

**TÜRKMEN POLITEHNIKI
INSTITUTY**

M.Çaryýew

**DEMIRBETON WE DAŞ
KONSTRUKSIÝALARY
I**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw
kitabý

Aşgabat – 2010

**M.Çaryýew, Demirbeton we daş
konstruksiýalary.**

**Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw
kitaby, Aşgabat – 2010 ý.**

SÖZBAŞY

Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde geljeginiz bolan ýaşlaryň dünýäniň iň ösen talaplaryna laýyk gelýän derejede bilim almagy üçin ähli işler edilýär.

Hormatly Prezidentimiz döwlet başyna geçen ilkinji gününden bilime, ylma giň ýol açdy, Türkmenistan ýurdumyzda milli bilim ulgamyny kämilleşdirmek boýunça düýpli özgertmeler geçirmäge girişdi.

Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň «Türkmenistanda bilim ulgamyny kämilleşdirmek hakynda» 2007-nji ýylyň 15-nji fewralyndaky Permany bilim ulgamyndaky düýpli özgertmeleriň başyny başlady.

Häzirki wagtda milli bilim ulgamyndaky döwrebap özgertmeler ýaş nesliň ýokary derejede bilim almagyna we terbiýelenmegine, giň dünýägaraýyşly, edep-terbiýeli, tämiz ahlakly, kämil hünärmenler bolup ýetişmeklerine uly ýardam edýär.

Okuw kitapdasy Täze Galkynyş we Beýik özgertmeler zamanasynda ýokary bilimli hünärmenleri taýýarlamaklyga bildirilýän talaplary göz önünde tutup taýýarlanylady.

Okuw kitapdasy taýýarlanylanda ýokary okuw mekdepleriniň talyplaryna – geljekki inžener-gurluşykçylara Demirbeton we daş konstruksiýalary dersini doly öwredip, olaryň hünär ugurlary boýunça ýörite dersleri özleşdirmeklerine inžener-tehniki hühär taýýarlyklaryny üpjün etmek wezipelerinden ugur alyndy.

Bu kitapda “Senagat we raýat gurluşygy” hünäri boýunça ýokary okuw jaýlarynyň talyplary üçin “Demir–beton we daş konstruksiýalary” dersiniň maksatnamalaryna laýyklykda düzüldi. Ol iki bölekden durýar. Birinji bölümde betonyň, polat armaturanyň, demir–betonyň we daş örümiň esasy fizika—mehaniki häsiýetleri, demir–betondan we daş örümden bolan elementleri hasaplamagyň we konstruirlemegiň usullary, şeýle

hem gurnama we monolit demir–beton örtgileriň we fundamentleriň konstruktiv çözüwlerine seredildi. Kābir habar beriji maglumatlar we demir–beton elementleriň kesiklerini hasaplamagyň mysallary getirildi.

Ikinji bölümde bir gatly önümçilik jaýlaryny taslamalaşdyrmaklygyň esaslary beýan edilýär. Jaýlaryň konstruktiv shemalaryna we olaryň düzülişine-ýerleşdirilişine (komponowkasyna) seredilýär. Keseleýin ramany hasaplamaklygyň usullary, hem-de onuň elementleriniň konstruksiýalary we hasaplamaklygy getirilýär: örtük plitalarynyň, eşegarka germew pürsleriniň, fermalaryň, arkalaryň, kolonnalaryň we ş.m. Ikinji bap ramalaýyn, ramalaýyn-baglanyşykly, baglanyşykly shemalarly köp gatly raýat we senagat jaýlarynyň konstruirlenmekliginiň we hasaplanmaklygynyň ýörelgelerine bagyşlanan. Materiallary beýan edilende (ýuka diwarly giňişleýin konstruksiýalar) daş gabyk nazaryýetiniň esasy deňlemeleri getirildi, jemgyýetçilik we önümçilik jaýlarynyň gurluşygynda giňden ulanylýan gümmezleriň, ýapgyt we silindriki daş gabyklaryň, epinleriň, asma we beýleki ýuka diwarly konstruksiýalaryň konstruktiv çözüwleri we hasaplanmaklygynyn aýratynlyklary seredildi.

Talyplaryň wagtynyň çäklidigini göz önünde tutmak bilen, kitap ýazylanda uly üns demir–beton konstruksiýalarynyň kursunyň beýan edilmeginiň gysgalygyna berildi. Şol bir wagtda, ýokary kärli inžener–gurluşykçy taýýarlanylanda bilmeklik gerekli bolan, maksatnamada göz önünde tutulan ähli düzgünler kitapda beýan edildi.

Birinji bölüm

DEMIRBETON KONSTRUKSIÝALARYNY HASAPLAMAGYŇ NAZARYÝETI

BAP 1. DEMIRBETON KONSTRUKSIÝALARY BARADA UMUMY MAGLUMATLAR

1.1. Demirbeton konstruksiýalarynyň ösüşine gysgaça taryhy syn.

Demirbeton konstruksiýalarda, önümlerde we elementlerde ýüklemäniň täsiri bolanda bir bitewi hökmünde bilelikde işlemek üçin rasional birleşdirilen betonyň we onda ýerleşdirilen polat armaturanyň konstuktiv birleşmesi bolup çykyş edýär.

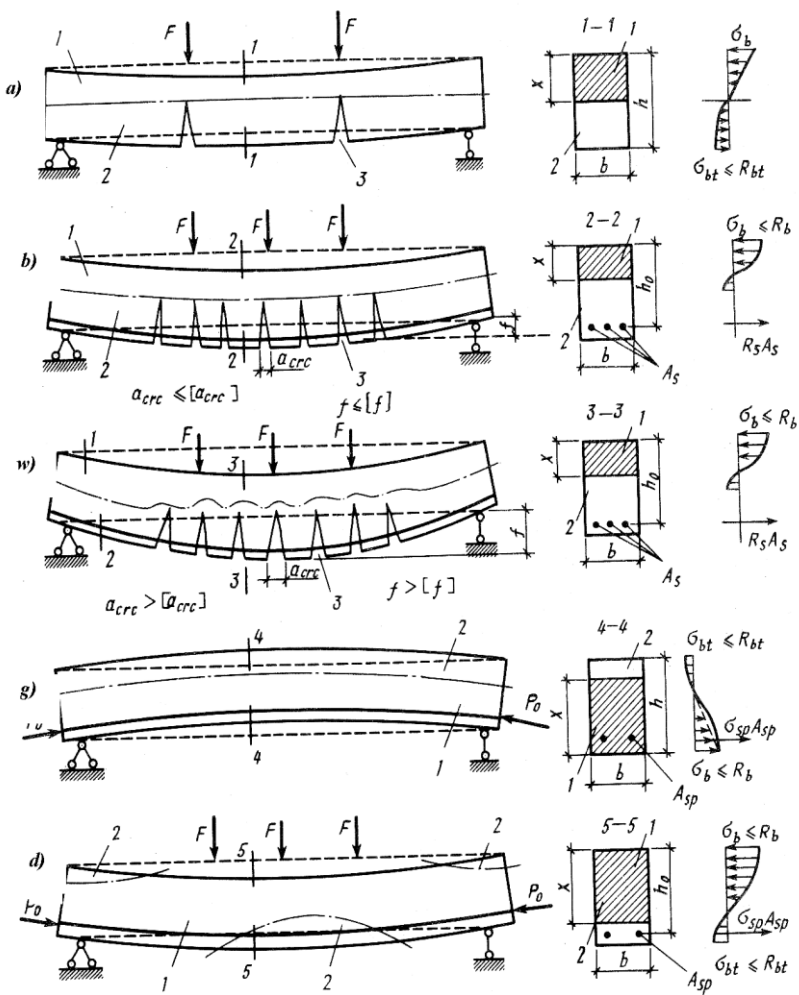
Beton, emeli daş bolmak bilen, tebigy daşlar ýaly, gysylma gowy we süýnmä has erbet garşylyk görkezýär ($R_b = 10...80$ MPa bolanda MPa); $R_b = (10...20)R_{bt}$, bu onuň ulanylyş oblastyny çäklendirýär we ol, esasan, gysylýan elementlerde ulanylýar. Polat gysylma we $R_{bt} = 1...4$ süýnmä gowy garşylyk görkezýär. Bu garşylyk ýumşak steržen armaturasy üçin akaganlygynyň $\sigma_{sl} = 250...400$ MPa çägi we ýokary berklikli armatura üçin berkligiň $\sigma_{su} = 1000...2000$ MPa çägi bilen häsiýetlendirilýär. Betonyň we polat armaturanyň položitel häsiýetleri has doly ulanylýan konstruksiýany döretmek taslamaçynyň meselesi bolup durýandyr. Demirbeton elementiň işine düşünmek üçin beton we Demirbeton pürsini işine seredeliň.

