЦНИИС, Moskva) da bajarilgan tadqiqotlar tajovuzkor muhitga qarshi himoya qoplamalarini oddiy portlandsementdan tayyorlangan korroziyaga chidamli beton bilan almashtirish imkoniyatini ko‘rsatdi [10]. Bundan tashqari, kuchli tajovuzkor sulfatli muhit, shu jumladan botqoq erlarda beton chidamliligini ta‘minlash uchun tarkibida bariy bo‘lgan portlandsement qo‘llanishi maqsadga muvofiq. Sulfat ionlari konsentratsiyasi 2000 mg/l gacha bo‘lgan tajovuzkor sulfatli muhit normal zichlikka ega bo‘lgan betonga hamda S-3 superplastifikatori qo‘shilgan tarkibida 8% uch kalsiyli alyuminatli portlandsement asosidagi o‘ta zich betonga ham deyarli bir xil ta‘sir ko‘rsatadi. Bunday himoya qoplamasiz beton o‘zining korroziyaga chidamliligiga ko‘ra sulfat ionlari konsentratsiyasi 2000 mg/l dan ortiq bo‘lmagan muhit – grunt yoki suvda ishlatiladigan konstruksiyalar betoni bilan birga qo‘llanishi mumkin. Sement betonning botqoq muhitdagi chidamliligini oshirish maqsadida tarkibida uch kalsiyli silikat C3S (ko‘pi bilan 60%) miqdori cheklangan, to‘rt kalsiyli alyumoforit S4AF miqdori esa ko‘proq bo‘lgan portlandsementlarni, shuningdek nefelin shlami qo‘shilgan portlandsementlarni qo‘llash tavsiya etiladi [16].

Hozirgi paytda metall ko'prik va yo'l o'tkazgichlar qurilishi inshootlarning uzoq muddat ishlashi, hamda tashqi estetik ko'rinishiga nisbatan yuqori talablar qo'yilishi bilan farqlanadi. Konstruksiyaning qancha xizmat qilishi va uning ko'rinishi ko'p jihatdan korroziya jarayonlariga bog'liq. Ko'prik va yo'l o'tkazgichlarning nam muhit va harorat mavsumlar bo'yicha keskin farqlanadigan sharoitlarda qo'llanadigan metall konstruksiyalari belgisiga ko'ra o'zgaruvchan va dinamik ta'sirlarga duch keladi, shuning uchun materiallar va metall konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilish usullariga ham yuqori talablar qo'yilishi mumkin. Inshootlarni loyihalash va o'ta noyob ko'prik va yo'l o'tkazgichlardan foydalanishning 7 yildan ortiqroq tajribasi bir komponentli poliuretan lak-bo'yoq materiallari (LBM) bilan bo'yash yordamida korroziyadan himoyalash uslubi ushbu talablarga nisbatan ko'proq muvofiqligini ko'rsatdi. Ayniqsa sink to'ldirilgan gruntovkaning fizik-mexanik ta'sirlarga yuksak darajadagi chidamliligini qayd etish lozim, u metall konstruksiyalarni tashish, uzoq muddat saqlash va montaj kuchlarini qabul qilishiga qaramay, turli ob'ektlarda o'tkazilgan barcha sinovlar paytida panjarasimon kesish uslubida adgeziya bo'yicha 1 ball ko'rsatkichga ega bo'ldi. Temirbeton yuzalarni poliuretan lak-bo'yoq materiallari bilan qoplash armatura himoya qatlamining xizmat qilish muddatini uzaytirib, zich fakturasi va turli-tuman koler (tayyor murakkab bo'yoq) dan foydalanish tufayli konstruksiyalar tashqi ko'rinishini bezaydi. Ana shunday qoplamalarning 15 yildan ortiq ta'mirsiz ishlaydi deb ishonch bilan uqtirish mumkin [10].

Armatura va armaturalash texnologiyasi qurilish materiallari masalalari orasida alohida o'rin tutadi. Transport qurilishidagi ekspluatatsion yuk ostida temirbeton konstruksiyalari ishlashining noyobligi (o'ziga xosligi) ularni armaturalashning o'ziga xos xususiyatlarida namoyon bo'ladi. Ilk marotaba 1932 yilda LIIT (ЛИИЖТ) mexanika laboratoriyasida hali to'liq qotib ulgurmagan betonni yuklash bo'yicha o'tkazilgan tajribalar shuni ko'rsatdiki, armaturani erta pog'onali taranglashdan foydalanib, to'sin tayyorlashning birinchi bosqichini ikki-uch kun ichida tugallash mumkin ekan. Armaturani tarang qilishning keyingi bosqichlari beton talab darajasidagi bikrlikka ega bo'lganidan so'ng amalga oshiriladi. SHundan keyin armatura tutam (bog'lam) lari in'eksiyalanib, mahkamlagich planka (anker kolodka) lari betonlanadi va 9...10 kun o'tgach, to'sin oraliqdagi o'z o'rniga yotqizilishi mumkin.

Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalarni armatura ishlarini kompleks mexanizatsiyalash va avtomatlashtirishni qo'llagan holda yalpi ishlab chiqarishga o'tishda konstruksiyalarning samaradorligini belgilab beradigan asosiy omillardan biri – texnologiya jarayonlarining ishonch-

liligi hisoblanadi. Armaturalash jarayoniga ko'plab tasodifiy omillar ta'sir ko'rsatadi: boshlang'ich ishlatiladigan materiallar xossalari o'zgarib turishi, texnologiya rejimlarini amalga oshirishdagi noaniqliklar, uskunalarning barqaror ishlamasligi va h.k. Ana shunday nosozliklardan biri armatura taranglanganida uning uzilib ketishidir. Armaturaning bir jinsliliğini simni mustahkamlik chegarasiga ko'ra saralash hamda guruhli tarzda taranglanayotgan simlarning notekis taranglanishi sabablarini bartaraf etish yo'li bilan oshirish mumkin. Yana bir chora – armaturaning uzayish qiymatiga ko'ra taranglanishini nazorat qilishdan iborat. Nazorat qilishning eng samarali uslubi – DP-6 (ДП-6) va DPS-2 (ДПС-2) asboblari yordamida o'lchash hisoblanadi. Ana shunday chora-tadbirlar oqibatida armaturaning uzilish sonini keskin kamaytirishga erishiladi.

Qurilish materiallarini qo'llash jarayonida keng ko'lamli muammolar yuzaga kelib, ular orasida mahalliy materiallar va transport qurilishiga xos bo'lmagan noan'anaviy yangi qurilish materiallari muhim o'rin tutadi. Betonlar uchun og'ir to'ldirgichlar narxining balandligi to'ldirgich sifatida chig'anoqtosh, engil ohaktosh, tuf (g'ovak tog' jinsi) va tufolava (tufli cho'g' modda) (vulqonlardan otilib chiqadigan suyuq cho'g' modda), opoka (kremnezyomga boy tog' jinsi) va trepel kabi materiallarni qo'llash g'oyasini yuzaga keltirdi. 1938 yilda to'ldirgich sifatida pemza qo'llanilgan engil temirbetondan rama konstruksiyali piyodalar uchun ko'prik qurib ishga tushirildi. Keyinchalik oraliq uzunliklari 4 dan 30 metrgacha bo'lgan, sinfi 10 dan 20 gacha bo'lgan engil temirbetondan tayyorlangan yana 16 ta ko'prik bunyod etildi. Engil temirbetondan arkli ko'prik inshootlarining ratsionalligi shunda ediki, ularga harorat va cho'kish kabi hodisalar ta'siri ancha kamayib, o'tkazilgan tadqiqotlar ham shundan dalolat berdi. Engil to'ldirgichlar – pemza (engil vulkanik jins), trepel, tuf, opoka, chig'anoqtosh, ohaktosh va spongolit kabilarni qo'llash bilan sinfi B12 dan B22,5 gacha engil va mustahkam betonlar olinib, ulardan yig'ma ko'priklarda foydalanish konstruksiyalar og'irligini 25...30% gacha kamaytirish va armaturali po'latning 20...25% gacha tejab qolish imkonini beradi [10].

Keramzitbetonning g'ovakliligi tufayli suvni sement qorishmasi (xamiri) dan va to'ldirgichlar tagidagi zonalaridan so'rib olish xususiyati sement toshi va beton tuzilmasini yaxshilab, bunda sement toshining mustahkamligini va uning to'ldirgichlar bilan tishlashishini yaxshilaydi. Bundan tashqari, unchalik mustahkam bo'lmagan, ammo sement toshi bilan o'rab olingan keramzit oboyma ichida joylashgan kabi ishlaydi. Bu keramzit to'ldirgichli talab etilgan sinfli betonni og'ir to'ldirgichlilarga nisbatan kamroq mustahkamlikka ega, ammo bunda xuddi shu sinfli og'ir

betonlarga nisbatan bor-yo'g'i 20...30 % ko'proq sement sarflab olish imkonini beradi. SHunday qilib, keramzitbetondan ko'prik inshootlarini qurish uning tarkibini to'g'ri tanlagan holda amalga oshirilishi lozim.

Transport infratuzilmasi uchun qurilish industriyasining xom ashyo bazasi muhim o'rin tutadi. To'siq konstruksiyalarni ishlab chiqarish uchun kul va boshqa chiqindilar asosidagi yacheykali betonlarni qo'llash an'anaviy bog'lovchi materiallarni qo'llashdan voz kechish imkonini beradi. Bundan tashqari, kul va shlak (toshqol – metall eritilganda qolgan qotishma) larni utillashtirish chiqindilar ostida band erlar maydonini qisqartiradi. Klinkersiz shlak asosidagi yacheykali betonlar ishqorli bog'lovchi sifatida nisbatan past zichligiga qaramay, yuqori darajadagi mustahkamlik va sovuqbardoshligini ko'rsatdi. Beton tayyorlashda ishqorli aktivlashtirish maqsadida o'yuvchi natr, kremniy – tuproqli komponent sifatida esa tuyilgan kvars qumi qo'llandi.

Yig'ma va monolit temirbeton konstruksiyalarning texnologik jihozlarini, shu bilan birga transport qurilishiga oid yanada samarali konstruksiyalarini yaratishda zamonaviy materiallarni qo'llashga intilish poliefir shishaplastikdan istiqbolli konstruksiyalar, ularni ishlab chiqarish texnologiyasi va bunday konstruksiyalarning tajribaviy partiyalarini tayyorlash uchun texnologik jihozlarini yaratishga olib keldi. Transport qurilishi markaziy ilmiy tadqiqot instituti (ЦНИИС, Moskva) tomonidan Lengiprotransmost (Ленгипротрансмост) bilan birgalikda yig'ma goflangan suv o'tkazish quvurlari, yig'ma shisha plastik konteynerlar konstruksiyasi, monolit va yig'ma temirbeton konstruksiyalar uchun ichiga joylanadigan bitum-shishaplastik gidroizolyatsiya ishlab chiqilgan [10].

Armaturalashning yangi turlariga ham katta e'tibor qaratilgan. Misol uchun, yangi kompozit material po'lat fibrobeton (tarkibidagi metall tolalari – fibrallar betartib (xaotik tarzda) joylashgan beton) oddiy betonga nisbatan yaxshilangan fizik-mexanik xossalarga ega. Masalan, uning o'q bo'ylab cho'zishga mustahkamligi 1,5...1,7 marta, egilishdagi cho'zilishga mustahkamligi 2...3 marta, zarbli qovushqoqligi 8...10 marta ortadi. Siqilishdagi mustahkamligi, edirilish va chidamlilik xususiyatlari ortadi. Po'lat fibrobeton korroziyaga qarshi yuqori darajada chidamlilik xususiyatlariga ega. Rossiyada po'lat fibrobeton konstruksiyalar qo'llanishi yo'lga to'g'onoq bo'lib turgan omillardan biri, uzoq vaqt davomida fibraning sanoat miqyosida ishlab chiqarilmaganligi bo'ldi. Hozirgi paytga kelib «Xareks» tipidagi fibra ishlab chiqarish bo'yicha ikki liniya Kurgan ko'prik metall konstruksiyalari zavodida ishlab turibdi. Po'lat fibrobeton transport inshootlari konstruksiyalarida yaxshi samara bilan ishlatilishi mumkin. Chet elda po'lat fibrobeton bilan birga shuningdek shisha

fibrobeton ham qo'llaniladi. 1997 yili Soyuzdorproekt ilk marotaba eksperimental shisha fibrobeton karniz bloklari konstruksiyasini ishlab chiqib, ulardan Yaroslavskiy shossesi orqali o'tgan MKAD (МКАД) yo'l o'tkazgichini qayta tiklashda foydalanildi [10]. Eksperimental tadqiqotlar va shisha fibrobetonni tajriba tariqasida qo'llash shuni ko'rsatdiki, ko'priksizlikda ushbu material echilmaydigan opalubka, karniz bloklari va ba'zi boshqa konstruksiyalarda etarli darajada samarali ravishda qo'llash uchun yuqori mustahkamlik xossalari ega ekan.

Qurilishdagi texnik taraqqiyotning o'ta muhim asoslaridan biri yangi materiallar, ularni yaratish va qo'llash texnologiyasi hisoblanadi [10]. Professional faoliyati u yoki bu darajada transport qurilishi bilan bog'liq bo'lgan deyarli barcha olimlar va amaliyotchilar o'z ishlarida qurilish materiallari muammolariga oid masalalarni qayd etib o'tganlar. So'nggi yillarda mamlakatda yuzaga kelgan iqtisodiyotning barqarorlashuv davri qurilish materiallari sohasining ham jadal sur'atlar bilan o'sishidan umid qilish imkonini beradi. Tadqiqotlar hajmi tobora ortib, ular mavzulari kengayib bormoqda. Bugungi kunda materialshunoslikdagi asosiy yo'nalishlar quyidagilardir [10]:

- yangi jarayonlarni yaratish va mavjudlarini takomillashtirish;
- energetik, moddiy va mehnat resurslarini minimal darajada sarflab mahsulot olishga erishish;
- qurilishning eng yuksak talablariga javob beradigan, berilgan xossalarga ega bo'lgan qurilish materiallari va buyumlarining yangi turlarini yaratish;
- chiqindisiz va kam chiqindili texnologiyalarni keng joriy etish, ishlab chiqarishlarning ikkilamchi mahsulotlaridan foydalanish.

Vazifalar, umuman olganda, yangi emasligiga qaramay, biroq ularning echimi ilm-fan va texnikaning o'ta zamonaviy yutuqlari sohasida yotadi. Zamonaviy texnologiyalarni materialshunoslikda qo'llash bilan avval ma'lum bo'lmagan xossalarga ega bo'lgan konstruksiyalarni olish mumkin. Bunga bog'liq ravishda eng yaqin kelajakda «qurilish materiallari», institut ilmiy-tadqiqot va amaliy faoliyatining profilli yo'nalishi sifatida jadal sur'atlar bilan rivojlanib, bu bilan avvalgi avlod olimlari boshlab bergan an'analarni davom ettiradi deb ishonch bildirish mumkin.

#### **1.4. Temirbetonning mohiyati va uning xossalari**

Tosh va yog'och ibtidoiy odamning dastlabki qurilish materiali hisoblangan. Keyinchalik inson xom g'isht, pishiq g'isht va beton tayyorlashni o'rgandi.

Beton siqilishga yaxshi, cho'zilishga sust qarshilik ko'rsatadigan sun'iy materialdir. Betonning cho'zilishga bo'lgan mustahkamligi siqilishga nisbatan 10...20 marotaba kam. SHuning uchun ham uni anizotrop material deyiladi. Anizotrop materiallar – turli xil yo'nalish bo'yicha xossalari har xil bo'lgan materiallardir.

Temirbetonning zichligi undagi armatura miqdori 3% va undan kam bo'lganda  $2500 \text{ kg/m}^3$  qabul qilinadi.

Betonning anizotropligi beton va temirbeton konstruksiyalarni hisoblashda jiddiy qiyinchiliklarga olib keladi. Beton cho'zilishga sust qarshilik ko'rsatganligi sababli armaturasiz to'sin ko'p yuk ko'tara olmaydi.

Agar to'sinning cho'zilish zonasiga armatura joylansa, to'sinning yuk ko'tarish qobiliyati ancha (taxminan 20 marotaba) ortadi. Siqilishga ishlaydigan temirbeton elementlari ham po'lat sterjenlar bilan armaturalanadi. Po'lat siqilishga ham, cho'zilishga ham yaxshi qarshilik ko'rsatganligi tufayli siqiluvchi elementning yuk ko'tarish qobiliyatini ancha oshiradi.

Po'lat armatura joylashgan beton temirbeton deb ataladi. Temirbetondan ishlangan qurilish konstruksiyasi temirbeton konstruksiyasi deb yuritiladi.

Quyidagi sabablar beton bilan po'lat armaturaning birgalikda ishlashiga sharoit yaratadi:

1. Beton qotish jarayonida po'lat armaturaga mahkam yopishadi (tishlanadi);
2. Zich beton po'lat armaturani zanglashdan va yong'indan asraydi;
3. Po'lat bilan og'ir betonning harorat ta'sirida chiziqli kengayish koeffitsientlari bir-biriga juda yaqin (beton uchun  $\alpha_b = (1...1,5) \cdot 10^{-5}$ ; armatura uchun esa  $\alpha_s = 1,2 \cdot 10^{-5}$ ).

Ana shu uchta muhim xossa tufayli temirbeton konstruksiyalarini yaratish imkoniyatiga ega bo'lindi. Ammo temirbetonning afzallik va nuqsonlari ham bor.

Temirbetonning quyidagi afzalliklari uning qurilishda keng tarqalishiga imkon yaratdi: o'ta mustahkamligi, ko'pga chidamliligi, olovbardoshligi, zilzilabardoshligi, mahalliy materiallardan foydalanish imkoniyati, konstruksiyaga istalgan shakl berish imkoniyati.

Quyidagilar temirbetonning nuqsonlariga kiradi: vaznining og'irligi; issiqlik va tovushni oson o'tkazishi; mustahkamlash va tuzatishning qiyinligi; yorilishi mumkinligi; beton yotqizilgach, armatura holatini tekshirish qiyinligi va hokazo.

Konstruktiv va montaj armaturalar konstruktiv va texnologik mulohazalarga ko'ra o'rnatiladi: *konstruktiv* – hisoblashda e'tiborga olinmaydigan kuchlanishlarni qabul qiladi, *montaj armatura* esa ishchi

armaturalarni loyihaviy holatini ta'minlaydi va ularni karkaslarga birlashtiradi. Hamma armaturalar payvandlangan armaturali buyumlarga birlashtiriladi – payvandlangan yoki to'qilgan sim to'r va karkaslarga.

Temirbeton konstruksiyalar tayyorlanish usullariga qarab yig'ma, yaxlit va yig'ma-yaxlit bo'ladi. Yig'ma konstruksiyalar zavodda tayyorlanib, qurilish maydonida yig'iladi, yaxlit konstruksiyalar bevosita qurilish maydonining o'zida ko'tariladi, yig'ma–yaxlit konstruksiyalar esa ikkalasining qo'shilishidan hosil bo'ladi, ya'ni bir qismi zavodda tayyorlanib, qolgan qismi monolit beton bilan qurilish maydonida yaxlitlanadi.

**Olovbardoshlik chegarasi** (soatlarda) temirbeton elementlarning o'lchami va ularning konstruktiv sxemasiga, armaturasiga va, ayniqsa, armaturani olovning bevosita ta'siridan asraydigan betonning himoya qatlamiga bog'liq.

**Temirbetonning chirishi (korroziyasi).** Agar beton etarlicha zichlikka ega bo'lmasa, suvning filtrlanishi ta'sirida sement toshining tarkibiy qismi – kalsiy gidrat oksidi eriydi. Beton korroziyasi ishqorli gaz, tuzlar qorishmasi, kislota va dengiz suvi ta'sirida ham sodir bo'ladi. Temirbeton konstruksiyalarning korroziyaga chidamliligi betonning zichligi va muhitning agressivlik darajasiga bog'lik. Temirbeton konstruksiyalarni korroziyadan himoya qilish uchun muhitning agressivlik darajasi va turiga qarab, beton zichligini orttirish va har xil maxsus qo'shimchalar qo'shish orqali betonni filtrlanish xususiyatini kamaytirish, himoya qatlamini oshirish lozim.

### **1.5. Oldindan zo'riqqan temirbeton konstruksiyalar, armaturani mahkamlash**

**Oldindan zo'riqqan konstruksiyalar.** Betonda yoriq paydo bo'lishining oldini olish uchun, uni cho'zilgan armatura yordamida siqiladi. Tayyorlash jarayonida sun'iy ravishda (oldindan) betonda siqilish va armaturada cho'zilish kuchlanishlari uyg'otilgan temirbeton konstruksiyalari oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalar deb ataladi.

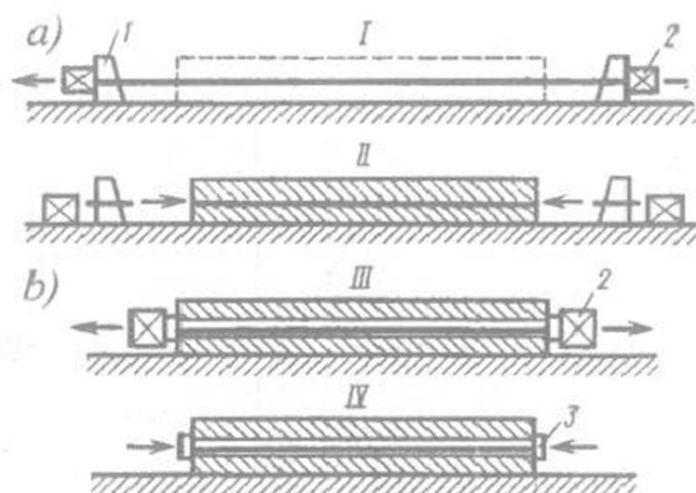
Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarning afzalligi ularning yoriqbardoshlilik va bikrligi yuqori darajada ekanligidadir. Ana shu xossa tufayli o'ta mustahkam po'lat va betondan foydalanish imkoniyati tug'iladi, buning natijasida oddiy armatura temirbetondagiga nisbatan 30...70% kamroq bo'ladi. Ayni paytda beton sarfi ham kamayib, konstruksiya vazni engillashadi. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda B20...B60 sinfli beton va o'ta mustahkam armatura ishlatiladi. O'ta mustahkam materiallarning qo'llanilishi temirbeton konstruksiyasining ko'ndalang kesimlarni kichraytirish imkonini beradi; bu esa konstruksiya narxini kamaytiradi,

chunki beton bilan armaturaning narxi mustahkamlikka nisbatan sekinroq ortadi. Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalari o'zining zanglashga qarshi o'ta turg'unligi, ko'pga chidamliligi va bardoshliligi bilan farq qiladi. Konstruksiyalarni oldindan zo'riqtirilishi oraliqlarni kattalashtiradi, kesimlarni kichiklashtirish evaziga ulardan samarali foydalanish doirasini kengaytiradi. Betonda cho'zuvchi kuchlanishlar paydo bo'ladigan konstruksiyalarda (egiluvchi elementlar, quvurlar, rezervuarlar, minoralar va h. k.) oldindan zo'riqtirilgan temirbetondan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni tayyorlash uchun ko'p mehnat sarflanadi, maxsus uskunalar hamda yuqori malakali ishchilar talab etiladi; bular uning kamchiligi hisoblanadi. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda faqat siqilish emas, balki cho'zuvchi kuchlar ham uyg'otadigan qo'shimcha (masalan, siquvchi) kuchlar mavjud bo'ladi; bu kuchlar konstruksiyani tayyorlash va montaj qilish jarayonida yoriqlar paydo qilishi mumkin. Taranglangan armatura betonga uzatiladigan kuchli zo'riqish betonning ayrim yerlari (masalan, element uchi, ankerlar osti) ni emirilishi hamda beton bilan armatura orasidagi yopishuviga putur etkazishi mumkin. Maxsus konstruktiv choralar qo'llash orqali bu hodisalarni oldini olsa bo'ladi.