Beton purse ýükleme goýulanda (1.1, a surat.) onuň kesiginiň ýokarky böleginde gysylma, aşakysynda — süýnme ýüze çykyar. Süýnme zonasynda dartgynlyk süýnmä çäk garşylyk derejesine ýetende jaýryk emele gelýär we betonyň gysylma berkligi ulanmagyndan has köp wagt ön elementiň port weýran bolmagy bolup geçýär. Şu hilli pürsüň góterijilik

ukyby betonyň süýnmä pes garşylygy bilen çäklendirilýär. Betonyň gysylma ýokary berkligi ulanylmaýar.

Süýndürilen zonasyna ýumşak polat armatura ýerleşdirilen Demirbeton pürsüň işine seredeliň (1.1., b surat.). Seredilýän pürs ýükleme prosesinde başda betondan bolan ýaly işlär. Süýndürilen zonanyň betonynda jaýryklar emele geleninden soňra pürs weýran bolmaz, sebäbi süýndürme güýçleri armatura tarapyndan kabul edilerler. Weýran bolmaklyk bu ýagdaýda poladyň akaganlygynyň artmagy we gysylan zonanyň betonynyň ondan soňraky basgylanmagy (mynjyradylmagy) netijesinde bolar. Özi hem armirlenen aturlanan pürsüň görterijilik ukyby beton pürsüňkiden köp uly bolar. Weýran edijilerden adatça 0,5...0,7-i düzýän ulanylyş ýüklemelerinde süýnýän armaturada dartgynlygyň 250...300 MPa-dan geçmeýändigini, konstruksiýanyň egremiň (ýaý bermeginiňbüklemiň) we jaýryklaryň açylmagynyň giňliginiň ýolbererlik bahalardan geçmeýändigini tejribeler görkezýär. Bu hilli konstruksiýada beton gysylma, armatura bolsa — süýnme işinde doly ulanylyp bilner.

Soňky ýyllarda gurluşyk tejribeçiliginde ýokary berklige eýe we metalyň ymykly tygşytlanmasyny berýän armatura polatlary giňden ulanylýarlar.



Surat. 1.1. Beton we Demirbeton pürslerin işinin hâsiyeti.

Ýokary berklikli armatura bilen armirlenen Demirbeton pürsün işine seredeliň (1.1., w surat.). Bu hilli pürsün işi 1.1, b suratatda şekillendirilen (armaturanyň şol bir sanynda) pürsün işinden tapawutlanmaz, emma onuň göterijilik ukyby ep-esli

ýokary bolar. Şol bir wagtda bu hilli pürsde göterijilik ukybynyň gutarmagyna çenli armaturanyň uly deformasiýalarynyň netijesinde egremeler we jaýryklaryň açylmagynyň giňligi şeýle bir artarlar we ulanylyşyň şertleri boýunça ýolbererlikli bolmazlar. Bu ýagdaý adaty Demirbeton konstruksiýalarynda ýokary berklikli armaturanyň ulanylyşyny çäklendirýär.

100 ýyl töweregi ozal armaturany öňünden dartyp uzaltmak we ony şol ýagdaýda berkitmek, beton ýerleşdirilenden we gatandan soňra bolsa goýbermek teklipe edildi. Bu ýagdaýda armaturanyň ýerleşişine baglylykda ähli kesigiň ýa-da diňe onuň aşaky böleginiň gysylmasy bolup geçýär. Bu görnüşli konstruksiýa öňünden dartgynlandyrylan diýlip atlandyrylýar (1.1. g surat.). Ýüklenme goýulanda pürsüň kesiginiň aşaky zonasyndaky süýndüriji dartgynlyklar öňünden dartgynlandyrmalaryň gysyjy dartgynlandyrylmalary bilen goşulyşýarlar we diňe şonda, haçanda soňkular aýrylanda, süýnen zonada süýndüriji dartgynlyklar ýüze çykar (1.1. d surat.). Şeýlelik-de, öňünden dartgynlandyrmalar jaýryklaryň emele gelýän pursadyny daşlaşdyrýar, olaryň açylmagynyň giňligini çäklendirýär, ýaý bermeleri azaldýar. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalarda ýokary berklikli polady netijeli ulanmak başardýar, bu ýagdaýda jaýryklara durnuklylyk we elementleriň gatylygy üpjün edilýär.

Uzak wagtyň dowamynda öňünden dartgynlandyrylan Demirbetona adaty dartgynlandyrylmadyk Demirbetondan öz häsiýetleri boýunça düýpli tapawutlanýan aýratyn gurluşyk materialy hökmünde seredildi. Emma, ylmy barlaglar islendik Demirbeton konstruksiýalarda başlangyç dartgynlyklaryň ýüze çykýandygyny görkezdiler. Adaty Demirbetonda girmekligiň, süýşmekligiň ýüze çykmagynyň, temperaturanyň täsiri we ş.m. netijesinde olar elmydama bardyrlar, öňünden dartgynlandyrylanda bolsa, olardan başga, olar betony armatura bilen gysma ýoly arkaly emeli döredilýärler. Watanymyzyň ylmy mekdebi üçin häsiýetli bu çemeleşme

dartgynlandyrylmadyk armaturaly Demirbetony öňünden dartgynlandyrylan betonyň bir görnüşi hökmünde seretmäge mümkinçilik berdi.

Polat we beton ýaly öz mehaniki we fiziki häsiýetleri boýunça şeýle dürli materiallaryň bilelikdäki işi aşakdaky şertler bilen üpjün edilýär:

1. Gatanda beton armatura bilen berk çatyşýar, onuň netijesinde monolit Demirbeton element emele gelýär. Adatça, çatyşmagy ýokarlandyrmak üçin periodiki profilli armaturany ulanýarlar ýa-da sterženleriň uçlarynda ankerleri (şaýbalar ýa-da gaňyrçaklar) oturdýarlar.

2. Beton we polat temperatura uzalmaklygyň deň diýen ýaly koeffisiýentlerine eýedirler. Beton üçin bu koeffisiýent düzümine baglylykda $0,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ we $1,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ aralygynda üýtgäp durýar, polat üçin bolsa ol $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ deň, onuň netijesinde temperaturanyň üýtgäp durmagy ($100 \text{ }^{\circ}\text{C}$ çenli) betonyň monolitligini bozmaýar.

3. Beton kesgitli şertler ýerine ýetirilende (sementiň düzümdäki mukdary 250 kg/m^3 az bolmaly däl), gorag gatlagy üpjün edilende, korroziýadan, ýokary temperaturalardan, mehaniki zeper ýetmelerden armaturanyň ygtybarly goragy bolýandyr.

Demirbetonyň artykmaçlyklary we ýetmezçilikleri. Gurluşykda oňa giň ýaýramagy üpjün edýän Demirbetonyň esasy artykmaçlyklaryna girýärler: ýangyna durnuklylyk, uzak ömürlilik, ýokary mehaniki berklik, seýsmiki we beýleki dinamiki täsirlere gowy garşylyk görkezmeklik, rasional görnüşli konstruksiýalary gurmak mümkinçiligi, ulanmak üçin az çykdajylar (agaç we metal bilen deňeşdireniňde), atmosfera täsirlerine gowy garşylyk görkezmeklik, ýerli materiallary ulanmak mümkinçiligi. Demirbeton konstruksiýalaryny öndürmeklige energiýanyň sarp edilişi metal we daşdan bolanlara garanyňda ep-esli az. Demirbetonyň ýetmezçilikleri: ýokary dykzlyk, ýokary ýylylyk — we ses geçirijilik, täzedan düzetmeleriniň we güýçlendirmeleriniň köp zähmeti talap

etmekligi, berklik alynýança saklamaklygyň gerekligi, girmek we güýç täsirleri netijesinde jaýryklaryň emele gelmegi.

Demirbeton konstruksiýalary beýleki materiallardan (daş, polat, agaç) bolan konstruksiýalar bilen deňeşdirilende täzedirler. Olaryň ýüze çykmagy we ösmegi jemgyýetiň öndüriji güýçleriniň ösmegi bilen bagly. Demirbetonyň peýda bolmagy XIX asyryň ikinji ýarymynda senagatyň, söwdanyň we ulagyň joşgunly ösen döwri bilen gabat gelýär, onuň bilen baglylykda fabrikleriň, zawodlaryň, köprüleriň we beýleki inžener desgalaryň köpsanlysyny gurmak talap edildi. Ol wagtda demirbetonyň ýüze çykmagyna tehniki mümkinçilik eýýäm bardy — sement senagaty we gara metallurgiýa ýeterlikli ösendiler.

Sarskoselýe Köşgüniň (S.-Peterburgyň şäher etegi) örtüklerini barlamaklyklar rus ussalarynyň baryp 1802-nji ýylda . armirlenen betony ulanandyklaryny görkezdiler, emma olar täze gurluşyk materialyny aldyk diýip hasap etmändirler we ony patentlemändirler. Demirbetonyň doglan senesi hökmünde 1850-nji ýyly hasaplamaklyk kabul edilendir, ol wagt fransuz Lambo sement ergini bilen suwalan sim torundan gämi taýýarýarlapdyr, ol 1855-nji ýylda Parižde Bütindünýä sergisinde görkezilipdir. Gurluşykda Demirbetondan önümleri taýýarlamaklyga birinji patentler 1857 — 1870 ýyllarda ý. Monýe tarapyndan alnypdyr.