**Oldindan zo'riqish hosil qilishning usullari.** Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni tayyorlash jarayonida armaturani beton quyishdan ilgari tirtaklariga tirab (1.6-rasm, *a*) yoki beton qotgandan keyin betonning o'ziga tirab taranglash mumkin (1.6-rasm, *b*). Ba'zi hollarda taranglash ishlari bevosita qurilish maydonchasining o'zida amalga oshiriladi. Bunga katta oraliqli va yirik o'lchamli konstruksiyalar, alohida bo'laklari zavodlarda tayyorlanib, qurilish maydonchasida yig'iladigan temirbeton konstruksiyalari misol bo'la oladi. Bunday hollarda konstruksiyaning o'zi tirtak vazifasini o'taydi, betonni yotqizish jarayonida konstruksiyada armatura uchun tuynuk yoki o'yiqli qoldirilgan bo'ladi. Tuynuklar beton qotishi jarayonida sug'urib olinadigan rezina shlanglar yoki po'lat quvurlar yordamida hosil qilinadi yoki maxsus tayyorlangan sirti g'adir – budur po'lat quvurlar beton ichida qoldiriladi.





1.6-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton qonstruksiyalarni tayyorlashning asosiy usullari:  
 a – armaturani tirgaklarga tirab taranglash; b – armaturani betonga qadab taranglash;  
 I – armaturani taranglash va elementni betonlash; II, IV – tayyor elementlar; III – element armaturasining cho'zilishdan oldingi qo'rinishi; 1 – tirgak, 2 – domkrat; 3 – anker

Beton etarli mustahkamlikka erishgach, tuynuk yoki o'yiqdan o'tkazilgan armatura tarang tortiladi va uchlari mahkamlanadi (ankerlanadi). Keyin armatura bilan beton orasidagi yopishuvni ta'minlash va armaturani zanglashdan asrash maqsadida tuynukka 0,5...0,6 MPa bosim ostida sement qorishma xaydaladi.

Betonning uzatish mustahkamligi  $R_{bp}$ , ya'ni betonning siqish daqiqasida mustahkamligi uning sinfini 50% idan hamda 11 MPa dan kam bo'lmasligi, A-IV, At-IV, K-7, K-19, Bp-II singari o'ta mustahkam armaturalarda esa 15,5 MPa dan kam bo'lmasligi zarur.

**Armaturani taranglash usullari.** Armaturani taranglashning asosan uchta usuli: mexanik, elektr-termik va fizik-kimyoviy (o'z-o'zini zo'riqtirish) usullari mavjud. Armaturani mexanik usul bilan taranglashda ko'pincha gidravlik domkratlardan foydalaniladi. Bu usulda armaturada katta zo'riqish hosil qilishdan tashqari, taranglash kuchini ham aniq o'lchasa bo'ladi. Bunda cho'ziladigan sterjenlarni domkrat silindriga biriktiriladi, domkratning porsheni element uchiga (torets) yoki maxsus tirgaklarga tiraladi. Qudratli domkratlarda taranglanadigan armaturani porshen bilan biriktiriladi. Dasta (пучковая) armaturani taranglashda ikki yo'nalishda ishlaydigan engil ko'chma domkratdan foydalaniladi.

Aylanma stol yordamida o'ta mustahkam simdan uzluksiz armaturalash usuli ham samaralidir. Mazkur usul yordamida bir va ikki o'qli kuchlanish holatida bo'ladigan to'sin, panel va quvur singari turli konstruksiyalarni oldindan zo'riqtirish mumkin. Tarang tortilgan sim bilan uzluksiz armaturalash usuli oldindan zo'riqtirilgan rezervuarlarni bunyod etishda

ham keng qo'llaniladi, bunda maxsus qo'zg'alma mashinalardan foydalaniladi. Bu usulni tarang tortilgan ipni g'altakka o'rashga o'xshatsa bo'ladi.

Armaturationi taranglashning elektr-termik usuli keyingi yillarda keng tarqaldi: endilikda oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarning 3/4 qismi shu usul bilan tayyorlanmoqda.

Usulning afzalligi uning soddaligi va istalgan korxonada quyish imkoniyati mavjudligidadir. Ishlatiladigan uskunalar 5...10 marta arzon, konstruksiya tayyorlash uchun sarflanadigan mehnat ham 2...3 marotaba kam. Biroq, aniqligi mexanik usuldagiga qaraganda ancha past. Bundan tashqari, bu usulda ko'pincha issiqlayin cho'zilgan simlardan foydalaniladi, chunki boshqacha mustahkam simlarda yuksak kuchlanish hosil qilish uchun juda katta haroratda qizdirishga to'g'ri keladi, bu esa simning mexanik xossasiga salbiy ta'sir etishi mumkin.

Armaturationing elektr-termik usul bilan taranglashda, armatura sterjenlarining uzunligi (ankerlar oralig'ini) qolip tirkaklarida ma'lum masofaga kaltaroq olinadi (1.6-rasm), armaturadan tok o'tkazib, uni 300...400<sup>o</sup>S ga qizdiriladi. Uzaygan sterjenlar qolipning tirkaklariga erkin joylanadi, sovish jarayonida tirkaklar sterjenning qisqarishiga qarshilik ko'rsatadi, shu yo'l bilan sovigan sterjenlar oldindan zo'riqtiriladi. SHundan so'ng qolipga beton yotqiziladi va beton etarli mustahkamlikka erishgandan so'ng armaturani mahkamlash uskunalari (ankerlar) dan bo'shatiladi, bo'shagan armatura qisqarib betonni siqadi.

Ba'zan, o'ta mustahkam simlarni taranglashda ikki usulni birgalikda qo'shib ishlatish hollari ham uchraydi. Qo'shma usulga ko'ra qizdirilgan sim aylanma stol yordamida uzluksiz ravishda taranglanadi. Taranglashning bu usuli kuchlanishning 50% i mexanik usulda, qolgan 50% i qizdirib sovutish natijasida hosil qilinadi. Buning oqibatida mashinaning mahsuldorligi ikki marotaba ortadi, konstruksiyasi ixchamlashadi, oldindan uyg'otilgan kuchlanishning nazorat qilinadigan qiymati yana ham yaqinlashadi.

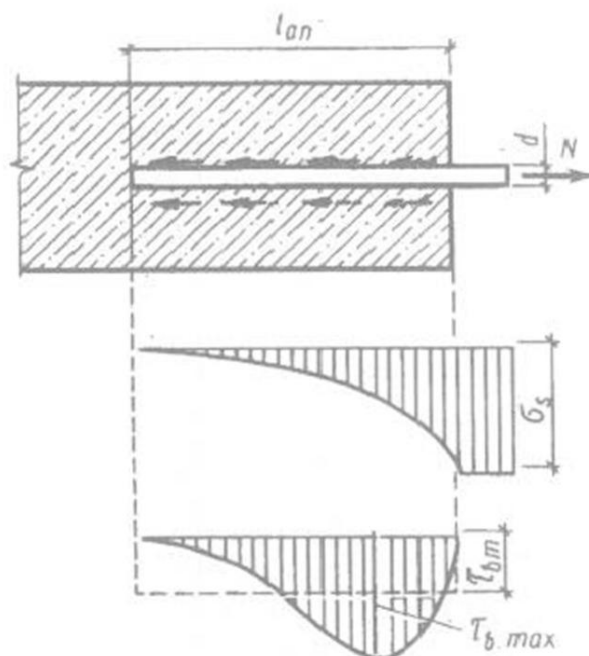
Taranglashning fizik-kimyoviy usuli o'z-o'zidan zo'riqadigan konstruksiyalarni tayyorlashda qo'llaniladi. Bunda kengayuvchan sementdan tayyorlangan betonning o'zi kengayishi oqibatida armaturada kuchlanish paydo bo'ladi. Armaturada uyg'ongan cho'zuvchi kuchlanishlar betonni siqadi. Shu tariqa konstruksiya oldindan zo'riqadi.

**Armatura bilan betonning birikuvi.** Bu temirbetonni qurilish materiali sifatida mavjudligini ta'minlab turuvchi asosiy xossasidir.

Betondan sterjenni sug'urib olishda ularning birikuvidan hosil bo'ladigan urinma kuchlanish bir tekis taqsimlanishi tekshirishlarda aniqlangan (1.7-rasm). Birikuv mustahkamligi betondagi armaturani

sug'urib yoki bosib kirgizish yo'li bilan aniqlanadi va u beton bilan armaturaning yopishishi, beton kirishishidan armaturani siqilishi natijasida sodir bo'lgan ishqalanishi va davriy profilli armatura bo'rtib chiqqan joylarining betonga ilashishi tufayli ta'minlanadi.

$$l_{an} = N / (\tau_{tax} \pi d) = \sigma_s d / (4 \tau_t). \quad (1.5)$$



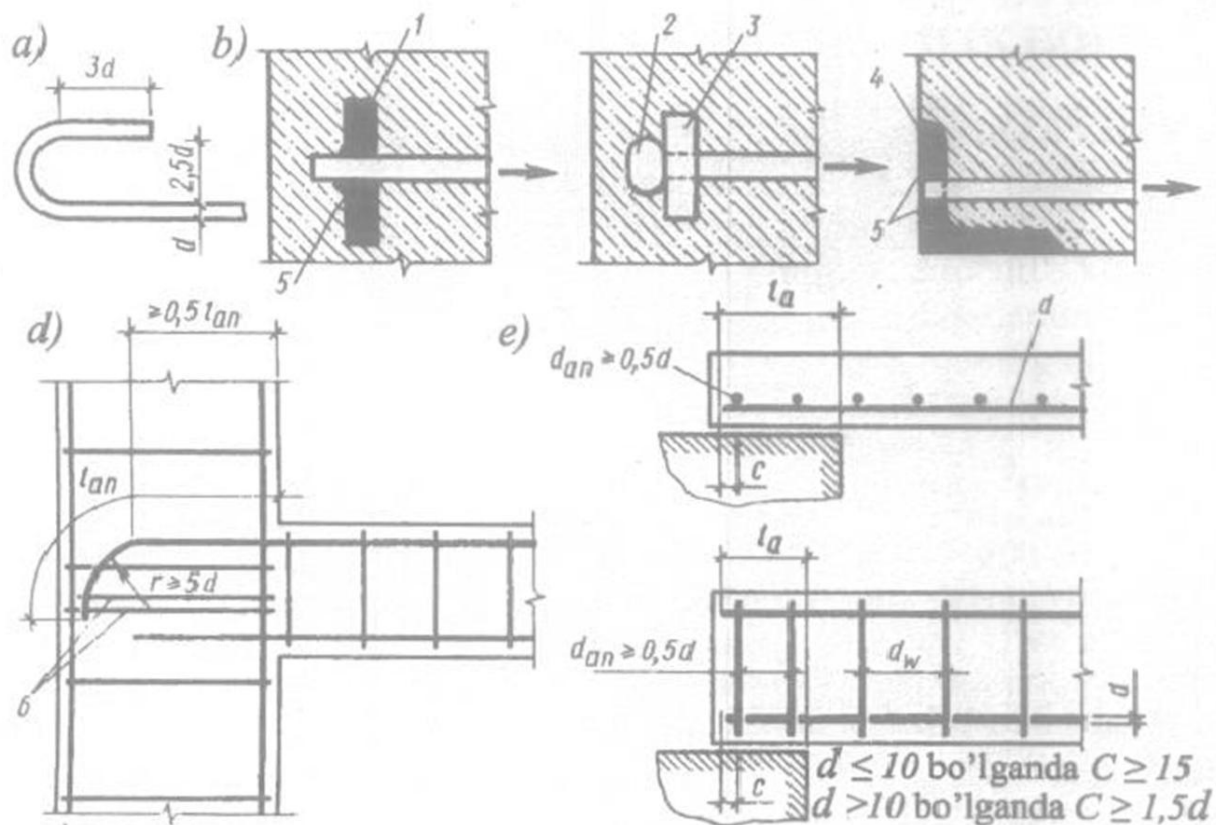
1.7-rasm. Armatura bilan betonning tishlashishi

Eng katta kuchlanish  $\tau_{tax}$  qistirib mahkamlangan yuza uzunligiga  $l_{an}$  bog'liq emas. Birikuvni baholashda uzunlik bo'yicha o'rtacha kuchlanishdan foydalaniladi  $\tau_t = N / (\pi d l_{an})$ , u oddiy beton va silliq armatura uchun 2...4 MPa, davriy profilli armatura uchun esa  $\approx 7$  MPa. Bo'ylama kuchni armaturadagi kuchlanish orqali ifodalab  $N = \sigma_s n d^2 / 4$  ni olamiz.

Bu formuladan ko'rinib turibdiki, sterjen diametri va undagi kuchlanishning ortishi qistirib mahkamlangan yuza uzunligini oshiradi. Uni kamaytirish uchun beton mustahkamligini oshirish ( $\tau_t$ ) yoki davriy profilli armatura qo'llash lozim.

Tajribalar shuni ko'rsatadiki, qistirib mahkamlangan yuza uzunligi silliq armaturalar uchun  $(30...40)d$ , davriy profilli armaturalar uchun esa  $(15...20)d$  tashkil etadi.

**Armaturalarni ankerlash.** Quyida zo'riqtirilmagan armaturalarni ankerlash sxemalari keltirilgan (1.8-rasm).

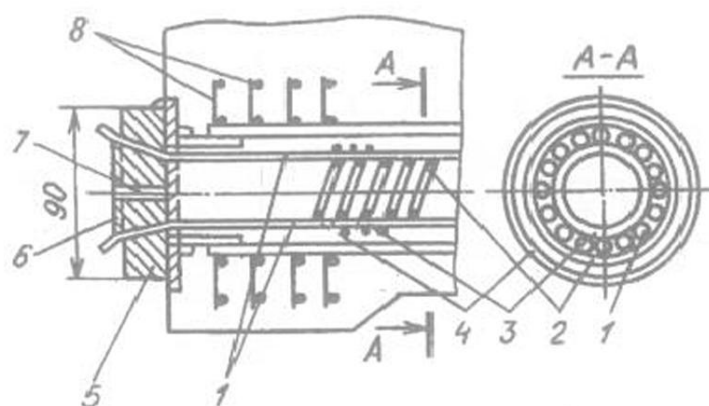


1.8–rasm. Zo'riqtirilmaydigan armaturalarni anker (mahkam) lash:  
*a* – doirali silliq sterjenlarni to'qilgan karkaslarda; *b* – sterjen oxirida maxsus ankerlari bilan;  
*d* – sterjenlarni egish; *e* – chetki erkin tayanchlarda; 1 – plastina; 2– kiygizilgan kallak;  
 3–shayba; 4–burchak; 5–payvand; 6– sterjenlarni egilishiga qarshilik ko'rsatadigan  
 qo'shimcha xomutlar

Elementlar diametri 5 mm gacha bo'lgan Bp–II sinfli sim bilan ankersiz armaturalansa, betonning sinfi B20 dan, diametri 6 mm va undan ortiq bo'lsa, B30 dan kam bo'lmasligi lozim. K–7 va K–19 sinfli arqonsimon armatura qo'llangan elementlardagi betonning sinfi kamida B30 olinadi. Agar A–V (At–IV) va At–IV sinfli sterjenli ankersiz armatura ishlatilsa, armatura diametri 18 mm gacha bo'lganda, beton sinfi kamida B20 va B30, armatura diametri 20 mm va undan ortiq bo'lganda, B25 va B30 dan kam bo'lmasligi kerak.

Armaturni betonga tirab taranglanganda, uning uchida anker moslama hamma vaqt turishi shart (1.9-rasm), ammo tirgaklarga tirab tortganda maxsus ankerlar o'rnatish shart emas.

Binokorlikda alohida ingichka simlarni to'plab dastalangan armaturalardan ham foydalaniladi; tutamlama armatura aylanma –karkas 2 atrofida parallel joylashgan va uzunasiga har 1 metrda belbog'lar bilan bog'langan ingichka simlar 1 dan tashkil topadi. Tutamlama armatura ikki tomonlama ishlaydiga domkrat bilan taranglanadi.



1.9-rasm Kolodkali va konussimon qopqoqli anker:

- 1 – taranglangan armatura (18 ta simdan tashkil topgan armatura tutami); 2 – diametri 2 mm bo‘lgan spiral sim; 3 – diametri 1 mm bo‘lgan sim bog‘lama; 4 – kanal ishlash; 5 – dastak; 6 – qopqoq (probka); 7 – kanalni to‘ldirish teshigi; 8 – element uchiga qo‘yilgan sim to‘r

Aylana kesimli konstruksiyalar (rezervuarlar, quvurlar va h.k.) o‘ta mustahkam sim bilan uzluksiz ravishda armaturalansa, simning bir uchi o‘rama spiral ostiga mahkamlanadi va ikkinchi uchi siquvchi boltga o‘ralib, betonda qoldirilgan metall taxtakachlarga burab tig‘izlanadi.

Egiluvchi elementlarga ta’sir etuvchi ko‘ndalang kuchning qiymati salmoqli bo‘lsa, to‘sinning tayanchga yaqin qismida zarurat bo‘lgan holda, bo‘ylama armaturadan tashqari ko‘ndalang armatura – xomutlar ham taranglanadi. Tayanch atrofida to‘sinning ikki o‘q yo‘nalishida oldindan zo‘riqtirilishi og‘ma kesimlar bo‘yicha yorilishining oldini oladi.

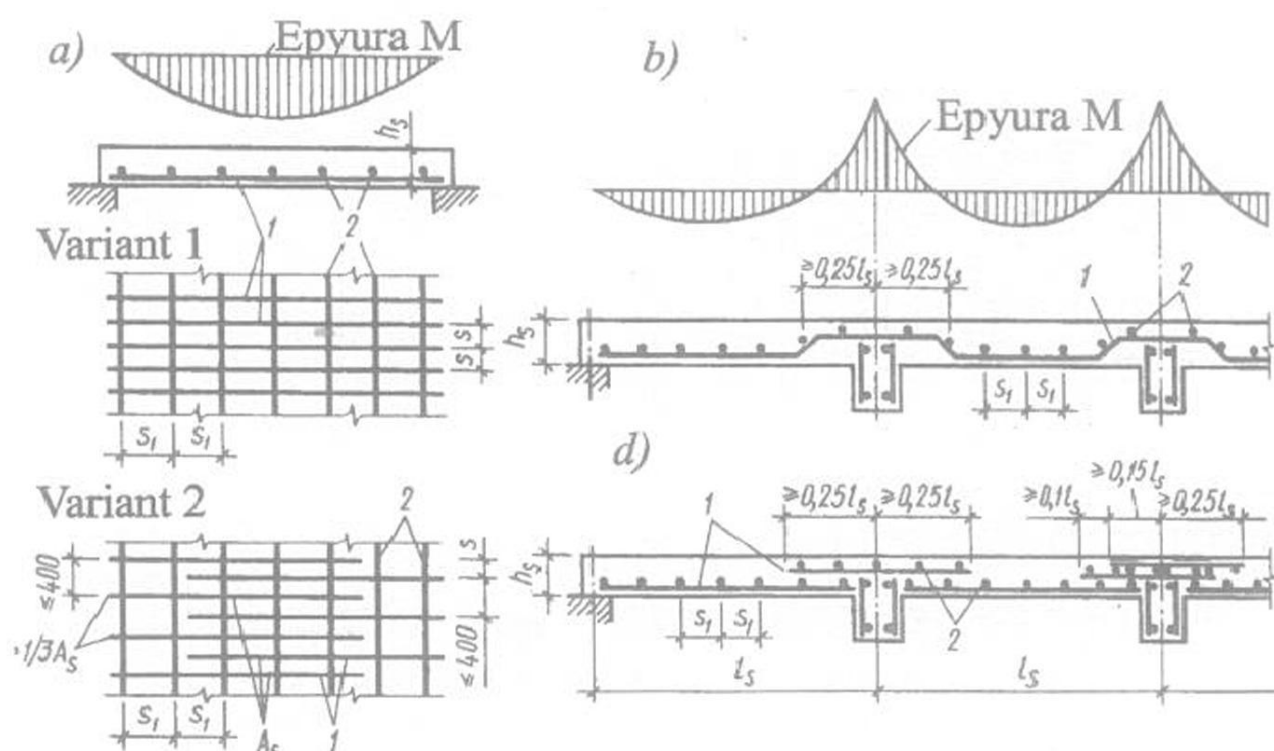
## II BOB. TEMIRBETON KONSTRUKSIYALARNI LOYIHALASH ASOSLARI VA ULARNING KUCHLANGANLIK HOLATI

### 2.1. Egiluvchi temirbeton elementlarni loyihalashning o'ziga xos xususiyatlari

Temirbetonli egiluvchi elementlar plita va to'sin ko'rinishida qo'llaniladi. Bular murakkab konstruksiyalar va inshootlarning tarkibida yoki alohida holda ham uchrashi mumkin: masalan, qovurg'ali yopmalar (2.1-rasm), inshootlarning karkaslari va b.

Qalinligi  $h_s$  uzunligi  $l$  va eni  $b_s$  dan ancha kichik bo'lgan yassi elementlarga – *plitalar*, uzunligi  $l$  ko'ndalang kesimlari  $h$  va  $b$  dan bir necha bor katta bo'lgan chiziqli elementlar esa *to'sinlar* deyiladi.

*Plitalar va ularni loyihalash.* Plitalar yaxlit, tekis va qovurg'ali bo'ladi; oraliqlari soniga qarab – bir oraliqli (2.1-pacm, *a*) va qo'p oraliqli (2.1-pacm, *b, d*); tayyorlash usuliga qarab – yig'ma, monolit va yig'ma-monolit (2.2, *f, g*-rasm) bo'lishi mumkin.