Demirbeton konstruksiýalarynyň hasaplamalarynyň we taslamalaşdyrmalarynyň ilkinji nazaryýet esaslaryny döretmek ylmy barlagçylar we inženerler — Konsideriň, Gyennibikiň, Mýorşyň we beýl. işleri netijesinde mümkin boldy. Ol ýyllarda Demirbeton konstruksiýalaryny hasaplamaklygyň, esasyna materiallaryň garşylygynyň kanunlary goýlan usullary işlenilip düzüldi.

Russiýada Demirbetonyň ösmegi prof. N.A.Belolýubskiniň ady bilen baglydyr, ol 1888 we 1896 ýyllarda Moskwada we Peterburgda dürli naturalaýyn Demirbeton konstruksiýalaryň (plitalar, gümmezler, trurbalar,

köprüler we ş.m.) köpçülik önünde synaglaryny geçirdi. Alnan netijeler boýunça bu synaglar daşary ýurt alymlarynyň işlerinden köp babatlarda artyk gelýärdiler we gurluşykda Demirbetonyň giňden ýaýramagy üçin baza bolup hyzmat etdiler. Rus inženerleri tarapyndan teklipe edilen, daşary ýurtlarda giň ýaýramaklyga eýe bolan original konstruksiýalar peýda boldy. Mysal üçin, W.P.Nekrasow tarapyndan gysylan elementleri gorizontala torlar bilen armirmek teklipe edildi, 1908-nji ýylda A.F.Loleýt ilkinji gezek naturada pürsüz örtgünü teklipe etdi we amala aşyrdy. Russiýada Demirbeton konstruksiýalaryna ilkinji tehniki şertler 1911-nji ýylda çap edildi, 1913-nji ýylda Russiýada konstruksiýalarda eýýäm 3,5 mln. m³ beton we Demirbeton ulanyldy.

Demirbeton ulanmak bilen gurulan has uly ilkinji desgalar gidrostansiýalardyrlar: Wolhow GES (1921-1926 ýý.ýyllar), DneproGES (1927-1932 ýý.ýyllar), Nižneswir GES-i (1928-1934 ýý.ýyllar).

Gidrotehniki gurluşyk bilen bir hatarda Demirbetondan agyr maşyn gurluşyk zawodlary (Magnitogorsk, Kramatorsk, Zaporozstal), hem-de dürli niýetlenilişli önümçilik jaýlary-da gurulýar. Ony monolit kesik däl pürs örtgüleri, köp ara gerimli we köp setirli ramalary, arkalary we beýleki meňzeş konstruksiýalary döretmek üçin ulandylar. 1928-nji ýyldan başlap

W.Z.Wlasow, A.W.Gwozdew, P.L.Pasternak we beýleki alymlar tarapyndan işlenilip düzülen ýuka diwarly giňişlikdäki örtükler — daş gabyklar, gatlaklar, gümmezler gurluşyk tejribeçiligine girdiler. 1930-njy ýyldan başlap monolit Demirbeton konstruksiýalar bilen bir hatarda, adaty, gurluşyk ýerinde ýerine ýetirilýän gurnama Demirbeton konstruksiýalaryny ulanyp başladylar. Bu konstruksiýalar möhüm senagat obýektleriniň (“Şarikopodşipnik”, Uralmaş zawodlary) ulanylyşa girizilmegini tizleşdirdiler. Emma, kuwwatly kran tehnikasynyň ýeterlikli sanynyň bolmazlygy, şol döwürde gurnama Demirbeton zawodynyň bolmazlygy we

desgalaryň esasy ölçegleriniň berk unifikasiýasynyň geçirilmändiginiň ýagdaýy gurluşyga gurnama Demirbetony girizmäge mümkinçilik bermediler.

1928-nji ýylda fransuz inženeri E.Freýsine öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary ilkinji gezek tekliptdi we gurluşyga girizildi. Sowet Soýuzynda öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary 1930-njy ýyldan ulanyp başladylar. Gurluşygyň ösmegi we eksperimental maglumatlaryň toplanmagy bilen ýol berilýän dartgynlyklar boýunça Demirbeton konstruksiýalaryny hasaplamagyň ulanylýan usulynyň düýpli ýetmezçilikleri ýüze çykarylady. 1931-nji ýylyň ahyrynda A.F.Loleýt Demirbetonyň hakyky işini has dogry şöhlelendirýän we onuň maýyşgakplastiki häsiýetlerini hasaba alýan weýran bolmaklyk güýçleri boýunça Demirbetony hasaplamagyň täze nazaryýetiniň esasy kadalaryny işläp düzdi. Weýran ediji ýüklemeler boýunça Demirbeton konstruksiýalaryny hasaplamagyň usuly kadalaşdyryjy resminamalara 1938-nji ýylda girizildi. Ony döretmekde öňdebaryjy roly A.F.Loleýtden başga A.A.Gwozdýew, P.L.Pasternak we beýleki alymlar oýnadylar.

Çäk ýagdaýlar boýunça konstruksiýalary hasaplamagyň SSSR-de döredilen hem-de Taslamalaşdyrmagyň gurluşyk kadalaryna we düzgünlerine 1955-nji ýylda girizilen bitewi usuly Demirbetonyň nazaryýetiniň mundan buýanky ösüşi boldy; beton we Demirbeton hakynda täze maglumatlaryň toplanşyna görä kadalar döwürleýin takyklanýýar. 1971-1975-nji ýyllarda olar düýpli gaýtadan işlenilişe sezewar boldular. 1983-nji ýylda olara täze üýtgetmeler girizildi, belgilemeler bolsa SEW ülnülerine laýyklykda kabul edildi.

1954-nji ýylda gurluşyk tehnikasynyň ähli oblastlarynda, ozaly bilen gurluşygyň esasy industrial bazasy hökmünde, gurnama Demirbeton oblastynda, Demirbetony ösdürmek we ornaşdyrmak işinde ägirt roly oýnan kararlaryň birnäçesi çap edildi.

Gysga möhletlerde gurnama Demirbeton konstruksiýalarynyň senagaty döredildi. Gurnama Demirbetonyň täze kärhanalarynyň köp sanlysy guruldy we ulanylyşa girizildi. Demirbetony öndürmegiň tehnologiýasy ymykly gowulandyryldy. Önümçilik, ýaşayyş we raýat jaýlarynyň konstruksiýalarynyň unifikasiýasy geçirildi, gurluşyk obýektleri has ýokary derejede ýük galdyran enjamlar bilen üpjün edilip başlanyldy. Taslamalaşdyryjy guramalar gurluşygyň dürli pudaklary üçin bir görnüşdäki tipdäki gurnama Demirbeton konstruksiýalarynyň taslamalarynyň köp sanlysyny işläp düzdüler we goýberdiler. Ähli bu çäreler gurnama Demirbetonyň, şol sanda önünden dartgynlandyrylananyň önümçiliginiň we ulanylyşynyň ymykly ýokarlandyrylmagyna ýardam berdiler.

1.2. Demirbeton konstruksiýalaryny taýýarlamaklygyň we gurnamaklygyň usullary

Demirbeton konstruksiýalaryny taýýarlamaklygyň usulyny (gurnama, monolit, gurnama-monolit) jaýyň taslamalaşdyrylan wariantlaryny getirilen çykdaýylar, energiýa talap edijilik, köp zähmet talap edijilik, ygtybarlylyk, uzak ömürlilik, gurnamaklygyň tehnologikliligi boýunça tehniki-ykdysady deňeşdirme esasynda saýlaýarlar. Şunuň bilen birlikde önümçilik basazynyň barlygyna aýratyn üns berilýär.

Gurnama Demirbeton konstruksiýalaryndan jaýlar we desgalar gurlanda başda ýörite zawodlarda ýa-da poligonlarda aýry elementleri taýýarlaýarlar, olardan gurluşyk meýdançalarynda desgalary gurýarlar. Şu usul industrialdyr, sebäbi zawodda taýýarlanylmagy we mehanizirlenen montažy göz önünde tutýar. Şunuň bilen birlikde häzirki zaman tehnologiýasy, rasional konsruktiw formalar, gyş döwründe taýýarlamaklygyň we montažyň mümkinçiligi üpjün edilýär. Köp zähmet talap edijilik monolit konstruksiýalar bilen deňeşdireniňden 3...4 esse peselýär. Gurnama Demirbeton

konstruksiýalar haçan-da elementleriň görnüşleriniň tipleriniň sany çäkli we olary ulanmaklyk dürli niýetlenilişli jaýlarda göz öünde tutulan bolanda has maksadalaýykdyrlar. Onuň üçin konstruktiv shemalaryň, ara gerimleriň, ýüklemeleriň maksimal unifisirilenilmegi we tipleşdirilmegi zerurdyr.

Gurnama Demirbetonyň progressiwdigine seretmezden oňa käbir ýetmezçilikler hem mahsusdyr: önümçilik bazasyny döretmeklige we durkuny täzelemeklige esli çykdaýylar, gurluşyk ýerine önümleri eltme boýunça ulag çykdaýylary, hem-de sepleme elementlerini ýerine ýetirmeklige goşmaça çykdaýylaryň gerekdigi we jaýyň giňişlikdäki berkligini üpjün etmek.

Monolit Demirbeton konstruksiýalar gurlanda gurluşyk ýerine galyp (forma) gurnalýar, oňa armaturany we beton garyndysyny ýerleşdirýärler. Beton gerekli berkligi alanyndan soňra galyby aýyrýarlar we monolit konstruksiýany alýarlar. Beýle konstruksiýalar, adaty, az industrialdyrlar, köp zähmeti talap edýärler, galyba we aşagyna goýmaga materialyň, gysky döwür bolsa — betony gyzdymaga elektroenergiýanyň köp sarp edilmegini talap edýärler. Ondan başga-da, taslama berkligini alýança betony saklamaklyk zerur. Monolit Demirbetondan bir görnüşli tipli elementlere bölmeklige kynlyk bilen başardýan we ýokarlandyrylan berkligi talap edýän (prokat enjamlary üçin fundamentler, gidrotehniki desgalar we ş.m.) desgalary gurýarlar.

Soňky ýyllarda monolit betondan konstruksiýalary we desgalary öndürmeklik ymykly derejede industriallaşdyryldy. Köp gezek ulanyp bolýan (100 we ondan köp gezege çenli) stasionar, aýrylyp goýulýan ýa-da girip-çykyp durýan galyp ulanylýar; beton we armatura önümleri (karkaslar, torlar) ýörite zawodlarda taýýarlanylýarlar we gurluşyk meýdançasyna ulag bilen getirilýärler. Beton garyndysyny bermeklik, ony paýlamaklyk we dykzlandyrmak beton nasoslaryň we dürli görnüşli elektrowibratorlaryň kömegi bilen mehanizirlenen usulda amala aşyrylýar.

Şunuň bilen bir wagtda monolit desgalarda sepleri gurnamak boýunça poladyň ep-esli sarp edilmegini talap edýän, gurnama elementler üçin häsiýetli, juda zähmeti köp talap edýän işler aradan aýrylýarlar. Şunuň netijesinde monolit Demirbetondan bolan desgalar ýa-da olaryň elementleri köp ýagdaýlarda gurnama bolanyndakydan (köp gatly jaýlaryň berklik ýadrolary, fundamentler we ş.m.) ykdysady taýdan has bähbitli bolýarlar.

Gurnama-monolit demirbeton konstruksiýalar ulanylanda başda galybyň roluny ýerine ýetirýän gurnama Demirbeton elementleri ýerleşdirýärler, soňra olary betonlaýarlar. Belli bir kyn bolmadyk talaplar ýerine ýetirilende gurnama we monolit betonyň sepleşmegi üpjün edilýär, olar soňra konstruksiýalarda ýükleme astynda bilelikde işleýärler. Gurmaklygyň şeýle usuly galypdan ýüz döndermäge we monolit konstruksiýalar bilen deňeşdireniňde işleri amala aşyrmagy tizleşdirmäge mümkinçilik berýär. Gurnama-monolit konstruksiýalar gurnamalardan monolitliligiň ýokarylygy we sepleri guramaklygyň ýönekeýligi bilen tapawutlanýarlar, ýöne taýýarlamaklygyň industriallygy we zähmeti köp talap etmekligi boýunça olardan yza galýarlar. Olary aýratyn ýokary ýüklenmeli desgalarda, haçan-da gurnama konstruksiýalar has agyr we gaba bolanlarynda we ýörite enjamlaşdyrylyşy talap edenlerinde ulanmaklyk maksadalaýykdyr.

1.3. Demirbeton konstruksiýalaryny ulanmaklygyň oblastlary

Demirbetony, olaryň her haýsynda öz optimal görnüşlerini tapmak bilen, gurluşygyň dürli pudaklarynda ulanýarlar. Bir — we köp gatly önümçilik jaýlary gurlanda gurnama Demirbetondan örtgi plitalaryny, diwar panellerini, paýalary, pürsleri we çatylary, sütünleri, kranasty pürsleri we fundamentleri gurýarlar. Uly panelli jaýlaryň daşky diwarlaryny gurnama keramzit-Demirbeton panellerden, galan

elementlerini — dürli markaly agyr betondan montirleýärler. Raýat jaýlarynyň göteriji ulgamyna adatça gurnama Demirbeton karkas, örtgi plitalary, diwar panelleri girýär. Demirbeton gidrotehniki gurluşykda, hem-de estakadalaryň, mäjimleriň (siloslaryň), bunkerleriň, rezerwuarlaryň, tüsse turubalarynyň dürli desgalary gurlanda, metropolitenleriň, köprüleriň we nagymalaryň (tunnelleriň), dürli kuwwatlykdaky atom stansiýalarynyň, gämi gurluşyk obýektleriniň gurluşygynda — esasan, ýüzýän doklaryň, gämi duralgasynyň pontonlarynyň gurluşygynda giň ulanylyş tapýar. Uly şäherleriň ilatynyň ösmegi bilen baglylykda uly sygymly desgalary gurmaklyga zerurlyk ýüze çykýar: stadionlary, bazarlary, tomaşa desgalaryny. Bu hilli jaýlaryň üstüni örtmek üçin daş gabyk görnüşli, Demirbeton, ýuka diwarly konstruksiýalar üstünlikli ulanylýarlar.

Armaturasy ýa-da бүтінлеý ýok, ýa-da örän az sanda ýerleşdirilen we hasaplamada hasaba alynmaýan (fundament we diwar bloklary, söýeg diwarlary, aerodrom örtükleriniň plitalary we ş.m.) beton konstruksiýalary hem Demirbeton bilen bir hatarda ulanylýarlar.

1.4. Ýakyn ýyllarda demirbetonyň ösmeginiň ugurlary

Häzirki wagtda we görünýän geljekde beton we Demirbeton biziň ýurdumyzda we daşary ýurtlarda gurluşykda möhüm konstruksiýa material bolmagyna galar. Bu berkidijileri we dolduryjylary taýýarlamak üçin çig malyň praktiki taýdan çäklendirilmedik resuratslary, polat armaturanyň otnositel uly bolmadyk sarp edilişi, Demirbetonyň ýokary konstruksiýa we ulanyjylyk häsiýetleri, onuň otnositel aşak energiýa talap ediljiligi bilen düşündirilýär.

Häzirki wagtda Demirbetonyň ösmeginiň we kämilleşmeginiň esasy ugurlary aşakdakylardyr:

1. Konstruksiýalaryň massasyny peseldýän we ilkinji materiallaryň fizika-mehaniki häsiýetlerini has doly

ulanmaklyga mümkinçilik berýän täze konstruktiv çözüwleri ulanmak, ýerli gurluşyk materiallary, ýokary klasly betonlar (B40 we ýokary), ýeňil betonlar, betonlary monomerler bilen sowuk siňdiriliş, ýokary berklikli armatura (1000 MPa we ýokary), konstruksiýalaryň mehanizirlenen we awtomatiki taýýarlanylşy.

2. Konstruksiýalaryň uzak ömürliligini, ygtybarlylygyny we tehnologiýasyny ýokarlandyrmak, olaryň getirilen çykdajylaryny, material talap edijiligini, energiýa talap edijiligini, taýýarlamaklygyň we montažyň köp zähmet talap edijiligini azaltmak.

3. Konstruksiýalary hasaplamagyň täze, takyklanan usullaryny işläp düzmek, EHM-i ulanmak bilen hasaplamagyň usullaryny ösdürmek.

4. Öňünden berlen häsiýetleri bolan Demirbetony almak üçin betony saýlap almagyň we taýýarlamagyň usullaryny kämilleşdirmek.

Bu ägirt meseleleri amala aşyrmak üçin ylmy-barlaglaryň mundan beýläk-de ösdürilmegi, konstruktiv çözüwleri, konstruksiýalary taýýarlamaklygyň we gurmaklygyň tehnologiýasyny kämilleşdirmek boýunça işleriň geçirilmegi gerek. Bu ýerden Demirbeton konstruksiýalarynyň oblastynda häzirki zaman nazaryýetine we tejribeçiligine eýe bolan, ýokary kwalifikasiýaly inžener-gurluşykçy kadrlara zerurlyk ýüze çykýar.

BAP 2. BETONLARYŇ, ARMATURANYŇ WE DEMIRBETONYŇ FIZIKA-MEHANIKI HÄSIÝETLERI.