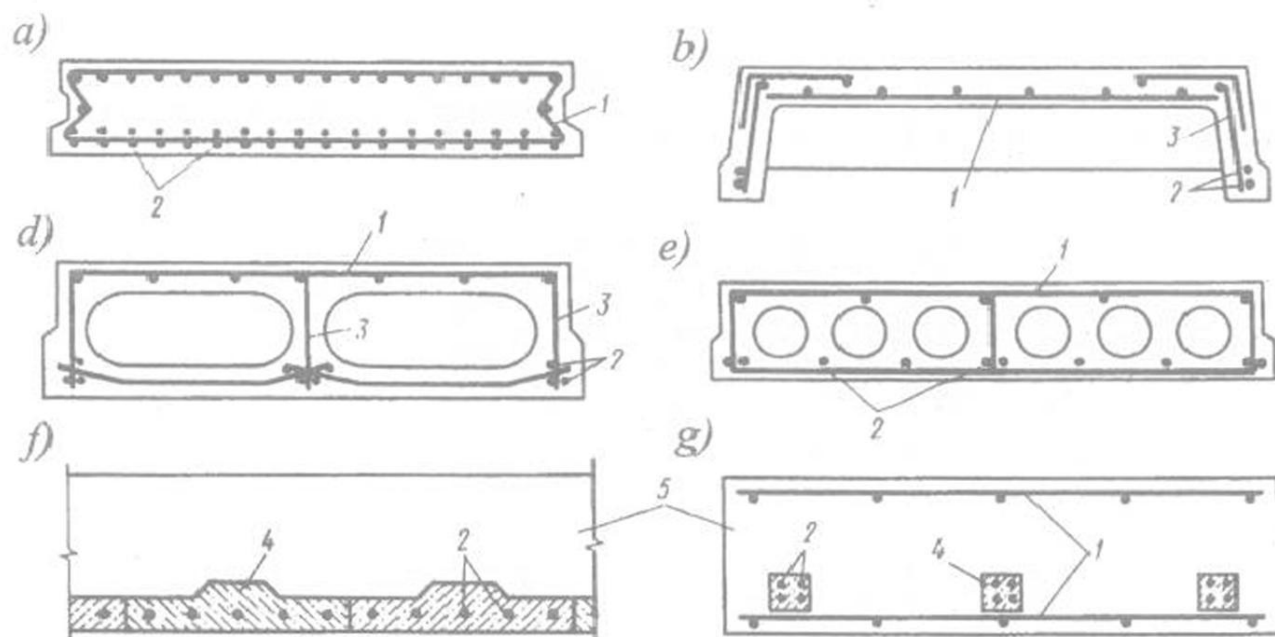
2.1-rasm. Plitalarni armaturalash:

*a* – bir oraliqli; *b* – uzluksiz armaturalangan ko'p oraliqli; *d* – xuddi shunday, uzlukli armaturalangan; 1 – ishchi sterjenlar; 2 – montaj sterjenlari

Plitalar o'zaro tik sterjenlardan tashkil topgan to'rlar bilan armaturalanadi. Agar ishchi armatura faqat bir yo'nalishga kerak bo'lsa, u

holda ikkinchi yo'nalishdagi armatura zo'riqishlarni taqsimlash va bo'ylama armaturalarni o'zaro bog'lash vazifasini o'taydi. Bu armatura betonning harorat ta'sirida va kirishishi natijasida vujudga qeladigan deformatsiyani jilovlaydi, tashishda qulaylik tug'diradigan to'r hosil qiladi.

Yig'ma plitalar vazifalariga qarab har xil tur va o'lchamli bo'ladi. Yirik o'lchamli yig'ma plitalar *panellar* deb nomlanadi. Ular ko'ndalang kesimi bo'yicha butun, qovurg'ali (2.2-rasm, *a, b*) va ichi bo'sh (2.2-rasm, *d, e*) bo'ladi.



2.2-rasm. Yig'ma, yig'ma-monolit plitalarning ko'ndalang kesimlari:  
 1 – payvandlangan to'r; 2 – ishchi armatura; 3 – yassi karkaslar; 4 – yig'ma elementlar; 5 – monolit beton

Yig'ma plita (panel) lar tekis payvandli to'r va qolipga joylashtirish qulay bo'lishi uchun, bitta fazoviy karkasga birlashtirilgan karkaslar bilan armaturalanadi.

Yig'ma-monolit plitalar yig'ma elementlar va qurilish maydonida betonlanadigan monolit qismidan tashkil topgan (2.2-rasm, *f, g*). Qotgan beton konstruksiyani birgalikda ishlaydigan butun tizimga aylantiradi. Yig'ma elementlar odatda monolit beton uchun qolip vazifasini o'taydi va bir vaqtda unga asosiy armatura joylashtiriladi (2.2-rasm, *f, g*). Yig'ma-monolit plitalarning boshqa ko'rinishi monolit beton bilan birga armatura vazifasini bajaradigan strunobetonli oldindan zo'riqtirilgan elementlardir (2.2-rasm, *g*). Yig'ma elementlar yuqori sinfli betondan tayyorlanadi, monolit uchastkalar uchun esa oddiy beton qo'llaniladi.

Plitalarda betonning himoya qatlami sterjen, sim va kanatlar

diametridan kichik qalinligi 100 mm gacha bo'lgan plitalarda 10 mm dan, qalinligi 100 mm dan katta bo'lgan plitalarda esa 15 mm dan kam bo'lmasligi kerak.

Yaxlit plitalarning qalinligi odatda  $h = 50 \dots 100$  mm olinadi. Katta oraliqning kichik oraliqqa nisbati  $l_2/l_1 > 3$  bo'lgan to'sinsimon plitalarda, shuningdek o'lchamlar nisbatidan qat'inazap, kontur bo'ylab tayangan plitalarda, birinchi holda ishchi armatura  $l_1$  oraliq bo'ylab, ikkinchi holda – plitaning tayanish chizig'iga tik ravishda qo'yiladi. Ikki yo'nalishda egiladigan plitalarda ishchi armatura har ikkala yo'nalishda joylashtiriladi.

To'sinsimon plitalarning ishchi armaturalari uning cho'ziluvchi sirtiga yaqin joylashtirilishi zarur; bunda, albatta, talab etilgan himoya qatlami qoldiriladi. Erkin tayangan plitalarda armatura to'ri faqat pastki cho'zilish zonaciga, ko'p oraliqli uzluksiz plitalarda eca, eguvchi momentlar epyurasiga muvofiq ravishda, tayanchlar oralig'ida pastki va tayanch ustida esa ustki cho'zilish zonasiga joylanadi.

Plitalarning hisobiy uzunliklari qovurg'ali monolit plitalarda ochiq oraliq uzunligiga teng bo'ladi, erkin tayangan plitalarda esa ochiq oraliq uzunligiga plita qalinligini qo'shib olinadi. Plitalarda ishchi armaturalar diametri 5...12 mm, montaj armaturalarniki esa 4...8 mm olinishi mumkin. Ishchi armaturaning umumiy yuzasi hisob asosida belgilanadi; montaj armaturasining yuzasi konstruktiv ravishda qabul qilinadi; bu yuza eng katta moment hosil bo'ladigan kesimdagi ishchi armatura yuzasining 10% idan kam bo'lmasligi lozim.

Ishchi sterjenlar orasidagi masofa plitaning o'rta qismida va tayanch ustida, plita qalinligi  $h_p \leq 150$  mm bo'lsa, qo'pi bilan 200 mm; agar  $h_n > 150$  mm bo'lsa, ko'pi bilan  $1,5h_p$  olinadi. Sterjenlar oralig'i qolgan uchastkalarda 350 mm dan ortmasligi kerak. Taqsimlovchi armaturalar oralig'i ham ko'pi bilan 350 mm olinadi. Plitalarni o'rama yoki tekis ko'rinishda tayyorlangan standart payvand simto'rlar bilan armaturalash maqsadga muvofiqdir. Bunday simto'rlar diametri 3...5 mm bo'lgan oddiy armaturabop simlardan yoki diametri 6...10 mm bo'lgan A – III sinfli davriy profilli po'latdan ishlanadi. Po'latni tejash maqsadida ishchi sterjenlarning bir qismi, tayanchgacha etkazilmay, eguvchi momentlar epyurasiga muvofiq ravishda, oraliqda uzib qo'yilishi mumkin. Tayanchgacha etkaziladigan sterjenlarning kesim yuzasi eng katta musbat eguvchi momentga mos bo'lgan kesimdagi armaturalar kesim yuzasining 1/3 qismidan kam bo'lmasligi kerak.

**To'sinlar va ularni loyihalash.** Temirbeton to'sinlarning ko'ndalang kesimlari turli shakllarga ega bo'lishi mumkin. Bular ichida eng ko'p tarqalganlari to'g'ri to'rtburchak (2.3-rasm, a), tokchasi yuqorida



joylashgan tavr (2.3-rasm, *b*) va qo'shtavr (2.3-rasm, *f*) shaklli kesimlardir. SHular bilan bir qatorda tokchasi pastda joylashgan tavr (2.3-rasm, *d*), trapetsiyasimon (2.3-rasm, *e*), ichi bo'sh (2.3-rasm, *e*) va boshqacha shaklli kesimlar ham qo'llanadi. Tavr shaklli kesimlar alohida to'sinlarda ham, qovurg'ali monolit yopmalarda ham uchraydi (2.3-rasm, *h*).



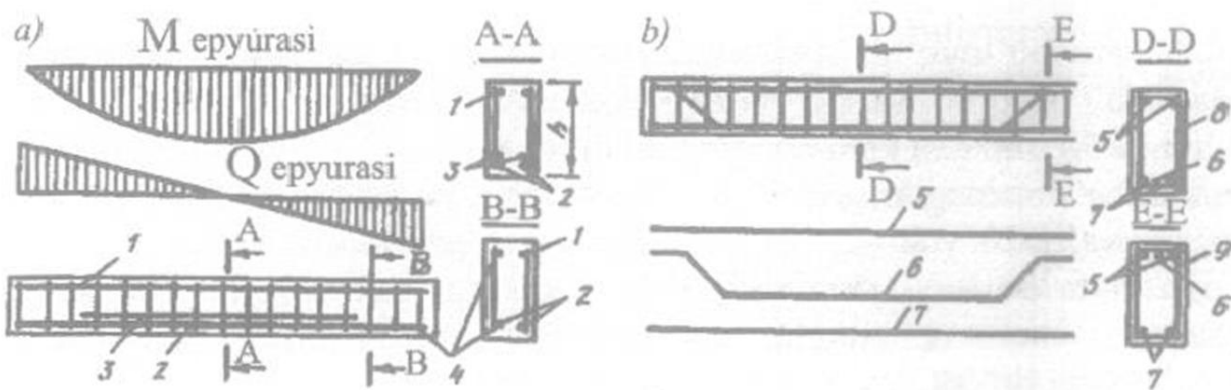
2.3-rasm. Temirbeton to'sinlarning qo'ndalang kesim yuzalari

Ko'ndalang kesimlar balandligi odatda to'sin uzunligining  $1/10 - 1/20$  qismini, kengligi esa balandlikning  $1/2 - 1/4$  qismini tashkil etadi. Ko'ndalang kesim o'lchamlarini birxillashtirish maqsadida to'sinning balandligi (agar  $h < 500$  mm bo'lsa) 50 mm va ( $h > 500$  mm bo'lsa) 100 mm ga karrali qilib olinadi; to'sinning kengligi 100, 120, 150, 180, 200, 250 mm, davomi 50 mm ga karrali bo'ladi.

Bo'ylama ishchi armatura, ozgina himoya qatlami qoldirilgan holda, to'sinning cho'zilish zonasiga joylanadi. Qiya kesimlarda qarshilikni oshirish maqsadida ko'ndalang armaturalar o'rnatiladi. Bundan tashqari, ko'ndalang armaturani mahkamlash va fazoviy karkas hosil qilish uchun to'sinning siqilish zonasiga montaj armaturasi qo'yiladi.

To'sinlar asosan payvandlangan karkaslar bilan (2.4-rasm, *a*), ba'zi hollarda to'qima karkaslar bilan (2.4-rasm, *b*) armaturalanadi. Payvand to'rlardagi cho'ziluvchi sterjenlar 2 tayanchga qadar olib boriladi, 3 sterjen oraliqda uzib qo'yiladi. Montaj sterjenlari 1 va ko'ndalang 4 sterjenlar qirquvchi kuchlarni qabul qiladi. To'qima karkasdagi bo'ylama cho'ziluvchi sterjen 7 ham tayanchga qadar mo'ljallangan, 6 – bukilgan sterjen, 5 – montaj sterjeni, 8 – ochiq xomut, 9 – yopiq xomut ham karkas hosil qilish uchun ishlatiladi.

To'sin kesimidagi yassi payvand to'rlarning soni turlicha bo'lishi mumkin. To'sin kesimining kengligi 100...150 mm bo'lsa – bitta, kenglik kattaroq bo'lsa – ikkita va undan ortiq to'r o'rnatiladi. Po'latni tejash maqsadida ishchi bo'ylama armaturalarning bir qismi tayanchlargacha etkazilmay, oraliqda uzib qo'yilishi mumkin. Bu ish hisoblarga asoslangan holda amalga oshiriladi. Biroq (to'sinning kengligi 150 mm va undan ortiq bo'lsa), kamida ikki sterjen tayanchga qadar davom ettirilishi zarur. Alohida yassi to'rlar sterjenlar yordamida birlashtirilib, fazoviy karkas hosil qilinadi.



2.4-rasm. Bir oraliqli to'sinlarni armaturalash:  
*a* – payvand karkaslar; *b* – to'qima karkaslar.

To'sinlar to'qima karkaslar bilan armaturalansa, ko'ndalang kuchlarni qabul qilish uchun xomutlar o'rnatiladi. Agar siqilish zonasidagi bo'ylama sterjenlar ikkitadan ortmasa – ochiq xomut, ikkitadan ortsa va hisob bo'yicha siqilish zonasiga armatura qo'yilishi lozim bo'lsa – yopiq xomut qo'yiladi. To'sinning kengligi 350 mm dan katta bo'lsa, to'rt simli xomut qo'yish tavsiya etiladi; bunday xomut ikkita ikki simli xomutdan tashkil topadi.

To'qima karkaslarda bo'ylama ishchi armaturaning bir qismini tayanch yaqinida bukib, siqilish zonasiga kiritib qo'yish maqsadga muvofiqdir (2.4-rasm, *b*). To'sinning bu qismida cho'ziluvchi armatura kamroq talab etiladi, biroq, ko'ndalang kuchlarni (bosh cho'zuvchi kuchlanishlarni) qabul qilish uchun, ko'proq armatura talab etiladi. Bukmalar asosan  $45^\circ$  burchak ostida o'tkaziladi, ammo baland to'sinlarda (balandligi 800 mm dan ortiq bo'lsa) bukilish burchagini  $60^\circ$  ga kadar oshirish, balandligi past bo'lgan to'sinlarda  $30^\circ$  ga qadar kamaytirish mumkin.

Ishchi bo'ylama armaturaning diametri 10...40 mm oraliqida olinishi zarur. To'qima karkas xomutlarining diametri to'sin kesimining balandligi 800 mm gacha bo'lsa – kamida 6 mm, 800 mm dan ortiq bo'lsa – kamida 8 mm olinadi. Montaj armaturasi diametrini 10...12 mm olsa bo'ladi.

To'sin kesimining balandligi 700 mm dan katta bo'lsa, to'sinning ikkala yon sirti yaqiniga har 400 mm oraliqda diametri 10...12 mm bo'lgan bo'ylama sterjenlar o'rnatish tavsiya etiladi. Bu sterjenlar kesimlarining yig'indi yuzasi to'sin qovurg'asi kesim yuzasining 0,1% idan kam bo'lmasligi kerak. Tavr kesimli ba'zi to'sinlarda payvandlangan karkaslar bilan bir qatorda tokchalarni armaturalash uchun payvand to'rlari ishlatiladi.

Beton yotqizish va zichlashtirishni qulaylashtirish uchun, shuningdek armatura bilan beton orasidagi yopishuv ishonchliroq bo'lishi uchun, bo'ylama sterjenlar orasidagi masofa armatura diametridan kichik bo'lmasligi, hamda pastki armaturalar oraliq'i 25 mm dan, ustki armaturalar oraliq'i 30

mm dan kam bo'lmasligi lozim. Armaturalar kesim balandligi bo'yicha ikki qatordan ortiq bo'lsa, bo'ylama sterjenlar orasidagi masofa gorizontol yo'nalishda 50 mm dan kam bo'lmasligi kerak.

Xomutlar orasidagi masofa to'sin kesimining balandligi  $h$  450 mm dan kichik bo'lsa,  $1/2h$  yoki ko'pi bilan 150 mm; agar kesim balandligi 450 mm dan katta bo'lsa,  $1/3h$  yoki ko'pi bilan 300 mm olinadi. Bu talab tayanchlarga yaqin uchastkalar uchun taalluqlidir. To'singa tekis yoyiq kuch qo'yilgan bo'lsa, tayanch oldi uchastkasi deb  $l/4$  masofa, agar yig'iq kuchlar qo'yilgan bo'lsa, tayanchdan birinchi yig'iq kuchgacha bo'lgan masofa qabul qilinadi. To'sinning qolgan qismlarida xomutlar orasidagi masofa  $3h/4$  gacha oshirilishi mumkin, lekin xomutlar orasidagi masofasi 500 mm dan oshmasligi kerak.

**Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton elementlarni loyihalash.** Oldindan zo'riqtirilgan elementlar uchun armatura po'latlari konstruksiya turi, beton sinfi, ta'sir etuvchi kuchlarning xarakteri, atrof muhitning harorati va zarariligi, ishlash sharoiti va boshqa omillarga bog'liq holda tanlanadi. Iloji boricha mustahkamligi yuqoriroq bo'lgan armatura tanlashga harakat qilish kerak. Betonning sinfi konstruksiyaning turi, betonning xili, taranglangan armaturani sinfi va diametri, ankerining bor-yo'qligiga qarab belgilanadi.

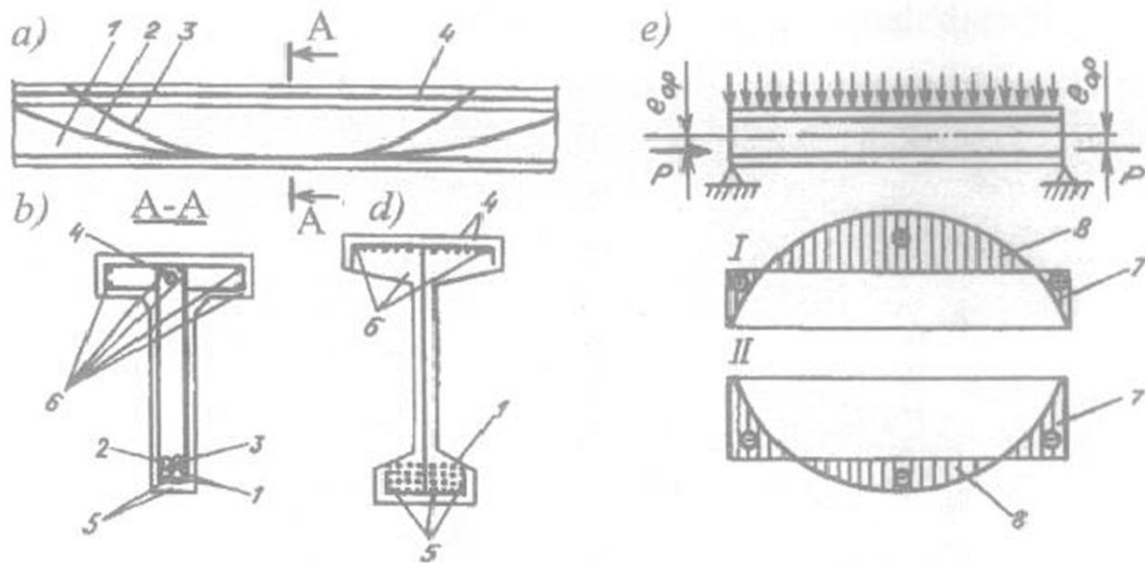
Taranglangan armaturani betonga yaxshi birikuvi va zo'riqlashlarning betonga uzatilishini ta'minlash maqsadida armaturani uchiga anker deb atalgan maxsus mahkamlovchi moslama o'rnatiladi. Armaturani tirgaklarga tirab taranglaganda, agar armatura bilan beton o'zicha puxta biriksa, masalan, armatura davriy profilli po'latdan yoki sim arqonlar (kanat) dan tashkil topgan bo'lsa, anker uskunalamasa ham bo'ladi. Biroq, buning uchun beton yuqori darajada mustahkam bo'lishi, bundan tashqari, maxsus konstruktiv choralar qo'llangan (qo'shimcha ko'ndalang armaturalar o'rnatilgan, himoya qatlamining qalinligi oshirilgan) bo'lishi lozim.

Aylana kesimli konstruksiyalar (rezervuarlar, quvurlar va h.k.) o'ta mustahkam sim bilan uzluksiz ravishda armaturalansa, simning bir uchi o'rama spiral ostiga mahkamlanadi va ikkinchi uchi siquvchi boltga o'ralib, betonda qoldirilgan metall taxtakachlarga burab tig'izlanadi.

Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalarda taranglangan armatura ta'sir etuvchi kuchga qarab joylashtiriladi. Markaziy cho'ziladigan elementlarda (fermalarning pastki tasmalari, tortqichlar va h.k.) taranglangan armatura kesim bo'ylab bir tekisda joylashtiriladi, rezervuar va quvurlarning devorlari maxsus mashinalar yordamida o'ta mustahkam sim bilan armaturalanadi yoki halqa simlar o'ralib, domkrat yoki tortuvchi muftalar yordamida taranglanadi.

Egiluvchi nomarkaziy cho'ziluvchi va elkasi katta bo'lgan nomarkaziy

siqiluvchi elementlarning kesimi qo'shtavr, tavr va qutisimon shakllarda loyihalaniadi. Egiluvchi elementlarda oldindan zo'riqtiriladigan asosiy armatura cho'ziladigan zonada joylashtiriladi, ba'zan kesim yuzasi  $A_{sp} = (0,15...0,25)A_s$  bo'lgan oldindan zo'riqtiriladigan armatura siqiladigan zonada ham o'rnatiladi (2.5-rasm, a-e). Oldindan zo'riqtiriladigan armaturani siqiladigan zonaga joylashtirishdan maqsad shuki, u nomarkaziy siqilgan (tayyorlash jarayonida) betonni yorilishdan asraydi, chunki egiluvchi to'sinning siqiladigan zonasi bunday paytda cho'zilishga ishlay boshlaydi va to'sinda yorilish havfi paydo bo'ladi.