2.1. Betonyň klassifikasiýasy we onuň strukturasý.

Demirbeton konstruksiýalary üçin beton gerekli berklige, armatura bilen gowy çatyşma, armaturany korroziýadan goramak üçin ýeterlik dykzlyga eýe bolmalydyr. Desganyň niýetlenilişine baglylykda beton sowuga durnuklylyk, gurşawyň agressiw täsirleri bolanda korroziýa durnuklylyk, suw geçirmezlik we başg. ýaly talaplary hem kanagatlandyrmalydyr.

Betony aşakdaky nyşanlar boýunça klassifisirleýärler:

esasy niýetlenilişi boýunça: konstruksiýa, göteriji we

1. Demirbeton elementleriň işi nämeden durýar ?
2. Ýumşak polatlar we ýokary berklikli armatura bilen armirlenen Demirbeton konstruksiýalarynyň işiniň tapawudy. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalaryň ýüze çykmagynyň sebäbi.
3. Armaturanyň we betonyň bilelikdäki işi nämä esaslanan ?
4. Demirbetonyň esasy artykmaçlyklary we onuň ýetmezçilikleri.
5. Demirbeton konstruksiýalaryny taýýarlamagyň we gurmagyň bar bolan usullary.
6. Ýakyn ýyllarda Demirbetonyň ösmeginiň esasy ugurlary haýsylar ?
7. Demirbetony ulanmagyň oblastlaryny aýdyp beriň.

haýat aýlaýjy konstruksiýalar üçin ulanylýar, olara olaryň mehaniki häsiýetlerini häsiýetlendirýän talaplar bildirilýär; ýörite, olara ulanmaklygyň şertlerine laýyklykda goşmaça talaplar bildirilýär, meselem, ýokary temperaturalaryň (200 °C –dan ýokary) uzak wagtlaýyn täsirlerinde ulanylýan konstruksiýalarda ulanmak üçin niýetlenilenler — gyzgyna çydamlylar; agressiw gurşawyň şertlerinde ulanylýan, himiki kislota çydamlylar; radiasion-goraglylar—uly massaly,

radiasion şöhlendirmelerden goramak üçin ulanylýanlar we başg.;

berkidijiniň görnüşi boýunça: sement, hek, şlak, ýörite (organiki we organiki däl) berkidijeler esasynda we başg.;

dolduryjylaryň görnüşleri boýunça: agyr beton üçin ulanylýan dykyz dolduryjylarda; öýjük-öýjükli dolduryjylarda — ýeňil beton we goşmaça talaplary kanagatladyrýan ýöriteler üçin, meselem, gyzgyna çydamlylar, himiki çydamlylar we başg. üçin;

strukturasy boýunça — dykyz strukturaly (iri we maýda dolduryjynyň däneleriniň arasyndaky ähli giňişlik gatan berkidiji we goşulyşan howanyň öýjükleri bilen doldurylan); öýjüklendirilen, öýjük-öýjükli we uly öýjükli strukturaly;

gatamaklygyň şertleri boýunça: tebigy taýdan gataýanlar; atmosfera basyşynda ýylylyk çyglyk gaýtadan işlenilişine sezewar edilen; awtoklaw gaýtadan işlenilişe sezewar edilen.

Iri dolduryjy ýok ýagdaýlarynda dykyz strukturaly ownuk däneli beton ulanylýar (sement berkidijisinde we ownuk dykyz dolduryjyda — çägede). Semendiň käbir artyk sarp edilmegine garamazdan bu hilli beton agyr bilen deňeşdireniňde tygşytlý bolýar.

Soňky ýyllar polimerbetonlar ýaýramaklyga eýe boldular, olarda sement berkidijä ereýän sintetik smolalary hem-de polimerleri we monomerleri siňdirmek, soňra bolsa olary gatatmak arkaly alnan adaty betonlar bolan betonpolimerleri goşýarlar. Bu betonlar ýokarlandyrylan berklige, aýratyn hem süýnmeklikde, hem-de ýokary himiki çydamlylyga eýedirler, emma, entek otnositel ýokary baha, deformasiýanyň pes modulyna (polimerbetonlarda) eýedirler we ýokary temperaturaly desgalarda ulanylyp bilinmeýärler.

Ýol we aerodrom örtükleri, senagat jaýlarynyň pollary we ş.m. üçin süýümler bilen dispers-armirlenen (polat, sintetiki we başg.) betonlar ulanylyşy tapdylar. Betonyň bu fibrobeton atlandyrylýan görnüşi ýokarlandyrylan sozulma we urgý täsirlerine garşylyk görkezijiligi bilen tapawutlanýar.

Nyşanlaryň has ýygy ulanylýan utgaşdyrmalary bilen häsiýetlendirilýän betonlar üçin aşakdaky atlandyrylyşlar kabul edilendirler: agyr, ýeňil, öýjükli, silikat.

Agyr beton — sement berkidijili hem-de dykyz iri we ownuk dolduryjylyly dykyz strukturaly beton; ýeňil beton — sement berkidijili, öýjükli iri we öýjükli ýa-da dykyz ownuk dolduryjyly beton. Agyr beton üçin dykyz dolduryjylar hökmünde owradylan dag jynslaryndan bolan çagyl we tebigy kwars çägesi ulanylýar. Öýjükli dolduryjylar tebigy (pemza, balykgulak we başg.) ýa-da emeli (keramzit, şlak) bolup bilerler. Betonyň görkezilen görnüşleriniň ikisi hem jaýlaryň we desgalaryň göteriji konstruksiýalary üçin ulanylýar.

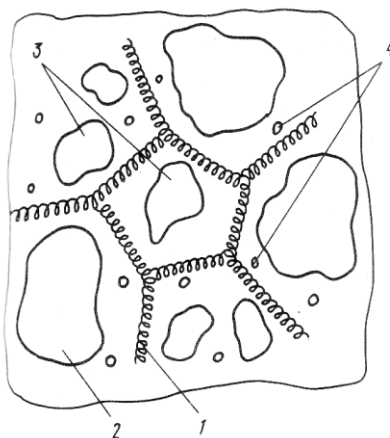
Betony saýlamaklyk konstruksiýanyň niýetlenilişine, ulanmaklygyň şertlerine, ýüklemelere we ş.m. baglylykda geçirilýär.

Betonyň strukturasy betonyň berkligine we deformatiwligine düýpli täsir ýetirýär. Dolduryjylardan we sementden bolan garynda suw guýulanda (böwetlenende) suw bilen semendiň arasynda himiki reaksiýa (gidratasiýa) başlanýar, onuň netijesinde gel — sementiň entek himiki reaksiýa girişmedik, suwda garyndy görnüşinde bolan bölejikleri we kristal görnüşindäki köp bolmadyk birleşmeler bolan studene meňzeş öýjük-öýjük massa emele gelýär. Beton garyndysy garylada gel dolduryjylaryň bölek däneleriniň daşyny örtýär, kem-kemden gataýar, kristallar bolsa wagtyň geçmegi bilen betonyň ähli göwresiniň içinden geçmek we dolduryjylaryň dänelerini berkitmek bilen kristallik bitişiklere birikýärler.

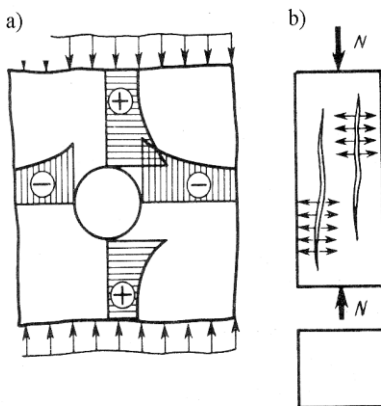
Onuň hemişelik düzüminde betonyň berkligine täsir edýän in möhüm faktor beton garyndysyndaky suwuň mukdarydyr. Sementiň tutmak we gatamaklyk himiki reaksiýasy üçin sementiň massasyndan takmynan 0,15...0,20 suw gerek. Emma, betonyň gowy amatly ýerleşdirilişi üçin suw sement gatnaşygyny 0,40...0,60 çenli ulaladýarlar. Suwuň artykmajy, kem-kemden bugaryp, sement daşynda köp sanly

suw we howa bilen doldurylan öýjükleri we kapillýarlary emele getirýär. Öýjükleriň sement daşyndaky umumy göwrümi (gatamagyň adaty şertlerinde) sement daşynyň göwrüminden 25...40% düzýär.