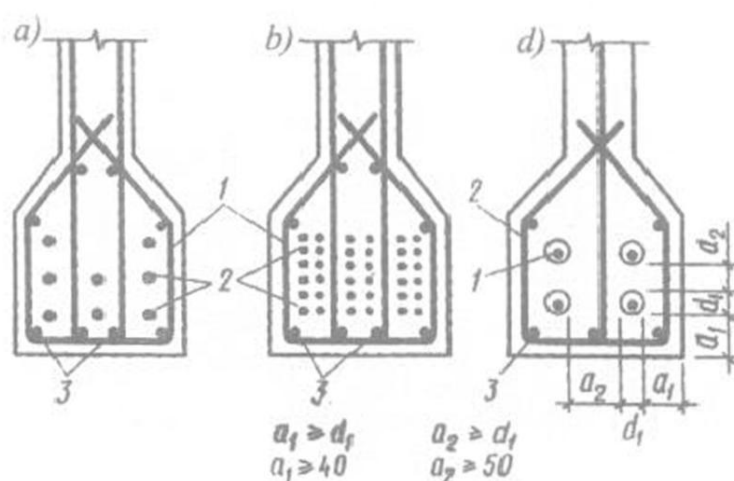
2.5-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan egiluvchi elementlarni armaturalash:  
 1 - 4 - zo'riqtirilgan armatura; 5, 6 - zo'riqtirilmagan armatura; 7 - siquvchi zo'riqishdan hosil bo'lgan kuchlanishlar epyurasi; 8 - tashqi yuklar ta'sirida hosil bo'lgan kuchlanishlar epyurasi

2.5-rasm, e da siquvchi kuch va tashqi yoyiq yuk ta'sirida to'sinda vujudga keladigan kuchlanishlar epyurasi tasvirlangan; bu erda elka  $l_{op}$  o'zgarmas bo'lib, kuchlanish momentlar epyurasiga muvofiq ravishda parabola bo'yicha o'zgaradi. Epyuralarning algebraik yig'indisini olganda (yig'indi epyura 2.5-rasm, e da shtrixlab ko'rsatilgan), to'sinning pastki qirrasidagi cho'zuvchi kuchlanishlar ancha kamayadi, agar siquvchi kuch  $R$  va uning elkasi to'g'ri tanlansa, o'sha kuchlanish butunlay yo'qolishi mumkin. To'sinning tayanch yaqinidagi yuqori qismida siquvchi  $R$  kuchdan hosil bo'lgan cho'zuvchi kuchlanish saqlanib qoladi, to'sinning shu uchastkasi emirilishi ham mumkin, element uchlaridagi kuchlanishlarning kamaytirish maqsadida pastki taranglangan armaturaning bir qismi bukib qo'yiladi (2.5-rasm, a). Bunda elka  $e_{op}$  hamda siquvchi kuch  $R$ , demak, cho'zuvchi kuchlanish ham elementning

uchi tomon kichrayib boradi. Tayanch yaqinidagi og'ma kesimida hosil bo'ladigan bosh cho'zuvchi kuchlanishlarni qabul qilishda ham taranglangan armaturani bukish foydadan holi emas.

Egiluvchi elementlarga ta'sir etuvchi ko'ndalang kuchning qiymati salmoqli bo'lsa, to'sinning tayanchga yaqin qismida zarurat bo'lgan holda, bo'ylama armaturadan tashqari ko'ndalang armatura – xomutlar ham taranglanadi. Tayanch atrofida to'sinning ikki o'q yo'nalishida oldindan zo'riqtirilishi og'ma kesimlar bo'yicha yorilishining oldini oladi.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyada, ayniqsa, armatura betonga tirab taranglanadigan holatlarda zo'riqtiriladigan armaturalar  $A_{sp}$  va  $A'_{sp}$  dan tashqari zo'riqtirilmagan oddiy armaturalar  $A_s$  va  $A'_s$  ham joylashtiriladi (2.6-rasm). Tuynuklar orasidagi masofalar pastki armaturalar uchun armatura diametridan yoki 25 mm dan, tuynuklar orasidagi masofa esa tuynuk diametridan yoki 50 mm dan kam bo'lmasligi lozim.



2.6-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan to'sinning cho'zilgan zonasini armaturalash:  
 a – sterjenlar bilan; b – yuqori mustahkamli simlar bilan; d – kanalidagi o'ramlar bilan;  
 1 – xomutlar; 2 – zo'riqtirilgan armatura; 3 – oddiy bo'ylama armatura

To'sinning ko'ndalang kesimida zo'riqtirilgan armatura cho'zilgan zonada balandligi bo'yicha bir necha qator qilib joylashtiriladi (2.6-rasm). Uni joylashtirish uchun element siqilganida, bir vaqtda kesim bu qismining mustahkamligini ta'minlash uchun xizmat qiladigan kengaytirish ko'zda tutiladi.

Oldindan zo'riqtirilgan to'sinlarda elementlarning uchlarini konstruksiyalash katta ahamiyatga ega. Bu erda siquvchi kuchning katta qismi armaturadan betonga qayta taqsimlanadi, buning natijasida mahalliy kuchlanishlar sodir bo'ladi.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni loyihalash jarayonida kuch

ko'p tushadigan ayrim joylarini kuchaytirish talab etiladi. Ankerlar va tortish moslamalari o'rnatilgan joylar ana shunday joylardan sanalib, bu joylar qo'shimcha ko'ndalang armatura yoki metall taxtakach qo'yish yoki o'sha uchastkada element kesimini kattalashtirish yo'li bilan kuchaytiriladi.

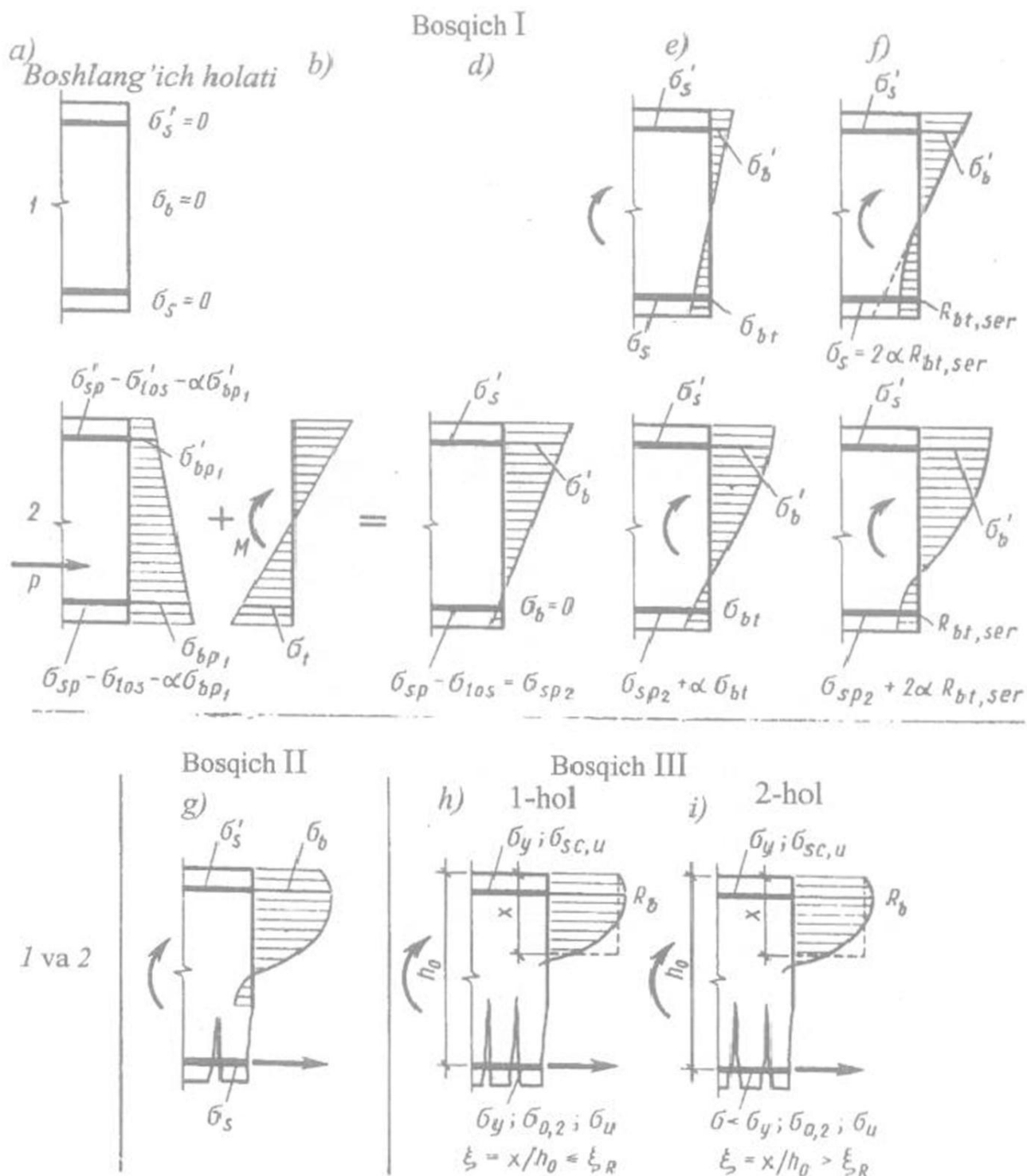
## 2.2. Egiladigan temirbeton elementlarning kuchlanganlik holati

### *Temirbetonning egilishdagi kuchlanish holati bosqichlari.*

Temirbeton to'sin egilganda, uning kesimlaridagi eguvchi momentning qiymatiga qarab navbati bilan kuchlanish – deformatsiyalanish holatining uch bosqichi ro'y beradi.

**I bosqichda** yuk kam bo'ladi, beton va armaturadagi kuchlanish ham shunga yarasha bo'lib, beton asosan elastik chegarada deformatsiyalanadi. Kuchlanishlar epyurasi siqilish va cho'zilish zonalarida deyarli to'g'ri chizikli bo'ladi (2.7-rasm,I, *a, b, d, e*). Yukning ortishi bilan beton va armaturadagi kuchlanish ortadi, betondagi elastiklik va noelastiklik deformatsiyalar rivojlanadi, kuchlanishlar epyurasi biroz egrilashadi, to'sinning neytral o'qi siqilish zonasi tomon siljiydi. Bu **bosqich I** deb belgilanadi. Mazkur bosqichda betonning cho'zilish zonasi ham darzdan holi bo'ladi, zo'riqishlar butun kesim bo'yicha qabul qilinadi. Kuchlanishlarni aniqlashda elastik qarshiliklar formulasidan foydalanish mumkin. Bosqichning oxirida to'sinning cho'zilgan tola qatlamida kuchlanish betonning cho'zilishidagi mustahkamlik chegarasi  $R_{bt}$  ga tenglashadi (2.7-rasm,I, *f*). Temirbeton elementlarining yorilishga bardoshliligi shu bosqich bo'yicha hisoblanadi.

**II bosqichda** betonning cho'zilish zonasida yoriqlar paydo bo'ladi. Yorilgan kesimda betondagi kuchlanish nolga teng deb olinadi (2.7-rasm,II, *g*). Yoriq bilan neytral o'q orasidagi kichkina cho'zilish zonasi hisobga olinmaydi. Siqilish zonasida betondagi kuchlanish siqilishdagi mustahkamlik chegarasidan kam bo'lib, cho'ziluvchi armaturadagi kuchlanish avval  $\sigma_s$  ga, bosqich oxirida esa  $R_s$  ga tenglashadi. Bu bosqich konstruksiyalarni chegaraviy holatlarini ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblashda asosiy bosqich sanaladi.



2.7-rasm. Egiluvchi elementning kuchlanganlik va deformatsiyalanish holatining bosqichlari

**III bosqich** elementning sinishi (buzilishi) oldidagi bosqichdir (2.7-rasm, III, h, i). Bunda betonning siqilish zonasidagi kuchlanishlar epyurasi plastik deformatsiyalar evaziga egrilashadi. Betonning siqilish zonasidagi kuchlanish  $R_s$  yoki  $\sigma_s$  ga tenglashadi, cho'zilish zonasidagi yoriqlar kattalashadi, to'sin bikrligi kamayadi, solqilik tez o'sib borib, to'sin sinadi.

III bosqichda to'sinning sinishi cho'ziluvchi armaturaning soni va mexanik xossalariga bog'liq. Agar to'sin o'z me'yorida armaturalangan bo'lsa, sinish cho'zilgan armatura tomonidan boshlanadi. Bunday emirilish *birinchi sxema* (2.7-rasm, III, h) bo'yicha emirilish deyiladi. Armaturadagi kuchlanish oqish chegarasiga etganda, armaturaning plastik deformatsiyasi va to'sinning solqiligi tez o'sib boradi, buning oqibatida betonning siqilish zonasida kuchlanish mustahkamlik chegarasiga etadi va beton emiriladi.

Shunday qilib, temirbeton elementi sinishidan ilgari unda «plastik sharnir» hosil bo'ladi, bu kesimda beton va armaturadagi kuchlanish chegaraviy qiymatga erishadi. Bunga asoslanib (A.F. Loleyt taklifiga ko'ra), yuk ko'tarish qobiliyati bo'yicha hisoblash formulalarini statikaning muvozanat shartlaridan foydalanib chiqarsa bo'ladi.

Egiluvchi elementlarda cho'ziluvchi armaturaning miqdori me'yordan ko'p bo'lsa, emirilish betonning siqilish zonasida boshlanadi, bunda cho'ziluvchi armaturadagi kuchlanish chegaraviy qiymatga etib bormasligi mumkin. Bunday emirilish *ikkinchi sxema* bo'yicha emirilish deyiladi (2.7-rasm, III, i). Buzuvchi kuchlanishlar hamda chegaraviy holatlar usulining zaminida III bosqich yotadi. Ushbu bosqich konstruksiya elementlarni chegaraviy holatlarining I guruhi bo'yicha hisoblashda asosiy bosqich sanaladi.

*Oldindan zo'riqtirilgan temirbetonning kuchlanganlik holati bosqichlari.* Oldindan zo'riqtirilgan temirbeton konstruksiyalarida betonni siqish boshlanganida, tashqi kuchlar ta'sirida emirilishgacha bo'lgan kuchlanishlar holati bir necha xarakterli bosqichlarga bo'linadi. O'q bo'ylab cho'ziladigan elementga markaziy siquvchi va tashqi kuchlar ta'sirini ko'rib o'taylik. Beton siqilgandan keyin elementda quyidagi kuchlanish holati tarkib topadi:

- yo'qoluvlarning birlamchi turlari sodir bo'lgach betonda  $\sigma_{b1}$ , armaturada  $\sigma_{sp} - \sigma_{los1} - \alpha\sigma_{b1}$ ;

- yo'qotuvlarning hamma turlari sodir bo'lgach, betonda  $\sigma_{b2}$ , armaturada  $\sigma_{sp} - \sigma_{los} - \alpha\sigma_{b1}$  kuchlanish hosil bo'ladi. Bu erda 1 – indeksi kuchlanishlaridan birlamchi yo'qotuvlar, 2 – indeksi esa barcha yo'qotuvlar ayirib tashlanganligini bildiradi. Elementning bu holatida oldindan uyg'otilgan kuchlanishlar muqim qaror topgan bo'lib, tashqi kuchlar qo'yilgunga qadar bu holat 0-bosqichga kiradi. Tashqi cho'zuvchi kuchlar ortgan sari betonda oldindan uyg'otilgan siquvchi kuchlanishlar kamayib, armaturadagi cho'zuvchi kuchlanishlar orta boradi. Betonda oldindan uyg'otilgan kuchlanishlar so'nganda, armaturadagi kuchlanish  $\sigma_{sp2} = \sigma_{sp} - \sigma_{los}$  bo'ladi. Shu holatdan boshlab element oddiy temirbeton elementi kabi ishlaydi, chunki unda oldindan uyg'otilgan kuchlanishlar



soʻngan boʻladi. Elementning bunday holati *I, a bosqichga* kiradi. Tashqi kuchlarning yanada ortishi betonda choʻzuvchi kuchlanishlarni paydo qiladi, bu kuchlanishlar orta borib, choʻzilishdagi mustahkamlik chegarasi  $R_{bt}$  ga tenglashishi mumkin. Elementning bu holati *I bosqichga* kirib, uni yoriqlar paydo boʻlishiga hisoblash ana shu bosqichga asoslanadi.

Navbatdagi *II bosqichda* betonda yoriqlar paydo boʻladi, biroq armaturadagi kuchlanish hisobiy qarshilikdan kichikroq boʻladi. Kuchning yanada ortishi elementda *III bosqichni* yuzaga keltiradi, bu bosqichda element emiriladi.

**Siqilgan zona nisbiy balandligining chegaraviy qiymati.**  $\xi_R$  – nisbiy balandlik  $\xi$  ning chegaraviy qiymatini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\xi_R = \omega/[1+(\sigma_{sR}/\sigma_{sc,u})(1-\omega/1,1)]. \quad (2.1)$$

Bu erda  $\omega$  beton siqilish zonasini tavsiflaydigan miqdor boʻlib,  $\omega = \alpha - \beta R_b$  formuladan topiladi. Bundagi  $\alpha$  – betonning xiliga bogʻliq boʻlgan koeffitsient ( $\alpha = 0,85 \dots 0,75$ );  $\beta$  – betonga bogʻliq boʻlmagan koeffitsient ( $\beta = 0,008$ );  $\sigma_{sR}$  – armaturadagi choʻzilish kuchlanishi, MPa, armaturaning xiliga qarab olinadi;  $\sigma_{sc,u}$  – siqilish zonasida joylashgan armaturada hosil boʻladigan chegaraviy kuchlanish; uning qiymati  $\gamma_{b2} \geq 1,0$  boʻlsa, 400 MPa va  $\gamma_{b2} < 1$  boʻlsa, 500 MPa ga teng boʻladi. Elementlar siqilish bosqichida hisoblansa,  $\sigma_{sc,u} = 330$  MPa.

Oqish maydonchasi mavjud boʻlmagan poʻlat bilan armaturalangan temirbeton elementlarning siqilish zonasi nisbiy balandligining chegaraviy qiymati (31) dan aniqlanadi.

$$\xi_R = \omega/[1+(\sigma_{sR}/\sigma_{sc,u})(1-\omega/1,1)]. \quad (2.2)$$

Bunda armaturadagi kuchlanish  $\sigma_{sR} = R_s + 400 - \sigma_{sp2} - \Delta\sigma_{spi}$  (MPa) boʻladi. Bu erda  $\sigma_{sp}$  – barcha yoʻqotuvlar hisobga olinganda armaturada oldindan uygʻotilgan kuchlanishning qiymati;  $\Delta\sigma_{spi}$  – oldindan uygʻotilgan kuchlanishning qiymati elastiklik chegarasidan oshganda armaturada vujudga keladigan noelastik deformatsiyalarda hosil boʻlgan qoʻshimcha yoʻqotuv A–IV, A–V, A–VI sinfli sterjenlar uchun  $\Delta\sigma_{spi} = 1500 - \sigma_{spi}/R_{si} - 1200 \geq 0$ , armaturaning boshqa xillari uchun  $\Delta\sigma_{spi} = 0$ .

Yuqoridagi formulani emirilishning birinchi va ikkinchi sxemalari orasidagi chegaraviy shartni aniqlashda foydalansa boʻladi.  $\sigma_s = R_s$  deb olib, nisbiy balandlikni chegaraviy qiymatini  $\xi_R$  topamiz, bunda armaturadagi choʻzuvchi kuchlanish chegaraviy qiymatga etadi. Emirilish ikkinchi sxema boʻyicha sodir boʻlganda, armaturadagi kuchlanish quyidagi

formuladan topiladi:

$$\sigma_{sR} = \sigma_{sc,u} / (1 - \omega/1,1) (\omega/\xi_i - 1) + \sigma_{sp}. \quad (2.3)$$

**Temirbetonli to'sin sinishining sxemalari va hisoblash hollari.** Tajribalardan ma'lumki, agar  $\xi \leq \xi_R$  bo'lsa, emirilish **birinchi sxema** bo'yicha, agar  $\xi > \xi_R$  bo'lsa emirilish **ikkinchi sxema** bo'yicha sodir bo'ladi.

SHunday qilib, oddiy va oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni yagona uslub bilan hisoblash mumkin. Bunda kuchlanganlik holatining III bosqichi asos qilib olinadi.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda elastiklik ishi uzayadi (I bosqich). Agar oddiy elementlarda yoriqlar sindiruvchi momentning 10...15% da sodir bo'lsa, oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda esa ular sindiruvchi momentning 70...80% da sodir bo'ladi.

Temirbeton elementlar uchun kesim tanlashda shuni nazarda tutish lozimki, teng kuchli mustahkamlikka erishish uchun, kesim o'lchamlari bilan armaturalash foizini o'zaro moslashtirish kerak. Masalan, element kesimining balandligi ortishi bilan armatura kesim yuzasining kichrayishi kuzatiladi. Konstruksiyalarni hisoblashda ularning eng tejamkor va arzon nusxalarini tanlashga intilmoq zarur. Tajribalarning ko'rsatishicha, to'sinlarda  $\xi = 0,2...0,3$  va plitalarda  $\xi = 0,1...0,25$  olinca, mablag' tejaladi.

### **2.3. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiya armaturasidagi kuchlanishning yo'qolishi**

Armaturani taranglash chog'ida unda oldindan uyg'otilgan kuchlanishlar vaqt o'tishi bilan qaytmas yo'qotuvlar evaziga kamayib boradi. Ushbu yo'qotuvlar betonning kirishishi va tob tashlashi, po'latdagi kuchlanishlarning relaksatsiyasi (kamayishi), ankerlar deformatsiyasi, armaturaning tuynuk devorlariga ishqalanishi va boshqalar natijasida sodir bo'ladi. Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni hisoblashda ana shu yo'qotuvlarni e'tiborga olish lozim, chunki ularning qiymati ayrim hollarda ancha sezilarli bo'lishi (boshlang'ich nazorat qilinadigan kuchlanish  $\sigma_{sp}$  ning 30...40% ini tashkil etishi) mumkin.

Armaturada oldindan uyg'otilgan dastlabki kuchlanishlarning qiymati doimiy emas, vaqt o'tishi bilan kuchlanishlar kamayadi. Kamayishning birlamchi va ikkilamchi deb ataluvchi turlari bor. Birlamchi kamayishlar element tayyorlanayotgan va beton siqilayotgan davrda sodir bo'ladi. Ikkilamchi kamayishlar esa beton siqilgandan keyin sodir bo'ladi.

**Birlamchi yo'qolishlarga** quyidagilar kiradi:

1. Armaturadagi kuchlanishlar relaksatsiyasi tufayli kamayish;
2. Harorat farqi tufayli kamayish;
3. Ankerlar deformatsiyasi tufayli kamayish;
4. Armaturadagi ishqalanish tufayli kamayish;
5. Po‘lat qoliplar deformatsiyasi tufayli kamayish;
6. Beton siqilishining dastlabki soatlarida betondagi tob tashlash tufayli kamayish.

Har bir kamayish alohida formula orqali aniqlanadi.

1. Taranglangan armaturadagi kuchlanishlar relaksatsiyasi natijasida kuchlanishlarning yo‘qolishi asosan (oldindan uyg‘otilgan) kuchlanishlar qiymati  $\sigma_{sp}$  va armatura turiga bog‘liq: simli armatura tirgaklarga tirab mexanik usulda taranglanganda,

$$\sigma_1 = (0,22 \sigma_{sp} / R_{s,ser} - 1) \sigma_{sp}; \quad (2.4)$$

sterjenli armatura uchun esa

$$\sigma_1 = 0,1 \sigma_{sp} - 20. \quad (2.5)$$

2. Taranglangan armatura bilan tortqich orasidagi haroratlar farqi  $\Delta t$  ham B15...B40 sinfli betonni bug‘lash yoki qizdirish jarayonida oldindan uyg‘otilgan kuchlanishning quyidagi miqdorda kamayishiga olib keladi:

$$\sigma_2 = 1,25 \Delta t, \quad (2.6)$$

bu erda  $\Delta t$  ning aniq qiymati berilmasa,  $65^{\circ}\text{C}$  ga teng qilib olinadi. Betonning sinfi B45 va undan yuqori bo‘lsa, (2.6) formuladagi 1,25 koeffitsienti 1,0 ga almashtiriladi.

3. Tortqich moslamasi bilan bog‘langan ankerlar deformatsiyasidan odindan uyg‘otilgan kuchlanishning yo‘qolishi quyidagi miqdorni tashkil etadi:

$$\sigma_3 = (\Delta l_1 + \Delta l_2) E_s / l, \quad (2.7)$$

bu erda  $\Delta l_1$  – beton bilan anker orasiga qo‘yiladigan shayba yoki qistirmaning siqilishi bo‘lib qiymati 1 mm ga teng;  $\Delta l_2$  – stakansimon ankerning deformatsiyasi, qiymatiga 1 mm ga teng; tirgaklarga tirab taranglanganda  $\Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l = 2$  mm deb olinadi,  $l$  – taranglanayotgan sterjenning uzunligi, mm.

4. Armatura bilan tuynuk devorlari, beton sirlari yoki eguvchi moslamalar orasidagi ishqalanish oqibatida oldindan uyg‘otilgan kuchlanishlarning yo‘qolishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_4 = \sigma_{sp} [1 - 1/e^{(wx + \delta\theta)}], \quad (2.8)$$

bu erda  $e$  – natural logarifm asosi;  $w$  – tuynukning loyihaviy holatiga nisbatan og‘ishini e‘tiborga oladigan koeffitsient ( $w = 0 \dots 0,003$ );  $x$  – armaturada taranglash moslamasidan hisobiy kesimgacha bo‘lgan masofa, m;  $\delta$  – armatura bilan tuynuk devori orasidagi ishqalanish koeffitsienti, ( $\delta = 0,35 \dots 0,65$ );  $\theta$  – tuynukning egri uchastkasidagi yoyning markaziy burchagi, rad. Eguvchi moslamalarga ishqalanish natijasida yuz beradigan yo‘qotuvchini aniqlashda (2.8) formuladagi  $wx = 0$  deb olinadi.

5. Po‘lat qolipning deformatsiyalanish oqibatida sodir bo‘ladigan kuchlanishlarning yo‘qolishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_5 = \eta \Delta l_1 E_s / l, \quad (2.9)$$

biroq, 30 MPa dan kam olinmaydi. Formuladagi  $\Delta l$  – qolipning bo‘ylama deformatsiyasi;  $l$  – tirgaklarning tashqi qirralari orasidagi masofa. Armatura mexanik usulda taranglansa,

$$\eta = (n-1)/2n \quad (2.10)$$

bo‘ladi, bu erda  $n$  – har xil vaqtda tortiladigan sterjenlar guruhi soni.

Tirgaklarga tayanib taranglangan armatura bo‘shatilgach, oldindan uyg‘otilgan kuchlanish betonni siqa boshlaydi, bunda betonda elastik deformatsiyalar bilan bir qatorda tezkor tob tashlash yuz beradi.

6. Bu hol oldindan uyg‘otilgan kuchlanishlarning ma‘lum miqdorda yo‘qolishi (kamayishi) ga olib keladi:

$$\begin{aligned} \sigma_{bp}/R_{bp} \leq a \text{ bo‘lganda, } \sigma_6 &= 40\sigma_{bp}/R_{bp}; \\ \sigma_{bp}/R_{bp} > a \text{ bo‘lganda, } \sigma_6 &= 40\alpha + 85\beta(\sigma_{bp}/R_{bp} - a), \end{aligned} \quad (2.11)$$

bu erda  $\sigma_{bp}$  – armaturani siqilishidan betonda hosil bo‘lgan kuchlanish;  $\alpha = 0,25 + 0,025R_{bp}$  bo‘lib, 0,8 dan ortiq olinmaydi;  $\beta = 5,25 - 0,185R_{bp}$ , bu koeffitsientning qiymatlari 1,1...2,5 oralig‘ida bo‘ladi.

Temirbeton elementiga issiq ishlov berilsa, (2.11) formuladan topilgan yo‘qotuvchilar 0,85 koeffitsientga ko‘paytiriladi.

**Ikkilamchi yo‘qolishlarga** quyidagilar kiradi:

7. Armaturadagi kuchlanishlar relaksatsiyasi;
8. Betonning kirishishi;
9. Betonning tob tashlashi;
10. Quvur va rezervuarlarning o‘ralgan armatura ta‘sirida betonning ezilishi tufayli kamayishi;
11. Yig‘ma element bloklari orasidagi choklarning siqilishi tufayli vujudga keladigan kamayish.

12. Armatura relaksatsiya tufayli yo'qotuv  $\sigma_7 = \sigma_1$ .
13. Betonning uzoq muddatli tob tashlashi natijasida zo'riqishlarning berilishidan to foydalanish yuklarining qo'yilishigacha bo'lgan vaqt mobaynida yo'qotilgan kuchlanishlar og'ir beton uchun quyidagi formulalardan topiladi:

$$\begin{aligned} \sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0,75 \text{ bo'lganda, } \sigma_9 &= 150\sigma_{bp}/R_{bp}; \\ \sigma_{bp}/R_{bp} > 0,75 \text{ bo'lganda } \sigma_9 &= 300(\sigma_{bp}/R_{bp} - 0,375). \end{aligned} \quad (2.12)$$

Bu erda ham, agar elementga issiq ishlov berilsa, yo'qolgan kuchlanish miqdori 0,85 ga kamaytiriladi.

14. Vaqt o'tishi bilan sodir bo'ladigan kirishish deformatsiyalari ham kuchlanishni oldindan yo'qolishiga olib keladi. Tirgaklarga tirab taranglanganda, yo'qolish miqdori B35, B40, B45 va bundan katta sinfli og'ir betonlar uchun  $\sigma_8 = 40; 50$  va  $60$  MPa ni tashkil etadi. Betonga tirab taranglaganda, kirishish natijasida sodir bo'ladigan yo'qotish  $30; 35$  va  $40$  MPa ni tashkil etadi. Oldindan uyg'otilgan kuchlanishning yo'qolishi yig'ma bloklardan tashkil topgan konstruksiya choklari orasidagi deformatsiya –  $\sigma_{11}$ , spiral ko'rinishida o'ralgan sim armatura ostidagi betonning egilishi singari sabablar tufayli ham sodir bo'ladi.
15. Spiral va halqasimon armaturaning simlari ostida betonning ezilishidan vujudga kelgan yo'qotuv  $\sigma_{10}$  faqat betonga o'rab taranglanadigan element tashqi diametri  $d_{ext}$  300 sm gacha bo'lgan quvurlar, rezervuarlardagina hisobga olinadi va  $\sigma_{10} = 70 - 0,22d_{ext}$  teng bo'ladi.
16. Yig'ma konstruksiyalarning alohida bo'laklari orasidagi choklarning siqilishidan vujudga keladigan yo'qotuv  $\sigma_{11}$  quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma_{11} = n\Delta l E_s / l, \quad (2.13)$$

bu erda  $n$  – cho'ziladigan armatura bo'ylab joylashgan choklar soni;  $\Delta l$  – choklar deformatsiyasi bo'lib, beton bilan to'ldirilgan har bir chok uchun 0,3 mm ga, betonsiz ulangan chok uchun 0,5 mm ga teng bo'ladi;  $l$  – taranglanayotgan armatura uzunligi, mm.

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni hisoblashda betonning siqilishi tugagunga qadar bo'ladigan yo'qotuvlar  $\sigma_{los1}$  bilan siqilish tugagandan keyin yuz bergan yo'qotuvlar  $\sigma_{los2}$  bir-biridan farq qilishi lozim, yo'qotuvlarning to'liq qiymati  $\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2}$  bo'ladi.

Armaturalarni tirgaklarga tirab taranglanganda,  $\sigma_{los1}$  armaturadagi kuchlanishning kamayishi, haroratlar farqi, ankerlar deformatsiyasi, armaturaning ishqalanishi, qolip deformatsiyasi, tezkor tob tashlashlar

evaziga vujudga keladi, ya'ni  $\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6$ ,  $\sigma_{los2}$  esa betonning tob tashlashi va kirishishidan hosil bo'ladi, ya'ni  $\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9$ .

Armaturaning betonga tirab taranglanganda armaturadagi kuchlanishning yo'qolishi  $\sigma_{los2}$  ankerlar deformatsiyasi va armaturani ishqalanishidan, ya'ni  $\sigma_{los1} = \sigma_3 + \sigma_4$ ; armaturadagi kuchlanishning ikkilamchi kamayishi  $\sigma_{los2}$  betonning tob tashlashi va kirishishi armatura simlari ostida betonning ezilishi, yig'ma blokli konstruksiyalarda choklar deformatsiyasidan vujudga keladi, ya'ni  $\sigma_{los2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11}$ . Yo'qotuvlarning umumiy son qiymati  $\sigma_{los}$  me'yor bo'yicha 100 MPa dan kam olinmaydi.

#### 2.4. Oldindan zo'riqqan temirbeton elementlardagi kuchlanishlarni aniqlash

*Keltirilgan kesim.* Temirbeton elementlarida materiallar qarshiligi formulalarini qo'llash uchun, ularning kesimini statik jihatdan teng kuchli bo'lgan bir jinsli tizimga keltiriladi. Beton va armaturani birgalikda ishlashi, ular orasidagi tishlashish (sseplenie) ning mavjudligi tufayli armatura bilan betonning deformatsiyasi bir hil bo'ladi, ya'ni  $\varepsilon_s = \varepsilon_b$ . Shunga ko'ra  $\sigma_s/E_s = \sigma_b/E_b$ , bunda  $\sigma_s = E_s \sigma_b/E_b = \alpha \sigma_b$ ,  $\alpha = E_s/E_b$ . Buning ma'nosi shuki, armatura kesimining har bir yuza birligiga shartli ravishda beton yuzasining «n» ta birligi mos keladi.

Elementlardagi kuchlanishlarni hisoblashlarda quyidagi oldindan zo'riqtirish aniqligi koeffitsienti e'tiborga olinadi:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp}, \quad (2.14)$$

bunda  $\Delta\gamma_{sp}$  – armaturadagi oldindan zo'riqishning chetga chiqishini chegaraviy qiymati; armaturani mexanik usulda taranglagan  $\Delta\gamma_{sp} = 0,1$ ; elektr-termik usulda taranglaganda,

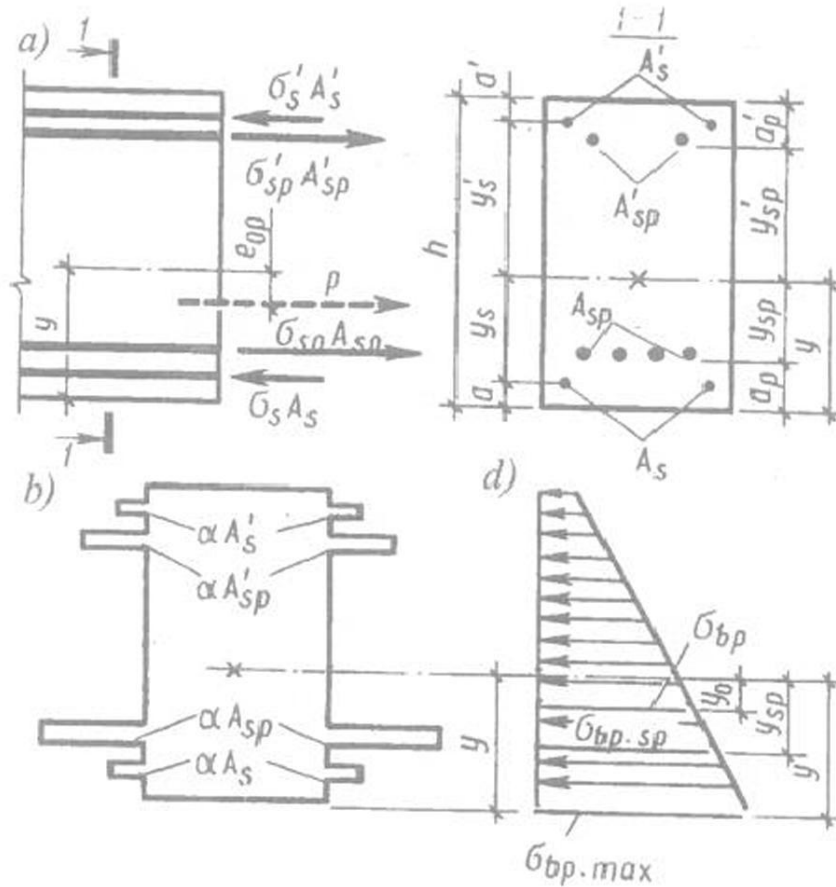
$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5p(1+1/n_p^{1/p})/\sigma_{sp}, \quad (2.15)$$

ammo 0,1 dan kichik emas. Bunda  $p$  (2.24) formuladan topiladi,  $n_p$  – element kesimidagi zo'riqtirilgan sterjenlar soni. Oldindan zo'riqish salbiy ta'sir qilganda «plyus», ijobiy ta'sir qilganda «minus» belgisi olinadi.

Oldindan zo'riqishlarni yo'qolishini hisoblashda, yoriqlar ochilish enini aniqlashda va deformatsiyaga hisoblashda  $\Delta\gamma_{sp} = 0$  ( $\gamma_{sp} = 1$ ) qabul qilish ruxsat etiladi.

*Keltirilgan kesimning geometrik tavsiflari.* 2.8-rasmda tasvirlangan temirbeton elementining keltirilgan kesim yuzasi

$$A_{red} = A + \alpha A_{sp} + \alpha A_{sp} + \alpha A_s + \alpha A_s. \quad (2.16)$$



2.8-rasm. Oldindan zo'riqtirilgan element kesimida hosil bo'ladigan kuchlanishlarni aniqlashga doir sxema: a – siqilishdagi kuchlanishlarning joylanishi; b – keltirilgan yuzaning geometrik tavsifini topishga doir sxema; d – siquvchi kuchlanish epyurasi  
Keltirilgan kesimning cho'zilgan qirraga nisbatan statik momenti

$$S_{red} = S + \alpha A_{sp} a_p + \alpha A_{sp}' (h - a_p) + \alpha A_s a_s + \alpha A_s' (h - a_s). \quad (2.17)$$

Cho'zilgan qirradan keltirilgan kesim og'irlik markazigacha bo'lgan masofa

$$y = S_{red} / A_{red}. \quad (2.18)$$

Ana shu keltirilgan kesimning neytral o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$I_{red} = I + \alpha A_{sp} (y_{sp})^2 + \alpha A_{sp}' (y_{sp}')^2 + \alpha A_s (y_s)^2 + \alpha A_s' (y_s')^2. \quad (2.19)$$

Oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarda oddiy temirbeton konstruksiyalardagi zo'riqishlarga qo'shimcha ravishda betonda taranglangan armaturadan beriladigan siqilish zo'riqishlari paydo bo'ladi. Shuning uchun oldindan zo'riqtirilgan konstruksiyalarni loyihalashda ularda odatdagi yuklardan tashqari siquvchi kuchlar ta'siriga ham hisoblanadi.

**Beton va armaturadagi kuchlanishlarni aniqlash.** Oldindan zo'riqtirilgan elementning bo'ylama o'qiga tik bo'lgan kesimdagi kuchlanishlar beton kesimi va taranglangan hamda taranglanmagan armatura kesimlari yuzasidan tashkil topgan keltirilgan yuza uchun elastik jismdagi kabi aniqlanadi. Barcha bo'ylama armaturalardagi siquvchi kuchlarni teng ta'sir etuvchisi  $P$  tashqi kuch sifatida qabul qilinadi.

Teng ta'sir etuvchi kuch  $P$  va uning keltirilgan yuza og'irlik markazigacha bo'lgan elkasi  $e_{op}$  quyidagi formulalardan aniqlanadi (2.9-rasm):

$$P = \sigma_{sp} A_{sp} + \sigma'_{sp} A'_{sp} - \sigma_s A_s - \sigma'_s A'_s; \quad (2.20)$$

$$e_{op} = (\sigma_{sp} A_{sp} y_{sp} - \sigma'_{sp} A'_{sp} y'_{sp} - \sigma_s A_s y_s + \sigma'_s A'_s y'_s) / P, \quad (2.21)$$

bu erda  $\sigma_{sp}$  va  $\sigma'_{sp}$  – taranglangan  $A_{sp}$  va  $A'_{sp}$  armaturadagi kuchlanishlar;  $\sigma_s$  va  $\sigma'_s$  – taranglanmagan  $A_s$  va  $A'_s$  armaturadagi kuchlanishlar.

Betondagi kuchlanish umumiy holda nomarkaziy siqilish holatidagi element kabi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$\sigma_{bp} = P / A_{red} \pm P e_{op} y_o / I_{red} \quad (2.22)$$

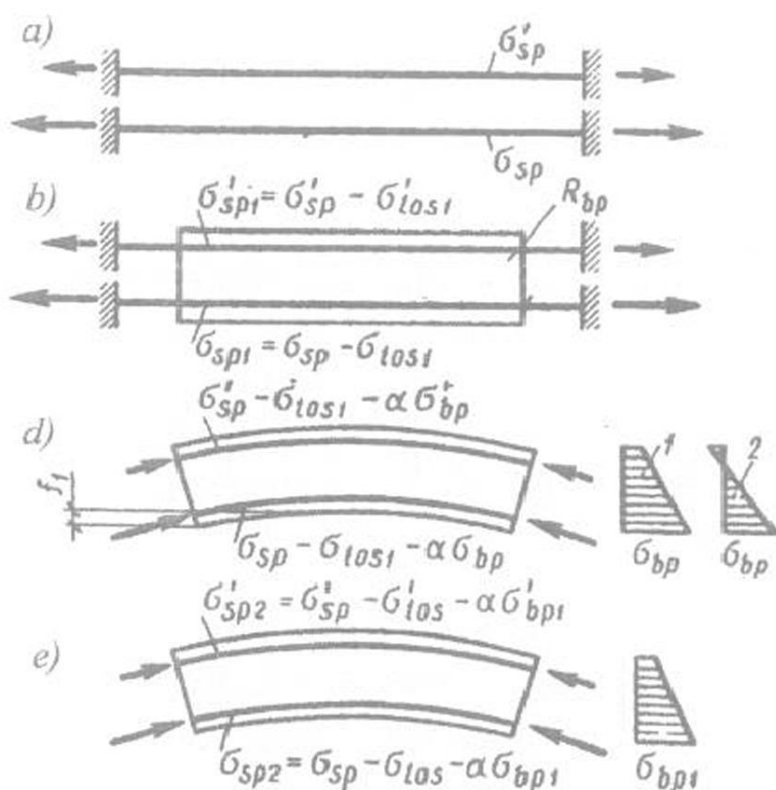
bu erda  $A_{red}$  – beton kesimiga keltirilgan yuza;  $J_{red}$  – keltirilgan kesim og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan  $A_{red}$  yuzadan olingan inersiya momenti;  $y$  – keltirilgan kesimning og'irlik markazidan kuchlanish aniqlanayotgan tolagacha bo'lgan masofa (2.9-rasm, b).  $\alpha = E_s / E_b$ ;  $E_b$  va  $E_s$  beton va armaturaning elastiklik modullari.

Beton va armaturadagi kuchlanishlar nazorat qilinuvchi kuchlanishlarni tekshirishda, tob tashlash va ko'p yuklar ta'sirida vujudga keladigan yo'qolishlarni aniqlashda, yorilishbardoshlilik bilan deformatsiyalarni hisoblashda va boshqa shu kabi hollarda topiladi.

Oldindan zo'riqtirilgan elementlarni hisoblashning o'ziga xos xususiyatlari bor. Bu xususiyatlarni elementlarni tashqi yuklarga hisoblashdan oldin ko'rib chiqish kerak.

**Oldindan zo'riqishning miqdorlari.** Armaturani tirgaklarga taranglab oldindan zo'riqish hosil qilishdagi element kuchlanganlik holatlarini ko'rib chiqamiz. Cho'zilgan zonaga yuzasi  $A_{sp}$  bo'lgan, siqilgan zonaga esa yuzasi  $A'_{sp}$  bo'lgan armatura joylashtiriladi, bunda  $A_{sp} > A'_{sp}$ . Pastdagi va yuqoridagi armaturalarni tirgaklarda  $\sigma_{sp}$  va  $\sigma'_{sp}$  kuchlanishlar bilan taranglanadi (2.9, a-rasm).





2.9-rasm. Armaturani tirgaklarda taranglab oldindan zo'riqish hosil qilishdagi egiluvchi element kuchlanganlik holati

Konstruksiyalarni loyihalashda oldindan uyg'otiladigan kuchlanish qiymati po'latning elastiklik chegarasidan katta bo'lmasligi, biroq juda kichkina bo'lmasligi ham zarur.

Temirbeton konstruksiyalarni loyihalashda  $\sigma_{sp}$  va  $\sigma'_{sp}$  odatda bir xil qilib olinadi va quyidagi oraliqda belgilanadi (2.10, b, d, e-rasm):

- armaturani mexanik usulda taranglaganda  $0,32 R_{s,ser} \leq \sigma_{sp} \leq 0,95 R_{s,ser}$ ;
- armaturani elektr-termik va elektr-termomexanik usullarda taranglaganda

$$0,30 R_{s,ser} + p \leq \sigma_{sp} \leq R_{s,ser} - p \quad (2.23)$$

Armatura mexanik usulda taranglanganda  $p = 0,05 \sigma_{sp}$ ; elektr-termik usulda esa

$$p = 30 + 360/l \text{ bo'ladi,} \quad (2.24)$$

bu erda  $l$  – tirgaklarning tashqi sirlari orasidagi masofa, m da.

**Oldindan zo'riqishning nazorat qilinadigan miqdorlari.** Tirgaklarga tirab taranglashda hosil bo'ladigan kuchlanishning nazorat qiladigan qiymati  $\sigma_{con1}$  ni aniqlash uchun,  $\sigma_{sp}$  dan ankerlarning deformatsiyalanishi va armaturaning ishqalanishi natijasida yo'qotilgan kuchlanishlar (bularni aniqlash usullari quyida beriladi) ayirib tashlanadi. Armaturaning betonga

tirab tortishdan hosil bo'lgan kuchlanishning nazorat qilinadigan qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{con2} = \sigma_{sp} - \alpha\sigma_{bp}. \quad (2.25)$$

Armaturaning tirgaklarga taranglab tortishdan hosil bo'lgan kuchlanishning nazorat qilinadigan qiymati quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\sigma_{con1} = \sigma_{sp} - \sigma_3 - \sigma_4, \quad (2.26)$$

bunda  $\sigma_{bp} - P_l$  siquvchi kuch ta'sirida  $A_{sp}$  armaturaning og'irlik markazi sathida betonda sodir bo'ladigan birinchi yo'qotishlarni hisobga olib aniqlanadigan kuchlanish.  $\sigma_{sp}$  - yo'qotishlarni hisobga olmasdan qabul qilinadi.