Şeýlelik-de, çägäniň we çagylyň dürli ululykdaky we görnüşdäki däneleri bilen doldurylan hem-de suwy, bugy we howany özünde saklaýan, kapillýarlaryň, mikro — we makro öýjükleriň köpsanlysy bilen doldurylan, sement daşyndan bolan giňişlikdäki gözenek bolmak bilen beton juda çylşyrymly struktura eýedir (surat. 2.1). Şeýle çylşyrymly, bir jynsly bolmadyk jisimde, ýükleme çylşyrymly, dartgynly ýagdaýy döredýär. Gysylma sezewar edilen beton nusgasynda dartgynlyklar has gaty bölejiklerde konsentirlenýärler, onuň netijesinde, olaryň birleşdirilmeginiň üsti boýunça olaryň arasyndaky baglanyşygy bozmaga çalyşýan güýçler ýüze çykýar. Şol bir wagtyň özünde, öýjükler bilen güýçden gaçyrylan ýerlerde dartgynlygyň konsentrasiýasy bolup geçýär. Şunuň bilen birlikde, dikleýin ugurda gysýan, keseleýinde — süýndürýän dartgynlyklar döredilýär (2.2., a surat.). Betonda öýjükleriň köpsanlysynyň saklanýandygy sebäpli bir deşikdäki dartgynlyklar gapdalda ýerleşen deşigiň dartgynlygy bilen goşulyşýar. Netijede oklaýyn gysylma sezewar edilen beton nusgada dikleýin gysyjy, şeýle hem keseleýin süýndüriji dartgynlyklar ýüze çykýarlar. Betonyň süýnmä garşylygy gysyjylara garanynda bir tertip pes bolandygy sebäpli, olar betonyň ähli göwrümi boýunça arany üzüji mikrojaýryklary döredýärler, olar bolsa ýüklemäniň artmagy bilen, gysyjy güýçleriň täsiriniň ugruna parallel, göze görünýän jaýryklary emele getirmek bilen birleşýärler (2.2., b surat.). Soňra jaýryklar açylýarlar, bu göwrümiň artmagy bilen bilelikde bolup geçýär, hem-de nusganyň weýran bolmagy bolup geçýär.



Surat. 2.1. Betonyň
strukturasy:
1 — sement daşy; 2 — çagyl; 3
— çäge; 4 — howa bilen
doldurylan öýjükler



Surat 2.2. Beton nusgasy
gysylanda dartgynly
ýagdaýynyň shemasy.

Ýüklemäniň täsiri astynda strukturalaýyn mikrojaýryklaryň emele gelmeginiň serhedini ultrases ölçemeleriniň netijeleri boýunça kesgitlemek mümkin (gysyjy dartgynlyklaryň täsiriniň liniýasyna keseligine ugrukdyrylan ultrases yrgyldylarynyň ýaýramagynyň tizligi betonda mikrojaýryklaryň ösmegi bilen azalýar).

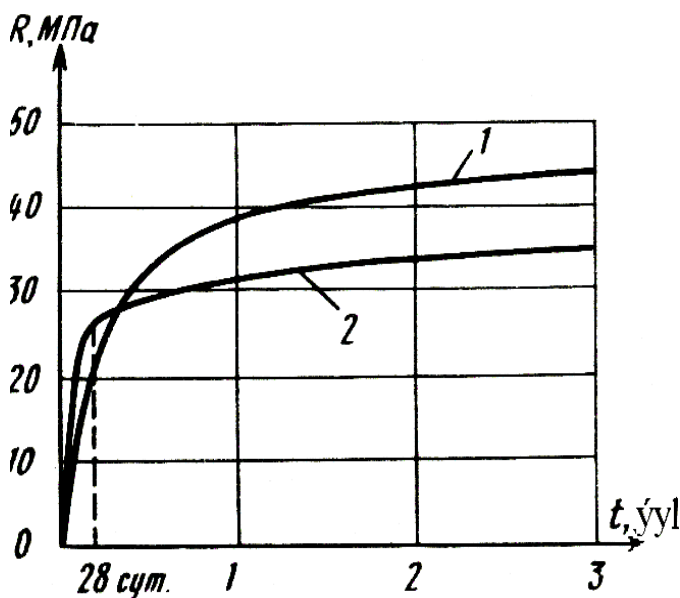
Berkligiň bar bolan nazaryýetlerini beton üçin ulanyp bolmaýandygyny ylmy barlaglar görkezdiler. Betonyň berkligi we deformatiwligi baradaky garaýyşlar, Demirbeton konstruksiýalaryny taslamalaşdyrmakda başlangyç maglumatlar hökmünde ulanylýan, ortaçalaşdyrylan maglumatlary almaga mümkinçilik berýän köpsanly eksperimentlere esaslanýarlar (tejribehana laborator we tebigy şertlerde geçirilýärler).

2.2. Betonyň berkligi

Betonyň berkligi köp faktorlara baglydyr, olardan esasyly şuladyrlar: betonyň ýaşy we gatamaklygynyň şertleri; synagdan geçirilýän nusgalaryň formasy we ölçegleri; dartgynlandyrylan ýagdaýyň häsiýeti (gysylmak, süýndürilmek, kesilmek), ýüklemäniň täsiriniň dowamlylygy we ş.m.

Gatamaklygynyň ýaşy we şertleri. Betonyň berkligi wagtyň geçmegi bilen artýar. Onuň has intensiw ösüşi birinji 28 gije-gündiziň dowamynda bolup geçýär. Ondan soňra berkligiň artmagy haýallaýar, emma, amatly şertler bolanda (ýeterlik çyglylyk we temperatura) ýyllar boýunça dowam edýär. Temperaturanyň we gurşawyň çyglylygynyň artmagy betonyň gatamak prosesini ymykly tizleşdirýär (2.3. surat.). Bu maksat bilen Demirbeton önümlerini zawodlarda 80...90 °C temperaturada we 90...100% çyglylykda ýörite ýylylyk we çyglyk gaýtadan işlenilişe ýa-da buguň 0,8 MPa basyşynda we 170 °C temperaturada awtoklaw gaýtadan işlenilişine sezewar edýärler. Soňky ýagdaýda betonyň taslamalaşdyrylan berkligi eýýäm 12 sagatdan . soň alnyp bilner. + 5 °C –den pes temperaturalarda betonyň gatamaklygy ymykly haýallaýar, beton garyndysynyň — 10 °C temperaturasynda bolsa praktiki taýdan bes edilýär.

Kubik berkligi R. Demirbeton konstruksiýalarynda beton köplenç gysygy dartgynlyklary kabul etmek üçin ulanylýar. Şonuň üçin betonyň berklik we deformatiw häsiýetleriniň esasy häsiýetnamasy hökmünde onuň gysylma berkligi kabul edilendir. Ähli beýleki berklik we deformatiw häsiýetnamalar gysylma berkligine baglydyrlar we empiriki formulalar boýunça kesgitlenilýärler. Betonyň gysylmadaky berkliginiň ululygy hökmünde (20±2) °C temperaturada saklanylýan 28 gije-gündiz ýaşyndaky 15 x 15 x 15 ölçegleri bolan kubuň wagtlaýyn garşylygy kabul edilýär.



Surat. 2.3. Saklananda betonyň berkliginiň artyşy: 1 —
çygly gurşawda; 2 — gurak gurşawda

Oklaýyn gysylanda betonyň keseleýin ugurda üzülmegi sebäpli kublaryň (edil şonuň ýaly beýleki gysylan nusgalaryň hem) weýran bolýandygyny tejribeler görkezýärler. Emma, daýanç gyraňlary boýunça artýan sürtülme güýçleriniň bolmagy, olaryň kese kesilen taraplarynyň ýakynynda erkin deformasiýalaryň ösmegine päsgel berýär (2.4, a surat.). Eger-de, sürtülme güýçleriniň täsiri aradan aýrylsa (meselem, galtaşýan üstleri ýaglamak bilen), onda nusgadaky jaýryklar gysýan güýje parallel geçerler (2.4, b surat.), kubuň garşylygy bolsa ep-esli azalar. Kadalara laýyklykda, kublary, üstlerini ýaglamazdan, synagdan geçirýärler. Sürtülme güýçleriniň täsiri astynda kublaryň berkligi olaryň ölçeglerine bagly. Kubuň ölçegleri näçe kiçi boldugyça, onuň berkligi şonça-da uly. Meselem, eger-de, gapyrgasy 15 sm bolan kublaryň berkligini R_m diýip kabul etsek, onda, şol düzümlü betondan, emma,

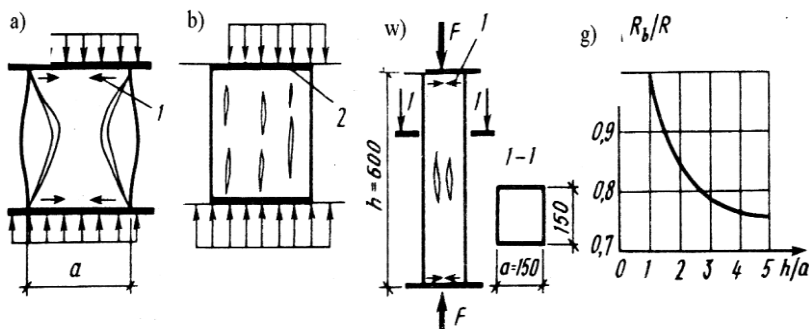
gapyrgasy 10 sm bolan kublar $1,12 R_m$, 20 sm gapyrga bilen bolsa — $0,93 R_m$ berklik görkezerler. Ýurtlaryň käbirinde (ABŞ we başg.) kublaryň ornuna silindriki görnüşli: beýikligi 12 dýum (30,5 sm) we diametri 6 dýum (15,2 sm) bolan nusga kabul edilendir. Şeýle ölçegleri bolan silindriki nusganyň berkligi gapyrgasynyň ölçegi 15 sm bolan kubuň berkliginden $0,8 \dots 0,9$ düzýär.