Aramaturali elementda (sterjen, kanat, o'ramlarda) nazorat qilinadigan kuch.

$$P_{con} = \sigma_{con} A_{spi}, \quad (2.27)$$

bu erda  $P$  - oldindan uyg'otilgan kuchlanishlar teng ta'sir etuvchisi;  $e_{op}$  - elka;  $y_{sp}$  - keltirilgan kesimning og'irlik markazidan taranglangan armaturadagi zo'riqishlarni teng ta'sir etuvchisigacha bo'lgan masofa (10-rasm);  $\alpha = E_s/E_b$ .

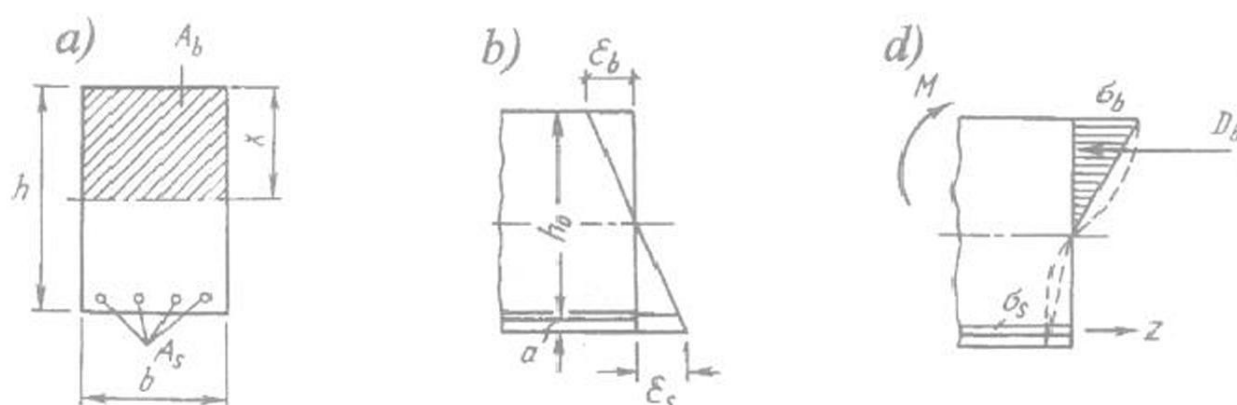
Nazorat qilinadigan kuchlanish  $\sigma_{con2}$  ning qiymati shunday belgilanishi kerakki, hisobiy kesimda  $\sigma_{sp}$  ga teng bo'lgan kuchlanish hosil bo'lsin.

### III BOB. QURILISH KONSTRUKSIYALARINI HISOBLASH ASOSLARI VA USULLARI

#### 3.1. Konstruksiyalar mustahkamligini ruxsat etilgan kuchlanishlar usulida hisoblash

Ruxsat etilgan kuchlanishlar bo'yicha hisoblash usuli temirbetonning elastik material sifatida ishlatilishiga asoslanadi, biroq temirbetonning asosiy xossalari ham qisman hisobga olinadi. Kesim tanlanganda, beton va armaturadagi kuchlanish ruxsat etilgan kuchlanishlardan oshmaydigan qilib tanlanadi.

Temirbeton elastiklik nazariyasining asosiy qoidalari quyidagilardan iborat. Hisob ishlari egilishdagi kuchlanish holatining II bosqichi bo'yicha olib boriladi: siqilish zonasida kuchlanishlar epyurasi uchburchak shaklida deb faraz etiladi, cho'zilish zonasida betonning ishi hisobga olinmaydi, cho'zuvchi kuchlarni armatura qabul qiladi deb hisoblanadi (3.1-rasm).



3.1. Egilishdagi kuchlanish deformatsiyalanish holati: *a*–kesimni armaturalash; *b*–deformatsiyalar epyurasi; *d*–kuchlanishlar epyurasi

Yassi kesimlar farazi (gipotezasi) o'z kuchiga ega deb qaraladi. Buning natijasida ko'ndalang kuchlar, betonni bir jinsli emasligi, turli elastiklik xossalari ega bo'lgan ashyolarning mavjudligi, betonni kirishishi, cho'zilish zonasida yoriqlarni hosil bo'lishi singari qator ta'sirlar ostida kesimning qiyshayishi e'tiborga olinmaydi. Kuchlanish qanday bo'lishidan qat'iy nazar siqilish zonasida betonning elastiklik moduli o'zgarmas deb olinadi, hisob ishlarida betonning ma'lum sinfi uchun o'zgarmas bo'lgan me'yor son  $\alpha = E_s/E_b$  qo'llaniladi.

Kuchlanishlarni aniqlashda deformatsiya kuchlanishiga to'g'ri mutanosib deb sanaladi, ya'ni Guk qonuniga amal qiladi. Biroq, siqilish va cho'zilish zonalarini uchun o'ziga mos elastiklik modullari olinadi.

Temirbeton elementlarida materiallar qarshiligi formulalarini qo'llash

uchun, uning kesimini statik jihatdan teng kuchli bo'lgan bir jinsli tizimga keltiriladi. Beton va armaturani birgalikda ishlashi, ular orasidagi birikuv (ssepleniya) ning mavjudligi tufayli armatura bilan beton deformatsiyasi bir xil bo'ladi, ya'ni  $\varepsilon_s = \varepsilon_b$ ; shunga ko'ra  $\sigma_s/E_s = \sigma_b/E_b$ , bunda  $\sigma_s = E_s \sigma_v / E_v = \alpha \sigma_v$ .

Buning ma'nosi shuki, armatura kesimi har bir yuza birligiga shartli ravishda beton yuzining «*n*» ta birligi mos keladi.

Ruxsat etilgan kuchlanish usuli talaygina jiddiy kamchiliklarga ega. Birinchidan, II bosqichda betonning siqilish zonasidagi kuchlanishlar epyurasi aslida uchburchak emas, egri chiziqli shaklga ega. Ikkinchidan,  $\alpha$  sonining qiymati doimiy emas, u betondagi kuchlanish miqdori, beton tarkibi, yoshi, iqlimiy sharoiti va boshqa omillarga bog'liq.

Hisobiy qiymatlarni tajriba qiymatlari bilan taqqoslash shuni ko'rsatadiki, temirbeton armaturasi elementlarida vujudga keladigan hisobiy kuchlanish amaliy kuchlanishdan hamma vaqt katta bo'ladi, bu esa po'latni ortiqcha sarflashga olib keladi. Bunda  $\alpha$  sonini o'zgarishi armaturadagi kuchlanish miqdoriga kam ta'sir etadi. Betondagi kuchlanish esa  $\alpha$  sonining qabul qilingan miqdoriga qarab, haqiqiy qiymatdan katta yoki kichik bo'lishi mumkin.

Shunday qilib, bu usul, bir tomondan, beton va armaturadagi kuchlanishning haqiqiy qiymatini aniqlash, ikkinchi tomondan, konstruksiyalarni oldindan belgilangan mustahkamlik zahirasi bo'yicha loyihalash imkoniyatini bermaydi. Shu bilan birga, tajribalar elastiklik nazariya juda mustahkam beton va armaturalarga to'g'ri kelmasligini ko'rsatdi.

### **3.2. Konstruksiyalar mustahkamligini sindiruvchi kuch usulida hisoblash**

Mazkur usulning ana shu kamchiliklari temirbeton elementlarini hisoblashning mukammalroq usulini yaratish zaruratini uyg'otadi. Buzuvchi zo'riqishlar usuli shu tariqa dunyoga keladi. Usulning zaminida quyidagi qoidalar yotadi:

1. Hisob ishlari kuchlanish holatlarining uchinchi, ya'ni buzilish bosqichi asosida bajariladi. Hisoblash formulalarida betonning siqilishdagi mustahkamlik chegarasi va po'latning oqish chegarasidan foydalaniladi. Beton cho'zilish zonasida ishlamaydi deb qaraladi.

2. Betonning siqilish zonasidagi kuchlanishlar epyurasi to'g'ri to'rtburchak shaklida qabul qilinadi, aslida epyura egri chiziqli bo'ladi. Bu hisob aniqligiga ko'p ta'sir etmaydi (2% dan kam), ammo formulani ancha soddalashtiradi.

3. Ana shunga asoslangan holda, elementning buzilishi oldidagi muvozanat shartidan foydalanib, buzuvchi zo'riqishlar aniqlanadi. Elementga ta'sir etadigan kuch ruxsat etilgan zo'riqishdan katta bo'lmasligi kerak.

Ruxsat etilgan zo'riqish buzuvchi zo'riqish (kuch) ni mustahkamlik zaxirasi koeffitsientiga bo'lish orqali aniqlanadi, ya'ni  $M \leq M_u/K$ ,  $N \leq N_u/K$ . Bu erda  $M_u$  va  $N_u$  – buzuvchi moment va bo'ylama kuch;  $K$  – mustahkamlik zaxirasi koeffitsienti bo'lib, qiymati 1,2..1,8 oralig'ida olinadi. Bu usulda tashqi yuklar ta'sirida beton va armaturalarda uyg'onadigan kuchlanishlarning qiymatlari noma'lum bo'lib qoladi, biroq, mustahkamlik zaxirasi koeffitsienti ma'lum bo'ladi, buning ahamiyati muhimroqdir. Yassi kesimlar farazi, materiallarning elastiklik moduli va soniga bo'lgan ehtiyoj yo'qoladi.

Buzuvchi zo'riqishlar usulida temirbetonning elastik–plastik xossalari, yuk ostida elementning ishlash holati to'g'riroq hisobga olinadi. Armatura ishidan to'laroq foydalanish evaziga ruxsat etilgan kuchlanishlar usulidagiga nisbatan anchagina metall tejaladi.

Yagona mustahkamlik zaxirasi koeffitsientini qo'llash tufayli yuklar va materiallar mustahkamligining o'zgaruvchanligini e'tiborga olish imkoniyati yo'qligi usulning kamchiligidir.

### **3.3. Konstruksiyalar mustahkamligini chegaraviy holatlar usulida hisoblash**

1955 yildan beri temirbeton konstruksiyalari shu usul bilan hisoblanadi. Chegaraviy holatlar usuli buzuvchi kuchlar usulining takomillashgan varianti hisoblanadi. Bu usulga ko'ra konstruksiya mustahkamligi bir emas, bir necha koeffitsientlar orqali hisobalanadi. Mazkur usul bo'yicha hisoblangan konstruksiyalar birmuncha tejamli bo'ladi.

Konstruksiyalarni bu usul bo'yicha hisoblanganda, ularning chegaraviy holatlari aniqlanadi. Konstruksiya elementlari tashqi kuchlarga qarshilik ko'rsata olmay qoladigan holat – chegaraviy holat deb ataladi.

Chegaraviy holatlar ikki guruhga bo'linadi. Birinchi guruh bo'yicha elementlar mustahkamlik, ustivorlik, chidamlilik, sovuqbardoshlilik va hokazolarga hisoblanadi. Ikkinchi guruh bo'yicha konstruksiyalar bikrlilik va yoriqbardoshlilikka hisoblanadi.

Chegaraviy holatlar usulida quyidagi koeffitsientlar qo'llaniladi:

- 1) yuklar bo'yicha ishonchliklik koeffitsienti  $\gamma_{tf}$ ;
- 2) beton bo'yicha ishonchliklik koeffitsienti  $\gamma_{bc}$  va  $\gamma_{bt}$ ;
- 3) armatura bo'yicha ishonchliklik koeffitsienti  $\gamma_s$ ;
- 4) beton va armaturaning ish sharoiti koeffitsienti  $\gamma_{bi}$ ,  $\gamma_{si}$ ;

5) yuklarning uyg'unlashuvi bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_{lc}$ .

**Chegaraviy holatlarning birinchi guruhi bo'yicha hisoblash** orqali konstruksiyalar buzilishining (mustahkamlikka hisoblash), konstruksiya shakli ustivorligi yo'qolishining (ustivorlikka hisoblash), charchash natijasida buzilishining, ko'p karra takrorlanuvchi yuklar ta'sirida buzilishining, kuch omillari hamda noqulay tashqi muhitni (ketma-ket muzlash-erish, namiqish-qurish holatining o'zgarishi) zararli ta'siri ostida buzilishining oldi olinadi.

Chegaraviy holatlar usulida hisoblash yo'li bilan konstruksiyaning butun xizmati davomida, shuningdek tayyorlash, tashish va o'rnatish davrida yuk ko'tarish bo'yicha chegaradan chiqib ketmasligi ta'minlanadi. Chegaraviy holatlar birinchi guruhi bo'yicha hisoblash g'oyasini quyidagi tengsizlik orqali ifodalasa bo'ladi:

$$\sum N_{ni} \gamma_{lc} \leq \Phi[S; R_n \gamma / \gamma_m \gamma_n]. \quad (3.1)$$

(3.1) ifodaning chap qismi hisobiy zo'riqish bo'lib, hisobiy yuk va turli ta'sirlarning eng noqulay kombinatsiyalarida hosil bo'lgan maksimal zo'riqishni ifodalaydi. Bu zo'riqishning qiymati me'yoriy yuklardan hosil bo'lgan zo'riqish  $N_{ni}$  dan tashqari, yukning o'zgaruvchanligini e'tiborga oluvchi yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_f$  ga, vazifasi bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_n$  ga va (konstruksiyani real yuklanish sharoitini e'tiborga oluvchi) yuklarni uyg'unlashuvi koeffitsienti  $\gamma_{lc}$  ga bog'liqdir. Tabiiyki, hisobiy zo'riqish kesimning yuk ko'tarish qobiliyati  $F$  dan ortib ketmasligi kerak.  $F$  ning o'zi materialning me'yoriy qarshiligi  $R_{ni}$ ; materiallar bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_{mi}$ ; material va konstruksiyalarining ishlash sharoiti koeffitsienti  $\gamma_i$ ; yuk ko'tarish qobiliyatiga ta'sir etuvchi, geometrik va boshqa omillarga bog'liq bo'lgan  $S$  parametriga bog'liq miqdordir.

**Chegaraviy holatlarning ikkinchi guruhi bo'yicha** bajariladigan hisob-kitoblar konstruksiyaning me'yoridan ortiqcha deformatsiyalanishi (solqilik, burilish burchaklari) va tebranishlarni oldini oladi, yoriqlarning paydo bo'lishi, rivojlanishi va yopilishini tartibga soladi.

Ikkinchi guruh bo'yicha egilishga hisoblaganda, me'yoriy yuklardan hosil bo'lgan egilish  $\Delta$  me'yorda ko'rsatilgan ruxsat etilgan  $f$  dan ortib ketmasligi kerak.

$$\Delta \leq f / \gamma_n. \quad (3.2)$$

Bundan tashqari, temirbeton konstruksiyalar ularning yoriqbardoshligiga qo'yiladigan talablarga muvofiq yoriqlar paydo bo'lishiga hisoblanadi.

$$T \leq T_{erc}. \quad (3.3)$$

Yoki yoriqlar ochilishiga

$$a_{erc} \leq [a_{erc}]. \quad (3.4)$$

Konstruksiyalarni chegaraviy holatning birinchi guruhi bo'yicha hisoblash ularning hamma bosqichlarida (tayyorlash, tashish, montaj qilish yoki qurish va foydalanish (ekspluatatsiya qilish)) olib boriladi.

### 3.4. Yuklar va ta'sirlar

Ishlash jarayonida konstruksiya materiali turli xil ta'sirlar va turli xil yuklarni o'ziga qabul qiladi (3.1-jadv.). Ta'sirlar kuch ta'siri bilan (силовые) va kuch ta'sirisiz (несиловые) bo'lishi mumkin.

Jadval 3.1

Yuklarning sinflanishi

Yuklar va ta'sirlar	Doimiy	Qurilish konstruksiyalari vazni, tuproq og'irligi va bosimi, oldindan uyg'otilgan zo'riqish va boshqalar	
	Vaqtincha (muvaqqat)	Uzoq muddatli	Jihozlar vazni, gaz, suyuqlik va sochiluvchan jism bosimi, bitta krandan tushgan yuk va boshqalar
		Qisqa muddatli	Odamlar vazni, kranlar, telferlar, vaqtincha jihozlar, qor og'irligi, shamol bosimi va boshqalar
		Maxsus	Zilzila va portlash ta'siri, avariya yuklari, gruntning notekis cho'kishidan hosil bo'lgan yuklar

Kuchli yuklarga, ya'ni tashqi kuch sifatida ta'sir etadigan yuklarga quyidagilar kiradi:

- foydali yuklar, ya'ni konstruksiya qabul qilishi lozim bo'lgan yuklar (mashina va asbob-uskunalar vazni, texnologik materiallar hamda odamlar og'irligi kabilar);
- zilzila va dinamik kuchlar ta'sirida vujudga kelgan inersion yuklar va hokazo.

Harorat, namlik, radiatsiya, zararli muhit kabi ta'sirlar kuchsiz, ya'ni kuchga bog'liq bo'lmagan ta'sirlarga kiradi.

Temirbeton konstruksiyalarini hisoblash nazariyasi ana shu ta'sirlarning barchasini inobatga ola bilishi zarur.

Hisoblash jarayonida ishtirok etadigan yuklarni belgilashda konstruksiyani mustahkam va, ayni bir paytda, tejamli bo'lishini yodda tutishimiz lozim. Yuklar konstruksiyaning vazifasiga qarab turlarga ajratiladi. Me'yoriy yuklarni turlari "Yuklar va ta'sirlar" deb nomlangan

qurilish me'yorlari va qoidalarida (QMQ 2.03.01-97) batafsil bayon etilgan [12]. Me'yoriy yuklar konstruksiyaning tejamlilik talablariga javob beradigan tarzda belgilanadi.

Loyihalash jarayonida konstruksiya va uni tayyorlash, saqlash, tashish paytida, shuningdek inshootni tiklash davrida ta'sir etadigan yuklarni e'tiborga olish lozim bo'ladi. Hisob ishlarida yuklarni me'yoriy va hisobiy qiymatlaridan foydalaniladi. Konstruksiyadan o'z me'yorida foydalanish chog'ida me'yor [13] bo'yicha unga qo'yilishi mumkin bo'lgan yuklarning maksimal qiymati me'yoriy deb ataladi.

Yukning haqiqiy qiymati bilan me'yoriy qiymati orasidagi farq yuklar bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti yordamida hisobga olinadi. Bu koeffitsientning qiymati ko'pincha birdan katta bo'ladi ( $\gamma = 1,1 \dots 1,3$ ), konstruksiyaning o'zi hisobiy yuk ta'siriga hisoblanadi.

Hisobiy yukni aniqlash uchun me'yoriy yuk  $g_n$  ishonchlilik koeffitsientiga ko'paytiriladi, ya'ni  $q = g_n \gamma$ .

Konstruksiyaga ta'sir etadigan yuklar doimiy yoki vaqtincha (muvaqqat) bo'ladi. Konstruksiya yoki inshootning butun umri davomida unga ta'sir etib turadigan yuk doimiy yuk deyiladi.

Muvaqqat, ya'ni vaqtincha ta'sir etadigan yuklar uch turga bo'linadi: uzoq muddat va qisqa muddat ta'sir etadigan, hamda maxsus yuklar. Texnologik jarayonlarga bog'liq bo'lgan ta'sirlar uzoq muddatli muvaqqat yuklarga kiradi. Masalan, elevatorga to'ldirilgan don yilning ma'lum muddati davomida konstruksiyaga bosim kuchi bilan ta'sir etadi, shamol, qor singari ta'sirlar qisqa muddatli yuklarga misol bo'la oladi. Zilzila va portlash kuchlari kabi ta'sirlar maxsus yuklarga kiradi.

### **3.5. Vaqtinchalik yuklarning ehtimoliy tavsiflari va ularning uyg'unlashuvi. Ishonchlilik koeffitsientlari**

Barcha ta'sirlar *me'yoriy* va *hisobiy* turlarga ajratiladi [3, 12 - 14]. Yuklar ta'sirning alohida bir turi hisoblanadi. Yuklarning asosiy tavsiflari - ularning me'yoriy tavsiflaridir. Transport inshootlaridan normal foydalanganda, qiymatiga ko'ra eng katta ehtimoliy yukga yaqin bo'lgan yuklarga me'yoriy yuklar deyiladi. Ular eng ko'p takrorlanadigan yuk hisoblanadi. Me'yoriy yuk qiymatlari loyihalash me'yorlari tomonidan, avvaldan berilgan o'rtacha yuklar qiymatining ortishi asosida belgilanadi va nominal, yo haqiqiy qiymatlarga teng deb olinadi. Yuklarning me'yoriy qiymatdan o'zgaruvchanlik yoki normal foydalanish shartlaridan noxush (katta yo kichik) tarafga chetlashishi tufayli ehtimol tutilgan og'ishi xuddi ana shu me'yoriy hujjatlar bo'yicha yuk turiga bog'liq ravishda qabul



qilinadigan yuk bo'yicha ishonchlilik  $\gamma_f$  koeffitsienti bilan hisobga olinadi.

Ularning me'yoriy qiymatlarini tegishli ishonchlilik koeffitsientlariga ko'paytirish yo'li bilan olinadigan yuk va ta'sirlar *hisobiy* deb hisoblanadi:

$$F = F_n \gamma_f; \quad q = q_n \gamma_f. \quad (3.5)$$

Chegaraviy holatlarning birinchi guruhi bo'yicha hisoblashda, odatda,  $\gamma_f > 1$ . Bu holda hisobiy yuklar inshootdan foydalanish vaqtidagi eng katta ehtimoliy yuklardan iborat bo'lib, ularni chegaraviy yoki o'ta katta (so'nggi) yuklar deb atash mumkin. Shunday qilib, yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti noto'g'ri belgilangan me'yoriy yukka foydalanish tajribasidan olingan chegaraviy yuk asosida o'zgartirishlar kiritadi. Har bir yuk o'z ortiqcha yuklanish koeffitsientiga ega ekanligi, hamma yuklar uchun bir xil zaxira koeffitsienti yoki ruxsat etilgan kuchlanishlar bo'yicha hisoblashga nisbatan tejamliroq konstruksiyalar loyihalash imkonini beradi. Masalan, temirbeton konstruksiyalarni sindiruvchi kuchlar bo'yicha bir xil zaxira  $K = 2$  koeffitsienti bo'yicha hisoblashda, doimiy yukning foydalanish jarayonida ikki marotaba ortib ketishini iloji yo'qligiga qaramay, ham doimiy, ham vaqtinchalik yuk ko'paytirilar edi. Bu kabi noaniqlik materialning ortiqcha sarflanishiga olib kelardi.

Konstruksiya mavjudligi paytida namoyon bo'lishi mumkin bo'lgan yuk hisobiy yuk deb nomlanadi. Konstruksiyalarni bevosita hisoblash uchun, yuklarning me'yoriy emas, balki hisobiy qiymatlari aniqlanib, ular me'yoriy yukni konstruksiyalarning *vazifasi* ( $\gamma_n$ ) va *yuk bo'yicha ishonchlilik* ( $\gamma_f$ ) koeffitsientlariga ko'paytirish orqali aniqlanadi. Vazifasi bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_n \leq 1$  transport inshootlari mas'uliyati va kapitaliligi (ular sinfi) hamda u yoki bu chegaraviy holatlar kelib chiqishining oqibatlari ahamiyatlarini hisobga oladi. Statistika ma'lumotlari mavjud bo'lganda, yuklarning hisobiy qiymatlarini bevosita ulardan ortishini berilgan ehtimolliigi bo'yicha aniqlashga yo'l qo'yiladi [3].