Hakyky nusgalaryň formasy boýunça kubdan tapawutlanýandygy sebäpli kubik berkligi hasaplamalarda gös-göni ulanylmaýar, ol diňe hiliň gözegçiligi üçin hyzmat edýär.

Prizma berkligi R_b — beton prizmalaryň oklaýyn gysylma wagtlaýyn garşylygy. Esasynyň tarapy a we beýikligi h bolan beton prizmalar bilen tejribeler $\frac{h}{a} h/a$ gatnaşygyň artmagy bilen olaryň berkliginiň azalýandygyny (2.4, g surat.), $\frac{h}{a} \geq 4$ bolanda praktiki taýdan stabil bolýandygyny we $0,7 \dots 0,8R$ deňdigini görkezdir. Bu prizmanyň kese kesilen taraplary boýunça sürtülme güýçleriniň emele getirilen dartgynlyklaryň diňe daşarky gyraňyň ölçegleri bilen deňeşdirip boljak ölçegleri bolan oblastda wajypdygy bilen düşündirilýär. Şeýlelik-de, kesigiň ölçeginiň iki essesinden ýokary beýiklikli prizmalarda ortaky bölek sürtülme güýçleriniň täsirinden boş (2.4, w surat.). Prizma berkligi aşakdaky formula bilen kesgitlenilip bilner

$$R_b = \varphi R, \quad (2.1)$$

bu ýerde φ — eksperimental koeffisiýent, $\varphi = 0,77 - 0,001R \geq 0,72$.



Surat. 2.4. Betonyň berkligini kesgitlemeklige: 1 — sürtülme güýçleri; 2 — ýaglama.

Beton süýndürilendäki berklik R_{bt} , esasan, sement daşynyň berkligine we onuň dolduryjylaryň däneleri bilen çatyşmagyna bagly. Oklaýyn süýndürilende betonyň berkligi gysylma berkliginden 10...20 esse az. Şunuň bilen birlikde kubik berkliginiň artdyrylmagy bilen betonyň oňnositel berkligi süýndürilmede azalýar. Süýndürilmede berkligiň bahasyny aşakdaky formula boýunça kesgitlep bolar:

$$R_{bt} = \frac{5R}{45 + R}. \quad (2.2)$$

Tejribe ýoly bilen R_{bt} ululygy sekizlik görnüşindäki nusgalary (2.5, a surat.) bölmeklige, silindr görnüşli nusgalary döwmeklige (2.5, b surat.) ýa-da beton pürsleri egremlige (2.5, w surat.) synag geçirmek bilen kesgitleýärler. Soňky ýagdaýda şu formula ulanylýar:

$$R_{bt} = \frac{\gamma M}{W} = 3,5 \frac{M}{bh^2}, \quad (2.3)$$

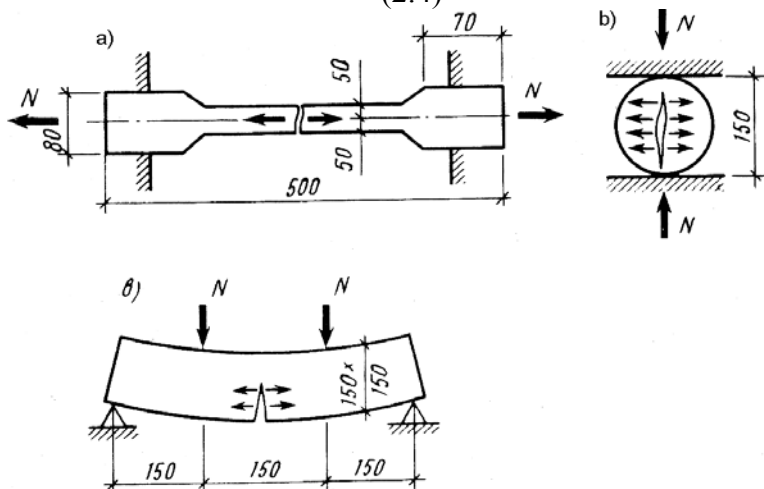
bu ýerde $\gamma=1,7$ — betonyň maýyşgak däl deformasiýalaryny hasaba alýan koeffisiýent; $W = \frac{bh^2}{6}$ — göniburçly kesigiň garşylyk görkezme pursadymomenti.

Kesilmeklik we döwölüp aýrylmak berkligi R_{bsh} .

Arassa görnüşde kesik elementi kesiji güýçler goýulan kesilen ýeri boýunça iki bölege bölmeklik bolup durýar. Özi hem kesilmä düýpli garşylygy iri dolduryjylaryň däneleri görkezýärler. Demirbeton konstruksiýalarynda arassa kesik seýrek duş gelýär, adatyça ol normal güýçleriň täsiri bilen bilelikde bolýar, kadalarda bolsa kesilmeklige wagtlaýyn garşylygyň bahasy getirilmeýär. Zerur bolanda $R_{b,sh}$ ululygyň bahasy aşakdaky formula bilen kesgitlenilip bilner

$$R_{b,sh} = 0,7\sqrt{R_b R_{bt}}.$$

(2.4)



Surat. 2.5. Süýndürilmede nusgalaryň berkligini synagdan geçirmekligiň shemalary.

Demirbeton konstruksiýalarda beton döwlüp aýrylmaklyga has ýygydan işleýär, meselem, keseleýin güýçleriň täsiri astyndaky pürslerde. Egremde betonyň döwlüp aýrylmaklyga wagtlaýyn garşylygy tejribe maglumatlaryna görä oklaýyn gysylma berkliginden 1,5...2 esse uly.

Ýerli gysylmadaky (basgylanandaky) berklik $R_{b,loc}$.

Ýerli gysylma (basgylama) basyş diňe meýdanyň bölegine (pürsleriň, kolonnalaryň direnmegi, elementleriň seplerinde we ş.m.) goýulanda duş gelýär. Tejribeleriň görkezmeçileri ýaly, bu ýagdaýda, basgylanma meýdanyny gurşap alýan we darak effektini döredýän betonyň hem işe gatnaşandygy sebäpli meýdanyň ýük goýulan bölegi R_b -den uly berklige eýedir. Ýerli gysylmadaky (basgylanandaky) betonyň berkligini aşadaky formula bilen kesgitleýärler

$$R_{b,loc} = \varphi_b R_b, \quad (2.5).$$

$$\varphi_b = \sqrt{\frac{A_{loc,1}}{A_{loc,2}}};$$

bu ýerde $A_{loc,1}$ — basgylanma meýdany;

$A_{loc,2}$ basgylanma meýdanyny we 6-njy bapdaky görkezmelere laýyklykda kesgitlenilýän goşmaça meýdançany öz içine alýan hasaplama meýdany.

Köp gezek gaýtalanýan ýüklemelerdäki berklik (hereketdäki ýa-da pulsirleýän) betonda plastiki deformasiýalaryň ýygnanmagy we mikrojaýryklaryň emele gelmegi sebäpli peselýär. Bu ýagdaýy şalmanlaryň, kranasty pürsleriň, köprüleriň hasaplamasynda göz önünde tutmak gerek. $2 \cdot 10^6$ gezek gaýtalanýan ýüklemelerde betonyň çydap bilýän in uly dartgynlygy *çydamlylygyň çägi* diýlip atlandyrylýar. Çydamlylygyň çägi siklin $\rho = \sigma_{bmin} / \sigma_{bmax}$ (σ_{bmin} we σ_{bmax} — ýüklemäniň üýtgemeginiň sikliniň

çäklerinde minimal we maksimal gezekli-gezegine artýan betondaky dartgynlyklar) häsiýetnamasyna bagly.

Kadalarada çydamlylygynyň çägi gysylmada $\gamma_{bl}R_b$, süýnmede $\gamma_{bl}R_{bt}$ deň diýlip kabul edilýärler, bu ýerde γ_{bl} — köp gezek gaýtalanýan ýüklemelerde işiň şertleriniň koeffisiýenti, ol ýüklemäniň sikliniň ρ häsiýetnamasyna baglylykda tebigy çyglykdaky beton üçin 0,75...1, çygly beton üçin 0,5...1 deň diýlip kabul edilýär.