1-sinf. Asoslangan holda o'ta muhim xalq xo'jaligi va (yoki) ijtimoiy ahamiyatga ega bo'lgan transport inshootlari (issiqlik va atom elektrostansiyalari, televizion minoralar, balandligi 200 m dan katta bo'lgan quvurlar, neft mahsulotlari uchun hajmi 10 ming m<sup>2</sup> dan katta bo'lgan rezervuarlar, usti yopiq sport va tomosha inshootlari, o'quv muassasalari, muzeylar, shifoxonalar va h.k.) uchun yuqori narh yoki ko'plab odamlar jamlanishi, yo bu jihatlarning har ikkisi xosdir. Shu sababli ular yuqori darajadagi ishonchlilikka ega bo'lishi talab etilib, ularning vazifasi bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_n = 1$  ga teng.

2-sinf. Bu sinfga 1 va 3-sinfga oid bo'lmagan sanoat va fuqarolik bino va inshootlari kiradi. Ular tarkibidan eng ommaviy ko'rinishdagi inshootlar

joy olgan. Ular birinchi darajali o'rin tutmasa ham, biroq xalq xo'jaligi va (yoki) ijtimoiy nuqtai nazardan muhim ahamiyatga ega. Bu holda koeffitsient  $\gamma_n = 0,95$  ga teng bo'ladi.

3-sinf. CHeklangan xalq xo'jalik va (yoki) ijtimoiy ahamiyatga ega bo'lgan, hamda katta moddiy qiymati yo'q va doimiy odamlar bo'lib turmaydigan inshootlar (qadoqlash va navlarga ajratish ishlari bajarilmaydigan omborlar, bir qavatli uylar, muvaqqat binolar, aloqa va yoritish tayanchlari, to'siqlar) uchun koeffitsient  $\gamma_n = 0,9$  deb olinadi. Xizmat muddati 5 yilgacha bo'lgan muvaqqat transport inshootlari uchun  $\gamma_n = 0,8$  deb qabul qilishga yo'l qo'yiladi.

$\gamma_n$  koeffitsientining qiymatlari hozircha o'ta ehtiyotkorlik bilan belgilangan bo'lib, qat'iy qilib aytganda, ishonchlilik ortishiga bog'liq ravishda oshib boradigan inshootni tiklash xarajatlarini, hamda ishonchlilik ortishi bilan xavfi kamayib boradigan ishdan chiqishlar oqibatlarini oqilona muvofiqlashtirish vazifasini hal etish maqsadidan kelib chiqish talab etiladi. Ushbu vazifa hatto sof iqtisodiy nuqtai nazardan ham ancha murakkab bo'lib, ishonchlilik sathi pasaygan sari odamlar hayoti uchun paydo bo'ladigan xavf, tarixiy va badiiy qadriyatlarni saqlab qolish, iqtisodiy jihatdan baholab bo'lmaydigan boshqa omillarni hisobga olish kerak bo'ladi. Bu masala hamon hal qilinmagan bo'lishiga qaramay, uning qo'yilishi, asosiy tamoyillar shakllanganligi qurilish konstruksiyalari ishonchliligini ta'minlash qoidalarini tiklanayotgan ob'ekt maqsadi va mas'uliyat darajasiga bog'liq ravishda nisbatan asosli ravishda me'yorlashtirish imkonini berdi.

Yuk bo'yicha ishonchlilik  $\gamma_f$  koeffitsientlari yuklarning ular me'yoriy qiymatlaridan noxush (katta yo kichik) tomonga o'zgarish ehtimolini hisobga oladi. Masalan, konstruksiya massasidan tushadigan me'yoriy yuklar uning hajmi va materialning o'rtacha zichligi bilan belgilanadi. Biroq, tayyorlash jarayonida konstruksiya o'lchamlari kattalashtirilishi yoki kichiklashtirilishi mumkin. Me'yorlarda o'z massasidan tushadigan yuk bo'yicha quyidagi ishonchlilik koeffitsientlari qabul qilingan: metall konstruksiyalar uchun  $\gamma_f = 1,05$ ; zichligi  $1600 \text{ kg/m}^3$  dan katta bo'lgan tosh (g'isht) li, armatoshli, yog'och, temirbeton va beton konstruksiyalar uchun  $\gamma_f = 1,1$ ; zichligi  $1800 \text{ kg/m}^3$  dan kichik, zavod sharoitida yasaladigan beton konstruksiyalar uchun  $\gamma_f = 1,2$ ; qurilish maydonida bajariladigan beton konstruksiyalar, shuningdek tekislash, izolyasiyalash va bezak qatlamlari uchun,  $\gamma_f = 1,3$ ; qor yuki bo'yicha ishonchlilik koeffitsientlari  $\gamma_f = 1,4 \dots 1,6$ . Qator hollarda, agar bu konstruksiya ish sharoitlarini yomonlashtiradigan bo'lsa, ortiqcha yuk tushish koeffitsienti 1 dan kam bo'lishi ham mumkin. Masalan, konstruksiyalarning o'z massasi turg'unlik, sirpanish,

suzib chiqishga hisoblashda  $\gamma_f = 0,9$  deb qabul qilinadi. Qisqa muddatli yuklar tiklash bosqichida  $\gamma_f = 0,8$  dan boshlab olinadi.

Material zichligi ham o'zgarishi mumkin. Agar konstruksiya materialining haqiqiy zichligi loyiha bo'yicha zichligidan og'ishi 10% dan ortmasa, hisoblashga 1,1 ga teng bo'lgan yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti kiritiladi. Massa konstruksiya ishiga ijobiy ta'sir ko'rsatganida  $\gamma_f$  koeffitsienti 0,9 deb qabul qilinadi. Sovuq o'tkazmaydigan material zichligining o'rtacha qiymatdan og'ishi va uning namlanish imkoniyati  $\gamma_f$  koeffitsienti 1,2 yoki 1,3 deb olinadi.

*Qor* va *shamol* me'yoriy yuklari uzoq muddatli meteorologiya kuzatuvlari ma'lumotlari asosida belgilanadi. Ulardan birinchisi shamoldan himoyalangan gorizontalar uchastkada qor qatlami vaznining o'rtacha arifmetik (kamida 10 yillik davr uchun) iqlimiy hudud hamda qoplama profiliga bog'liq ravishda aniqlanadi (I hudud uchun 0,5 KPa gacha va IV hudud uchun 2,5 KPa gacha). Qor yuklari uchun koeffitsient  $\gamma_f = 1,4...1,6$  bo'lsa, shamol yuki uchun – 1,2...1,3. SHamolning me'yoriy yuklari shamolning tezlik bosimiga (kamida 5 yillik davr uchun shamol tezligiga oid statistika ma'lumotlari bo'yicha) bog'liq ravishda, hamda bino yoki inshootning aerodinamik tavsiflaridan kelib chiqib aniqlanadi. SHamol yuki nafaqat shamolning u ta'sir ko'rsatadigan devorga faol bosim tariqasidagi, balki tom yopmasi va qarama-qarshi tarafdagi devorga ko'rsatadigan so'rish sifati ham hisobga olinadi. Ijtimoiy binolar orayopmalariga odamlar yig'ilishidan tushadigan me'yoriy yuk  $4 \text{ kN/m}^2$  ga teng deb qabul qilingan. U bir kvadrat metr orayopmada har birining og'irligi 80 kg dan bo'lgan 5 ta kishi joylashishi mumkin degan farazdan kelib chiqadi. Biroq, inson massasi 80 kg dan ortiq bo'lishi ham mumkin. SHu sababli yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_f = 1,2$  kiritilib, orayopmalarga tushadigan hisobiy yuk  $4,8 \text{ kN/m}^2$  ni tashkil qiladi.

Hisobiy yuklar kamdan-kam hollarda takrorlanadi. Masalan, shamol va qordan tushadigan yuk 10...15 yilda bir marta, qavatlar oralig'idagi orayopmalarga tushadigan yuk 15...20 yilda bir marta. Yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti chegaraviy holatlarning ikkinchi guruhi bo'yicha hisoblashda, odatda, 1,0 ga teng deb olinadi. Yoriqbardoshlikning 1-sinfiga taalluqli temirbeton konstruksiyalar uchun yoriqlar sodir bo'lishiga hisoblashda  $\gamma_f$  koeffitsient xuddi mustahkamlikka hisoblashdagi kabi qabul qilinadi.

Zarba sodir qiladigan va inshoot tebranishini keltirib chiqaradigan (kranlar, poyezdlar) dinamik yuklar ta'siri, foydalanish sharoitlarining o'zgarishi (texnologik asbob-uskunalar rekonstruksiyasi, binolar vazifasi o'zgarishi va b.) yuklarni yuklar bo'yicha ishonchlilik koeffitsientiga bog'liq bo'lmagan maxsus dinamik koeffitsientiga ko'paytirish orqali

hisobga olinadi. Misol uchun, yig'ma konstruksiya elementlarini ularni ko'tarish, tashish va montaj qilishda yuzaga keladigan kuchlar ta'siriga hisoblashda element massasidan tushadigan yuk ularni hisoblashda tashishda – 1,6 ga, montaj chog'ida esa – 1,4 ga teng bo'lgan dinamik koeffitsient bilan kiritiladi. Bu holda element massasi uchun yuk bo'yicha ishonchlilik koeffitsienti 1,0 ga teng deb olinadi.

Ta'sir qilish davomiyligiga ko'ra yuk va ta'sirlar inshootdan to'liq foydalanish davrida ta'sir qiladigan *doimiy* (uning qismlari vazni, grunt vazni va bosimi, konstruksiyalarning oldindan zo'riqtirish ta'siri), ham *vaqtinchalik* yuk va ta'sirlarga bo'linib, ularning qiymati hamda inshoot yoki konstruksiyada joylashish o'rni foydalanish jarayonida va vaqtga bog'liq ravishda o'zgarib, muayyan foydalanish davrlarida ular butkul yoki qisman bo'lmasligi mumkin. Vaqtinchalik yuk va ta'sirlar, o'z navbatida, *uzoq davom etadigan* yuklarga (statsionar uskunalar vazni, gaz, suyuqlik va sochiluvchan jismlar bosimlari, omborlar, kutubxonalar, sovutgichlar, hujjatxonalar orayopmalari va devorlariga tushadigan kuchlar, statsionar uskunalarining iqlimiy va harorat texnologik ta'sirlari, asosning notekis deformatsiyasi ta'sirlari, materiallarning kirishishi va salqiligi ta'siri, qor qatlami qismining og'irligi va h.k.) hamda *qisqa muddatli yuklarga* (odamlar, mebel va engil uskunalar, ta'mirlash materiallari vazni, qurilish konstruksiyalarini tayyorlash, tashish va tiklashda yuzaga keladigan yuklar, harakatdagi va ko'tarish-transport uskunasiidan tushadigan yuklar, qor, shamol yuklari, iqlimning yaxmalak va harorat ta'sirlari) hamda *alohida yuk va ta'sirlarga* (seysmik va portlash ta'sirlari, texnologiya jarayonlarining keskin buzilishi yoki uskunalar ishdan chiqishi, asoslar notekis cho'kishi yoki karstli hududlarda er yuzasining deformatsiyalanishi tufayli yuzaga keladigan ta'sirlar va h.k.) ajraladi.

*Yuk va ta'sirlar* ularning yuzaga kelish yoki ro'yobga chiqish ehtimoliga bog'liq ravishda tasniflanadi [3]. Kombinatsiyalarda zamon va makon korrelyatsiyasi hisobga olinishi shart. Yuqorida qayd etilgani kabi, ko'priklarga ta'sir etadigan yuklar, shuningdek konstruksion materiallar mustahkamligi tasodifiy qiymat hisoblanadi. Doimiy yuklar ehtimoligining taqsimlanishi aksariyat hollarda taqsimlanish zichligi quyidagicha bo'lgan normal qonun bilan (Gauss qonuni) yaxshi bayon etiladi [11]:

$$p(S_{i,p}) = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{S_{i,p} - \bar{S}}{2\sigma_i^2}}, \quad (3.6)$$

bu erda  $S_{i,p}$  –  $i$ -doimiy yuk ta'siri – tasodifiy qiymat;  $\bar{S}$  –  $S_{i,p}$  qiymatni matematik natijasi (o'rtacha);  $\sigma_i$  –  $S_{i,p}$  qiymat (o'rtacha kvadratik og'ishuv)

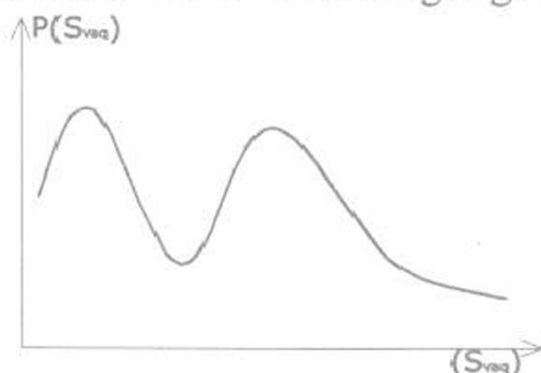
standarti.

Doimiy yuklarning *me'yoriy qiymatlari* sifatida, odatda, ularning o'rtacha qiymatlari qabul qilinadi.

Doimiy yuklarning  $S_{i,p}$  *hisobiy qiymatlari* ushbu yuklar tasodifiy qiymatlarining o'rtachasidan zaxira kamayishi tomonga ehtimoliy og'ishuvlarini hisobga oladi. An'anaviy tarzda  $P$  hisobiy qiymatlarning ta'minlanganligi og'ishuvga muvofiq o'rtacha qiymatdan  $3\sigma$  («uch sigma» qoidasi), ya'ni  $P=0,9986$  deb qabul qilinadi.

Konstruksiyalarning o'z og'irligidan tushadigan yuklar yoyilishi, odatda, tayyorlash va montajga beriladigan ruhsatlar bilan cheklangan; bunda variatsiya koeffitsienti, ya'ni standartning o'rtachasi ( $V-\sigma/S$ ) ga nisbati 0,02 dan 0,03 gacha bo'lgan oraliqda joylashgan. Shu sababli o'z og'irligidan tushadigan yuklarga ishonchlilik koeffitsientlari 1,1 yoki 0,9 ga teng deb qabul qilinadi (so'nggi qiymat o'z og'irligidan tushadigan yuk elementdagi umumiy kuchni kamaytirgan hollarda). Boshqa doimiy yuklar ancha ko'proq yoyilgan bo'lib, mos ravishda ular uchun ishonchlilik koeffitsientlari ham 1,3 dan 2,0 ga qadar oraliqda olinadi.

Avtotransportdan vaqtinchalik tushadigan yuklar ( $S_{vr}$ ) ehtimolining taqsimlanishi ikki modalli shaklga ega (3.2-rasm):



3.2-rasm. Avtotransport vositalaridan ko'prikda yuk taqsimlanish zichligining xarakterli ko'rinishi

Bu grafikdagi dastlabki ko'tarilish engil va kichikroq yuk mashinalari ta'siri bilan bog'liq bo'lib, inshootning yuk ko'tarish imkoniyatini belgilab bermaydi. Shuning uchun uni tahlilga qo'shmasa ham bo'ladi. Ikkinchi ko'tarilish esa og'ir vaznli yuk avtomobillari (uch o'qli yuk mashinalari, ko'p o'qli furalar, avto) ta'sirini aks ettiradi va muayyan yaqinlashish orqali normal taqsimlanish qonuni bilan bayon etilishi mumkin. Bunda normal foydalanish sharoitlarida maksimal ta'sir qiladigan yukka muvofiq keladigan me'yoriy yuk  $S_n$  esa o'rtacha  $S$  yukdan 3...4 standart, hisobiy  $S_r$  yuk esa 5...6 standart uzoqda joylashadi, ya'ni

$$S_i = \bar{S} + (3...4)\sigma; \quad S_\delta = \bar{S} + (5...6)\sigma. \quad (3.7)$$

Aytish lozimki, me'yoriy va o'rtacha yuklar o'rtasidagi standartlarda

ifodalangan farq oraliq uzunligi kattalashgani sari foydalanish yuklari ham kengroq joylashishi oqibatida ortib boradi. Shu bilan birga, hisobiy muvaqqat yuklarga kiritilgan zaxiralar kamayib boradi, chunki oraliq kattalashib borishi bilan umumiy kuchda ushbu yuklarning ulushi kamayib boradi. Vaqtinchalik yuk uchun variatsiya koeffitsienti  $v = 0,20 \dots 0,30$  ga teng bo'lib, oraliq uzunligi kattalashgan sari kamayib boradi.

Kichik yuklash uzunliklari uchun avtomobil yuklariga (qatnov qismi plitalarini hisoblash) va katta oraliqlar uchun ishonchlilik koeffitsientlarini tahlil qilib chiqaylik. Bunda mos ravishda yukning statistika parametrlarini ularning oraliqqa bog'liqlik turini hisobga olib qabul qilinadi.

**Plita.** Qatnov qismi plitasiga vaqtinchalik yuklar uchun variatsiya koeffitsientini  $v = 0,3$ , me'yoriy yukdan tushadigan kuchni  $S_H = \bar{S} + 3\sigma$ , hisobiy yukdan tushadigan kuchni  $S_p = \bar{S} + 6\sigma$  deb qabul qilish mumkin.

Ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma$  hisobiy va me'yoriy yuklardan tushadigan kuchlar nisbati bilan belgilanadi.

$$\gamma = S_p/S_n = (1+0,3 \cdot 6) / (1+0,3 \cdot 3) = 1,47. \quad (3.8)$$

Me'yorlarda AK yuk mashinasi uchun ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma = 1,5$  ga teng deb qabul qilingan.

**Katta oraliqlar.** Katta oraliqlardagi muvaqqat yuklar uchun variatsiya koeffitsienti  $v = 0,2$ ; me'yoriy yukdan tushadigan kuch  $S_H = \bar{S} + 4\sigma$ ; hisobiy yukdan tushadigan kuch  $S_p = \bar{S} + 5\sigma$ .

Ishonchlilik koeffitsienti

$$\gamma = S_p/S_n = (1+0,2 \cdot 5) / (1+0,2 \cdot 4) = 1,11. \quad (3.9)$$

Amaldagi me'yorlarda AK sxemasidagi taqsimlangan yuk uchun ishonchlilik koeffitsienti 1,2 ga teng. Yangi me'yorlar loyihasida – 1,15.

**Vaqtga bog'liq ravishda o'zgaradigan ta'sirlar** [3-7]: 1) doimiy amal qiladigan yuk va ta'sirlar (konstruksiyaning o'z og'irligi, armaturani dastlabki taranglatish kuchlari, cho'kish va siljuvchanlik ta'sirlari, ko'tarma og'irligidan grunt bosimi va b.); 2) muvaqqat yuklar (harakatdagi tarkibdan foydali yuk, shamol hamda markazdan qochma kuchdan gorizontol ko'ndalang yuk, tormozlanish yoki tortish kuchidan gorizontol bo'ylama yuk, harakatdagi tarkibdan grunt bosimi); 3) alohida ta'sirlar (seysmik ta'sirlar, transport vositalarining bosimi, poyezdlar katta tezlik bilan harakatlanishida harakatdagi temir yo'l tarkibidan olinadigan dinamik zarbalar).

**Makonda o'zgaradigan ta'sirlar:** 1) erkin (avtomobillar yuki); 2) qisman qayd etilgan (poyezd, tramvay yuklari); 3) qayd etilgan yuklar (turli kranlar).

**Boshqa belgilariga ko'ra tasniflash:** 1) ta'sir xarakteriga ko'ra (statik, dinamik); 2) qisqa muddat davom etadigan ta'sirlar; 3) uzoq muddat davom etadigan ta'sirlar; 4) deformatsiyalarning kuchli cheklanish sharoitidagi ta'sirlar (harorat-kirishish tufayli kelib chiqqan).

**Yuk va ta'sirlar uyg'unligi:** Bir vaqtning o'zida yuzaga keladigan ta'sirlarning ustma-ust tushishi eng noxush kombinatsiyalar shaklida amalga oshiriladi. Bunda ular birga kelishiga oid quyidagi qoidalarga rioya qilish lozim:

1) doimiy va vaqtinchalik yuk va ta'sirlar barcha hisobiy kombinatsiyalarda mavjud bo'lishi shart;

2) muvaqqat va alohida yuk va ta'sirlarni (hisob-kitobni soddalashtirish maqsadida) birgalikda yuzaga kelib, bir-biriga qattiq bog'liq bo'lgan va maksimal qiymatga bir vaqtda erishadigan uyg'unliklarda ko'rib chiqish maqsadga muvofiq (masalan, muvaqqat vertikal yuk, tormoz kuchi va markazdan qochma kuch). Ta'sirlarni, ularga biroz o'zgartirish kiritib, maksimal qiymatlari makon va zamonda mos tushish ehtimoli juda kichik bo'lgan mustaqil ta'sirlar sifatida ko'rib chiqish lozim (masalan, muvaqqat vertikal yuk va shamol yuki). Bu erda biz faqat qurilish konstruksiyasining statik hisobiga qo'yiladigan eng asosiy talablar haqida so'z yuritib, inshootlar turli muayyan statik tizimlarining ichki kuchlarini aniqlash tafsilotlariga to'xtalib o'tirmadik. Bunday tizimlarning qurilish mexanikasi tegishli maxsus adabiyotlarda etarli darajada to'liq keltirilgan. Aniqlangan kuchlar ishonchlilikka ham determinatsiyalangan, ham ehtimoliy shaklda hisobiy baholash uchun zarur.

Konstruksiyaga ta'sir etadigan real yukni aniqlash uchun yuklarning qaysi turlarini qo'shish mumkinligini bilish zarur. Bu muammo qurilish me'yorlarida [12 – 14] hal etilgan, ya'ni qanday hollarda qanday yuk va ta'sirlar qo'shilishi mumkinligi belgilab qo'yilgan (3.2-jadv.).

Jadval 3.2

### Yuklarning qo'shish tarhi (uyg'unlashuvi)

Yuklarni qo'shish tarhi	Asosiy qo'shilmalar	I guruh	Doimiy yuk
			Uzoq muddatli yuk
			Bitta qisqa muddatli yuk
		II guruh	Doimiy yuk
			Uzoq muddatli yuk
			Ikkita va undan ortiq qisqa muddatli yuklar $\gamma_f = 0,9$
	Maxsus qo'shilmalar	Doimiy yuk	
		Uzoq muddatli yuk	
		Qisqa muddatli yuk $\gamma_f = 0,8$	
		Yakka maxsus yuk	

Birinchi guruh bo'yicha asosiy qo'shimchalarga doimiy, uzoq muddatli va bitta qisqa muddatli yuklar kiradi. Qisqa muddatli yuklarni hisobga kiritishda qo'shimmalar koeffitsienti  $\gamma_s = 0,9$  olinadi.

Yuklarning maxsus qo'shimmalari doimiy, uzoq muddatli, qisqa muddatli va bitta maxsus yukdan tashkil topadi. Bunda qisqa muddatli yuklar  $\gamma_s = 0,8$  koeffitsientiga ko'paytiriladi, maxsus yuk esa to'laligicha olinadi.

Odatda, konstruksiyaga bir necha xil yuklar ta'sir ko'rsatadi. Konstruksiyani barcha hisobiy yuklar bir vaqtning o'zidagi ta'siriga hisoblash ortiqcha mustahkamlik zaxirasi va materialning ortiqcha sarfini beradi. SHu bilan birga, barcha hisobiy yuklar kichik qiymatga ega bo'lgan holda ular bir vaqtning o'zida amal qilishi ehtimoli juda kam. Bir vaqtning o'zida ikki yoki bir necha muvaqqat yuklar ta'sir qilganida konstruksiyalarning ham birinchi guruh, ham ikkinchi guruh chegaraviy holatlari bo'yicha hisobi ushbu uyg'unliklarning eng noxush birikib kelishini hisobga olib bajarilishi lozim. Hisobga olinadigan yuklar tarkibiga bog'liq ravishda doimiy, uzoq muddatli va qisqa muddatli yuklardan iborat *asosiy uyg'unliklar*, hamda doimiy, uzoq muddatli va ehtimoliy qisqa muddatli va alohida yuklarning biridan tarkib topgan *alohida (favqulodda) uyg'unliklarni* farqlaydilar. Bunda hisob-kitobga kiritiladigan muayyan qisqa muddatli yuk tegishli uzoq muddatli yukda hisobga olingan qiymatga kamaytirilib qabul qilinadi.

Ushbu uyg'unliklar turli yuklar bir vaqtning o'zida amal qilishiga oid real variantlardan kelib chiqib, ba'zi yuklar ishtirok etmasligi yoki ularning ta'sir qilish sxemasi o'zgarishini hisobga olgan holda belgilanadi. Bir qancha tasodifiy ta'sirlarning bir vaqtda amal qilish ehtimoli kamligi, odatda, barcha ta'sirlar amal qilishidan olingan yuk samaralari summasini uyg'unlashuv koeffitsienti  $\gamma_s$  ga ko'paytirish yo'li bilan hisobga olinadi. Uyg'unlashuv koeffitsienti, odatda, umumiy yuk samarasi va alohida ta'sirlarning hisobiy qiymatlarini teng ta'minlanganligi sharti va hisobga olinayotgan ta'sirlar turi, hamda ularning umumiy yuk samarasi tarkibidagi ulushiga bog'liq bo'ladi. Masalan, ko'p qavatli binolarda bir vaqtning o'zida kuchli shamol, qoplamaning eng katta qor yuki hamda barcha orayopmalarda maksimal foydali yuk ta'siri amal qilishi ehtimoldan yiroq va deyarli mumkin emas. Ushbu omilni hisobga olish uchun,  $\gamma_s < 1$  uyg'unlashuv koeffitsienti kiritiladi va u bir vaqtning o'zida bir necha tasodifiy yuklarning amal qilish ehtimolini hisobga oladi. Uyg'unlik koeffitsientlari qiymatlari QMQ 2.01.07 – 85 «Yuk va ta'sirlar» me'yorida belgilab berilgan. Ushbu me'yorlarda uyg'unliklarning birgalikdagi



koeffitsienti va umumiy hisobiy kuch qo'llanilib, u, misol uchun, quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$S = \gamma_c \sum S_i. \quad (3.10)$$

Ko'plab xorijiy me'yorlarda alohida uyg'unlik koeffitsientlari qo'llanilib, ular quyidagi ko'rinishdagi bog'liqliklarga olib keladi:

$$S = S_i \sum \gamma_c. \quad (3.11)$$

Ba'zi hollarda nisbatan murakkab ierarxik bog'liqliklar ham qo'llanilib, ular ham qo'shilgan, ham alohida uyg'unlik koeffitsientlarini o'z ichiga oladi.

Uyg'unlik tarkibiga kirgan yuklarning fizik mohiyatini ma'lum jihatdan bo'lsa ham hisobga olish zarurati uyg'unlik koeffitsientlari QMQ da etarlicha murakkab usul yordamida aniqlanishiga olib keladi (yuklar miqdoriga bog'liqlik, bir vaqtning o'zida hisobga olinadigan kran ta'sirlari miqdorini cheklash va h.k.).

Xorijiy me'yorlar odatda konstruksiyalarni turli yuklar uyg'unliklariga tekshirishning nisbatan soddaroq qoidalarini shakllantiradilar. Masalan, AQSh va Buyuk Britaniya me'yorlari doimiy ta'sirlar (DL), foydali vaqtincha (LL), shamol (WL), seysmik (EL) ta'sirlar kombinatsiyalarining hisob-kitobi, ya'ni yuklarning sakkiz xil ehtimoliy uyg'unliklarini tekshirib ko'rish taklif etiladi [3]:

- 1,4 DL
- 1,2DL + 1,6LL
- 0,9DL ± 1,3WL
- 1,2DL ± 1,3WL
- 1,2DL + 0,5LL ± 1,3WL
- 0,9DL + 1,0EL
- 1,2DL ± 1,0EL
- 1,2DL + 0,5LL ± 1,0EL.

Mazkur sharoitlarda Evrokod quyidagi kombinatsiyalarni tekshirishni tavsiya etadi:

- 1,35 DL
- 1,35DL + 1,50LL
- 1,35 DL ± 1,50 WL
- 1,00DL + 1,50WL
- 1,35 DL + 1,35 LL ± 1.35 WL
- 1,00 DL ± 1,00 EL
- 1,00DL + 1,5·0,3LL ± 1,0EL.

Yuklar taqdim etilgan kombinatsiyalar tarkibiga kirgan koeffitsientlar ko'rib chiqilayotgan yuklar uyg'unliklarini amalga oshirishining taxminan bir xil ehtimolini ta'minlash shartidan kelib chiqib tanlangan va kalibrlash (aniq bir o'lchamga keltirmoq) amaliyoti natijalariga ko'ra tanlab olinadi. Umuman, yuklar uyg'unliklari ahamiyatini ehtiyot bo'lib, shu bilan birga, yuklar uyg'unliklarining hisobga olish murakkabligi amaliy jihatdan maqbul vazifasi muammosi, bu erda yukning alohida turlarining chastota tavsiflari e'tiborga olinishi talab etilib, o'z echimini kutib turibdi. Konstruksiyalarni o'z ichiga bir qisqa muddatli yukni olgan asosiy uyg'unliklarga hisoblashda qisqa muddatli yuk qiymati pasayishsiz, ikki va undan ortiq qisqa muddatli yukni o'z ichiga olgan asosiy uyg'unliklarga hisoblashda esa ushbu yuklarning hisobiy qiymatlari  $\gamma_s = 0,9$  koeffitsientiga ko'paytiriladi. Asosiy uyg'unliklarga to'rt va undan ortiq qisqa muddatli yuk qo'shilganida uyg'unliklar koeffitsienti 0,8 ga teng. Konstruksiyalarni alohida uyg'unliklarga hisoblashda esa qisqa muddatli yuklarning hisobiy qiymatlari  $\gamma_s = 0,8$  koeffitsientiga ko'paytiriladi. Bu holda alohida yuk pasayishsiz qabul qilinadi. Bunda yuklar kamayishiga real vaziyatda barcha yuklarning bir vaqtning o'zidagi ta'siri kamdan-kam hollarda uchrashi sabab bo'lgan.

Konstruktiv elementga bir vaqtning o'zida ikki yoki bir nechta vaqtinchalik yuklar uyg'unliklarining ta'sirini me'yorlashtirishda yuklar uyg'unliklari koeffitsientlari *teng ishonchlilik tamoyilidan* kelib chiqib belgilanadi. Bu konstruktiv elementning istalgan yuk uyg'unliklariga buzilmay ishlashi ta'minlanganligi bir xil bo'lishi kerakligini bildiradi. Ko'priklarni loyihalashning avvalgi me'yorlarida vaqtinchalik yuklardan tushadigan umumiy ta'siriga yagona uyg'unlik koeffitsienti kiritilar edi. Tabiiyki, uning qiymati birdan kamroq qilib qabul qilinardi:

$$m \cdot \Sigma S_i \leq A \cdot [\sigma]. \quad (3.12)$$

Amaldagi me'yorlarda chegaraviy holatlar uslubiyotining rivojiga uyg'unlik koeffitsientlari tabaqalashtirilgan tarzda kiritiladi:

$m_1$  – asosiy vaqt yukiga  $S_{osn}$  va  $m_2 \leq m_1$  – barcha qolgan vaqtinchalik yuklarga  $\Sigma S_i$ .

$$m_1 \cdot S_{osn} + m_2 \cdot \Sigma S_i \leq A \cdot [R]. \quad (3.13)$$

Uyg'unlik koeffitsientlarining me'yoriy qiymatlarini quyidagicha tanlash mumkin. S ikki muvaqqat yuklar –  $S_1$  va  $S_2$  elementlariga umumiy ta'siri mavjud deb olaylik. Bu yuklar tasodifiy qiymat bo'lib (aniqlik kiritish maqsadida ular normal qonunga binoan taqsimlangan deb qabul qilamiz), ularning o'rtacha qiymatlari –  $\bar{S}_1$  va  $\bar{S}_2$ , standartlari esa mos

ravishda  $\sigma_1$  va  $\sigma_2$ .

Muvaqqat yuklar va ular uyg'unligi hisobiy  $S_p$  qiymatlarining  $n$  standartlarga ta'sirlarining o'rtacha qiymatidan oshishiga mos keluvchi ishonchlilik sathi berilgan, ya'ni:

$$S_{pi} = \bar{S}_1 + n \cdot \sigma_i. \quad (3.14)$$

Uyg'unlik koeffitsienti qiymati  $m_1$  ni olamiz va teng ishonchlilik tamoyilidan kelib chiqib,  $m_2$  qiymatini aniqlaymiz.

Tasodifiy qiymatlarni qo'shish qoidasiga binoan quyidagini olamiz:

$$\bar{S} = \bar{S}_1 + \bar{S}_2 \quad \text{va} \quad \sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2. \quad (3.15)$$

Shunda quyidagiga ega bo'lamiz:

$$S_{p1} = \bar{S}_1 + n \cdot \sigma_1; \quad S_{p2} = \bar{S}_2 + n \cdot \sigma_2; \quad S_p = \bar{S} + n \cdot \sigma.$$

Shu bilan birga  $S_r = m_1 \cdot S_{r1} + m_2 \cdot S_{r2}$ .

Bundan  $m_2 = (S_r - m_1 \cdot S_{r1}) / S_{p2}$ .

**Misol.**  $S_1$  va  $S_2$  – ikki vaqtinchalik yukning tasodifiy ta'sirlari;

$$\bar{S}_1 = 100; \quad \sigma_1 = 30; \quad \bar{S}_2 = 80; \quad \sigma_2 = 32;$$

hisobiy yuklarning ishonchlilik darajasi o'rtacha qiymatlardan 4 standart ortiq;  $m_1 = 0,9$ .  $m_2$  topilsin.

**Echim:**  $S = S_1 + S_2$  deb belgilaymiz.

$$\bar{S} = \bar{S}_1 + \bar{S}_2 = 100 + 80 = 180;$$

$$\sigma^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 = 900 + 1024 = 1924; \quad \sigma = \sqrt{1924} \approx 44;$$

$$S_{p1} = \bar{S}_1 + 4 \cdot \sigma_1 = 100 + 120 = 220;$$

$$S_{p2} = \bar{S}_2 + 4 \cdot \sigma_2 = 80 + 128 = 208;$$

$$S_p = \bar{S} + 4 \cdot \sigma = 180 + 176 = 356;$$

$$m_2 = (S_p \cdot m_1 \cdot S_{p1}) / S_{p2} = (356 - 0,9 \cdot 220) / 208 = 0,76 \approx 0,75.$$

### 3.6. Marka, sinf va betonning siqilishga hisobiy qarshiligi orasidagi nisbat

So'nggi vaqtga qadar beton mustahkamligi uning markasi orqali ifodalangan edi. Beton markasi – bu kgs/sm<sup>2</sup> larda ifodalangan siqilishga nisbatan o'rtacha mustahkamlik bo'lib, qirrasini 15 sm ga teng bo'lgan kubli namunalarning sinovi natijasida olinadi. Bukilishga ishlaydigan ko'priklar konstruksiyalari uchun M300, M400, M500 markalari, siqilish va

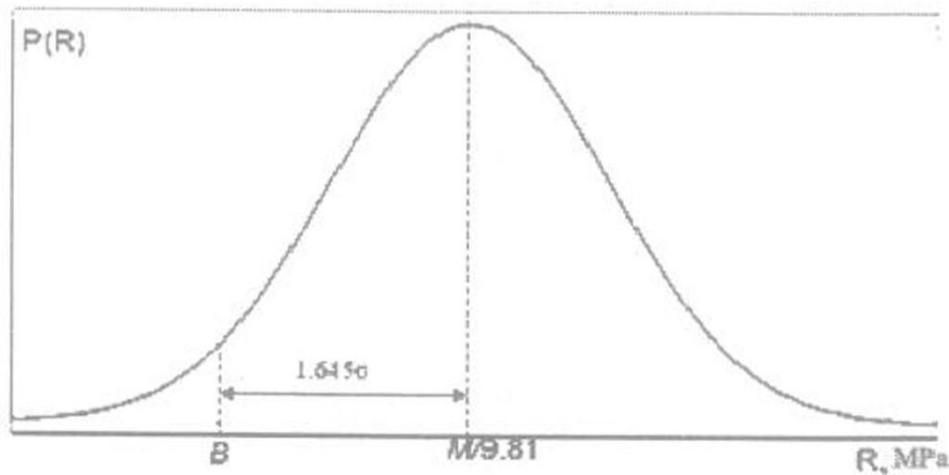
markazdan tashqari siqilishga ishlaydigan beton uchun M500 va M600 markalari olingan.

Amaldagi mahalliy va Evropa me'yorlarida beton mustahkamligi sinflar bilan tavsiflanadi. **Beton sinfi** – betonning 0,95 ta'minlanganlik darajasida siqilishga bo'lgan kubik mustahkamligi.

Betonning  $M$  markasi ( $\text{kgs/sm}^2$ ) va  $B$  sinfi (MPa) orasidagi nisbat mazkur formula bilan ifodalanadi [3]:

$$B = M \cdot (1 - 1,645 \cdot v) / g, \quad (3.16)$$

bu erda 1,645 –  $\sigma$  standartlarda ifodalanilgan 0,95 ta'minlanganlikka mos keladigan o'rtacha qiymatdan og'ishuv;  $v$  – beton mustahkamligining variatsiya koeffitsienti;  $g = 9,81 \text{m/s}^2$  – erkin tushish tezlashishi. Ushbu nisbat shuningdek 3.3-rasmda ham namoyish etilgan [11].



3.3-rasm. Beton markasi va sinfi orasidagi nisbat

Loyiha, smeta va boshqa dastlabki hisob-kitoblarda, masalan, sement sarfini aniqlash hisob-kitoblarida beton mustahkamligi variatsiyasi koeffitsienti mamlakat bo'yicha o'rtacha qiymatdan kelib chiqib,  $v = 0,135$  ga teng deb qabul qilinadi.

Bu holda

$$B \approx 0,08 M \quad (3.17)$$

kelib chiqadi.

Biroq, betonning kubik mustahkamligi va uning konstruktsiya tarkibidagi mustahkamligi chegaraviy bog'lanishlar va ish sharoitidagi farqlar tufayli jiddiy farqlanadi. Ulardan ikkinchisi, ayniqsa egilishda, prizmalı mustahkamlikka juda yaqin.  $R_b$  prizmalı mustahkamlik va beton sinfi orasidagi tajribalar yordamida aniqlangan bog'liqlik quyidagi ko'rinishga ega:

$$R_b = (0,77 - 0,001) \cdot B. \quad (3.18)$$

Masalan, betonning ko'priksizlikda eng ko'p qo'llaniladigan B30 va B40 sinflari uchun prizma mustahkamligining tegishli qiymatlari  $R_b = 0,74B$  va  $R_b = 0,73B$  ga teng.

Yuqorida qayd etilganidek, *betonning siqilishga hisobiy qarshiligi* mustahkamlik o'rtacha qiymatidan uch standart kamayish tarafiga og'ishiga muvofiq keladi. Bundan beton uchun ishonchlilik koeffitsientini olishimiz mumkin:

$$\gamma_b = R_b/R = (1 - 0,135 \cdot 1,645)/(1 - 0,135 \cdot 3) = 0,78/0,595 = 1,31.$$

Me'yorlarda beton uchun ishonchlilik koeffitsienti  $\gamma_b = 1,3$  ga teng deb olingan.

Shunday qilib, ko'priksiz betonlari uchun ish sharoitlari koeffitsienti  $\gamma = 0,9$  ni hisobga olgan holda betonning siqilishga hisobiy qarshiliklari sinfiga bog'liq ravishda quyidagi tarzda tayinlanadi:

$$R = (0,73B / 1,3) \cdot 0,9 \approx 0,5B. \quad (3.19)$$

Haqiqatda, QMQ 2.05.03-97 da B40 beton sinfiga siqilishga nisbatan 20 MPa hisobiy qarshilik muvofiq keladi.

## Foydalanilgan adabiyotlar

1. Аскарлов Б.А., Низомов Ш.Р., Кобилов Б.А. Темирбетон ва тош-гишт конструкциялари. –Т.: Ўзбекистон, 1997. – 357 б.
2. Ашрабов А.А., Зайцев Ю.В. Курилиш конструкциялари. –Т.: Ўқитувчи, 1988. –302 б.
3. AshraboV A.A., Raupov Ch.S. Foydalanishdagi transport inshootlarining ishonchliligi. 5A580603–"Ko'priklar va transport tonnellaridan foydalanish" mutaxassisligi talabalari uchun o'uv qo'llanma. Qismlar I va II. ToshTUMI, 2011. – 105 b. va – 97 b.
4. Ашрабов А. А., Раупов Ч. С. Основные определения и количественные показатели надежности строительных систем. Учебное пособие. ТашИИТ, 2005. – 83 с.
5. Ашрабов А.А., Раупов Ч.С. Методы вероятностных расчетов строительных конструкций. Учебное пособие. ТашИИТ, 2005. – 111 с.
6. Ашрабов А. А., Раупов Ч. С. Метод предельных состояний в проектировании конструкций зданий и сооружений. Учебное пособие. ТашИИТ, 2005. – 51 с.
7. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции. –М.: Стройиздат, 1991. –766 с.
8. Берген Р.И. и др. «Инженерные конструкции». –М.: Высшая школа, 1983. – 410 с.
9. Бондаренко В.М. Строительные конструкции. –М.: Стройиздат. 2004. –795 с.
10. Евланов Сергей Фёдорович. Материаловедение для транспортного строительства. //Технология, прочность и долговечность строительных материалов для транспортного строительства. Научные труды ОАО ЦНИИС. Вып. 239. –М.: ОАО ЦНИИС, 2007.
11. Зайцев Ю.В., Ашрабов А.А. Строительные конструкции. –Т.: «Мехнат»,1989. –340 с.
12. ҚМҚ 2.03.01–97. Бетон ва темирбетон конструкциялари. –Т.: Ўзархитеккурулиш, 1996. – 79 с.
13. ҚМҚ 11–6–97. Юк ва таъсирлар: Лойихалаш меъёрлари. –Т.: Ўзархитеккурулиш, 1997. – 60 с.
14. ҚМҚ 3.06.04–97 «Кўприklar ва кувурлар». Ўзархитеккурулиш, 1997.
15. Raupov Ch.S., Shermuxamedov U.Z. Qurilish fani va texnologiyalarining asosiy yo'nalishlari. O'quv qo'llanma. 5A340603 – «Ko'priklar va transport tonnellaridan foydalanish» mutaxassisligi

talabalari uchun mo'ljallangan. ToshTUMI. 2012. – 127 b.

16. <http://www.eatu.ru/bookpub/byt/96/index.pl>. Современные добавки для получения бетонов с высокими эксплуатационными свойствами.

## Mundarija

Kirish .....	3
<b>I bob. Qurilishda ishlatiladigan beton va po‘lat armaturaning fizik-mexanik tavsiflari.....</b>	<b>8</b>
1.1. Betonning fizik-mexanik xossalari va uning konstruksiyalarda qo‘llanishi .....	8
1.2. Armaturalarning fizik-mexanik xossalari va ularning konstruksiyalarda qo‘llanishi .....	15
1.3. Transport qurilishi uchun materialshunoslik .....	22
1.4. Temirbetonning mohiyati va uning xossalari .....	36
1.5. Oldindan zo‘riqqan temirbeton konstruksiyalar, armaturani mahkamlash.....	38
<b>II bob. Temirbeton konstruksiyalarni loyihalash asoslari va ularning kuchlanganlik holati.....</b>	<b>45</b>
2.1. Egiluvchi temirbeton elementlarni loyihalashning o‘ziga xos xususiyatlari .....	45
2.2. Egiladigan temirbeton elementlarning kuchlanganlik holati .....	53
2.3. Oldindan zo‘riqtirilgan konstruksiya armaturasidagi kuchlanishning yo‘qolishi.....	57
2.4. Oldindan zo‘riqqan temirbeton elementlardagi kuchlanishlarni aniqlash .....	61
<b>III bob. Qurilish konstruksiyalarini hisoblash asoslari va usullari .....</b>	<b>66</b>
3.1. Konstruksiyalar mustahkamligini ruxsat etilgan kuchlanishlar usulida hisoblash .....	66
3.2. Konstruksiyalar mustahkamligini sindiruvchi kuch usulida hisoblash.....	67
3.3. Konstruksiyalar mustahkamligini chegaraviy holatlar usulida hisoblash .....	68
3.4. Yuklar va ta’sirlar .....	70
3.5. Vaqtinchalik yuklarning ehtimoliy tavsiflari va ularning uyg‘unlashuvi. Ishonchlik koeffitsientlari .....	71
3.6. Marka, sinf va betonning siqilishga hisobiy qarshiligi orasidagi nisbat.....	82
Foydalanilgan adabiyotlar .....	85



**Choriqul Salixovich Raupov**

**TEMIRBETON KONSTRUKTSIYALARNI LOYIHALSHNING  
ILMIY ASOSLARI**

**O'quv qo'llanma**

**Qism I**

Muharrir: Qayumova H.T.  
Texnik muharrir va sahifalovchi: Tashbaeva M.X.

Nashrga ruxsat etildi 22.04.2013 y.  
Qog'oz bichimi 60×84/16. Hajmi 5,4 b.t.  
Adadi 7 nusxa. Buyurtma №8-3/2013  
ToshTYMI bosmaxonasida chop etildi  
Toshkent sh., Odilxo`jaev ko`chasi, 1-uy

Toshkent temir yo'l muhandislari instituti, 2013y.