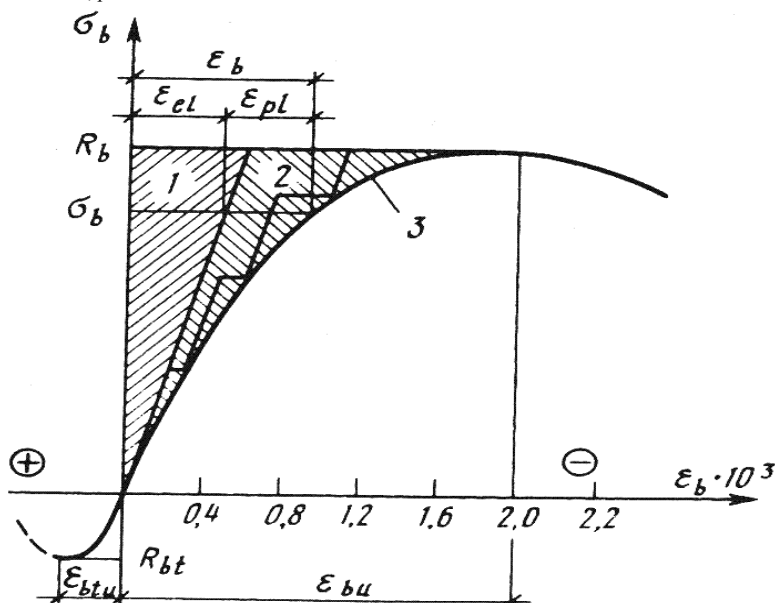
Betonyň uzak wagtlaýyn we çalt ýüklemelerdäki berkligi. Tejribehana Laborator şertlerinde beton nusgalary synagdan geçirilenlerinde ýükleme adatça $\nu=20...30 \text{ N}/(\text{sm}^2 \cdot \text{s})$ tizlik bilen amala aşyrylýar. Real konstruksiýalar bolsa statiki ýüklemeleriň täsiri astynda çäksiz köp wagt bolup bilerler. Bu ýagdaýda nusgada ep-esli maýyşgak däl deformasiýalar artýarlar we berkligiň peselmegine getirýän betonyň strukturalaýyn üýtgeşmeleri bolup geçýär. Tebigy taýdan gataýan betonyň oklaýyn gysylma uzak wagtlaýyn garşylygynyň çägi 10...20% peselýär. Az dowamly ýüklemelerde (urgy, partlama) betonda strukturalaýyn üýtgeşmeler ösüp ýetişmeýärler, betonyň berkliginiň ýokarlanmagyna getirýän plastik deformasiýalaryň yza galmagy bolup geçýär. Konstruksiýa partlama ýa-da seýsmiki ýüklemeler täsir edeninde betonyň berkligi 20...30% artýar.

2.3. Betonyň deformatiw häsiýetnamalary

Betonda iki esasy görnüşli deformasiýalary tapawutlandyrýarlar: *güýç deformasiýalary*, goýlan daşarky ýüklemeleriň täsiri astynda ýüze çykýanlar we olaryň täsiriniň ugry boýunça artýanlar, hem-de *güýç däl*, temperaturanyň we daşky gurşawyň çyglylygynyň üýtgemegi bilen baglylar we göwrümleýin häsiýetde bolanlar. Ýüklemeleriň goýulmagynyň häsiýetine we täsiriniň dowamlylygyna baglylykda betonyň güýç deformasiýalaryny gysga wagtlaýyn statiki ýükleme bilen bir gezeklik ýüklenende ýüze çykýan, hem-de ýüklemäniň uzak

wagvlaýyn we gaýtadan täsiri bolandaky deformasiýalara bölýärler.

Gysga wagvlaýyn ýüklemedäki deformasiýalar. Beton prizmany, deformasiýalary iki gezek ölçemek bilen tapgyrlyýyn ýükleýäris: ýükleme goýulandan soň dessine we ýükleme astynda saklanandan käbir wagtdan soňra, “ $\sigma_b - \varepsilon_b$ ” diagrammada basgançakly liniýany alýarys (2.6 surat.). Ýükleme goýulandan soň dessine ölçenilen $\varepsilon_{b,el}$ deformasiýalar maýyşgakdyrlar, ýagny dartgynlyklara göni proporsionaldyrlar. Nusga saklanylan wagtyň dowamynda dörän $\varepsilon_{b,pl}$ deformasiýalar maýyşgak dälirler (plastikdirler).



Surat. 2.6. Basgançakly ýüklenende betonyň deformasiýasynyň diagrammasy:

1 — maýyşgak deformasiýalar oblasty; 2 — plastik deformasiýalar oblasty; 3 — doly deformasiýalaryň egrisi

Maýýşgak deformasiýalar nusganyň ýüklenmeginiň pursatlaýyn (mgnowen) tizligine dogry gelýärler, maýýşgak däller ýüklemäniň tizligine we dartgynlyklaryň ululyklaryna bagly bolmak bilen wagtyň dowamynda ýüze çykýarlar. Ýüklemäniň tizliginiň azalmagy ýa-da nusgany ýükleme astynda saklamagyň wagtyň ulalmagy bilen plastik deformasiýalar artýarlar, hem-de $\sigma - \varepsilon$ baglanyşyk has ýapgyt bolýar. Şeýlelik-de, wagtyň islendik pursadynda betonyň doly deformasiýasy maýýşgak we plastik deformasiýalardan durýar, ýagny $\varepsilon_b = \varepsilon_{b,el} + \varepsilon_{b,pl}$.

Ýüklemäniň başgançaklarynyň has köp sanynda $\sigma_b - \varepsilon_b$ grafik egri çyzykly bolýar (2.6 suratda 3 çyzyk). Umumy ýadgdaýda beton üçin $\sigma_b - \varepsilon_b$ diagramma 2.7. suratda şekillendirilendir. Eger-de, ýüklemegiň haýsy hem bolsa σ_b dogry gelýän pursadynda beton nusgadan ýüklemäni aýyrsak, ýüki ýazdyrma bolup geçer (2.7. surat.). Doly yük aýrylanda nusgada wagtyň geçmegi bilen biraz azalýan galyndy deformasiýalar saklanýarlar. Bu bölek galyndy deformasiýalaryň 10...15%-inden ýokary dälir we *maýýşgak täsirden soňky deformasiýa* $\varepsilon_{b,ep}$ diýlip atlandyrylýar. Süýndürilmede $\sigma_b - \varepsilon_b$ diagrammanyň häsiýeti gysylmada seredeilene meňzeşdir (ser. 2.6. surat.).

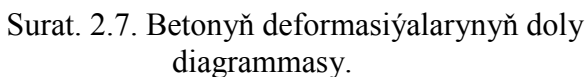
Deformasiýalaryň moduly. Beton we Demirbeton konstruksiyalaryň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýadgdaýyny hasaplamak üçin dartgynlyklary deformasiýalar bilen baglanyşdyrýan analitiki baglanyşygyň bolmagy gerek. Bu baglanyşyk beton üçin $\sigma_b - \varepsilon_b$ diagramma seretmekden alnyp bilner. Uly bolmadyk deformasiýalarda ($\sigma_b \leq 0,2R_b$) deformasiýalar we dartgynlyklar bilen baglanyşyk çyzykly

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_b},$$

bolar we Gukuň kanuny bilen kesgitlenilýär bu ýerde E_b — maýýşgaklyk moduly, ol koordinatalar başlangyjynda

$E_b = \frac{\sigma_b}{\varepsilon_b} = \operatorname{tg} \alpha_0$

burçunyň tangensi hökmünde kesgitlenilýär
(2.7. surat.). E_b modul betonyň klasyna we görnüşine, taýýarlanylş usulyna baglydyr we diňe maýyşgak deformasiýalara laýyk gelýär.


$$E_b = \frac{d\sigma}{d\varepsilon} = tg\alpha$$

we doly deformasiýalary kesgitlemek kyndyr. Praktiki hasaplamalar üçin berlen dartgynlykly nokatda egrä

kesijiniň ýapgytlygynyň burçunyň tangensi bolýan maýyşgakplastiki modulyň kömegi bilen dartgynlyklary aňlatmak teklipe edildi $E'_b = \operatorname{tg} \alpha_a$ (2.7. surat.).

α burçuň dartgynlyklara baglylykda üýtgeýändigini sebäpli maýyşgakplastiki modul — hem üýtgeýän ululykdyr, özi hem başlangyç maýyşgaklyk modulyndan kiçidir. Maýyşgakplastiki modulyň we betonyň başlangyç maýyşgaklyk modulyň arasyndaky baglanyşygy kesgitlemek üçin betonyň şol bir σ_b dartgynlygyny grafik boýunça (2.7. surat.) maýyşgak $\varepsilon_{b\,el}$ we doly $\varepsilon_b = \varepsilon_{b\,el} + \varepsilon_{b\,pl}$ deformasiýalaryň üsti bilen aňladalyň:

$$\sigma_b = \varepsilon_{b\,el} E'_b = \varepsilon_b E'_b$$

Bu ýerden betonyň maýyşgakplastiki modulyň tapýarys

$$E'_b = \frac{\varepsilon_{b\,el}}{\varepsilon_b} E_b = \nu E_b, \quad (2.6)$$

bu ýerde $\nu = \frac{\varepsilon_{b\,el}}{\varepsilon_b}$ — ýüklemäniň täsiriniň

dowamlylygyna, daşky gurşawyň häsiýetine bagly bolan betonyň maýyşgakplastiklik koeffisiýenti. Kadalara laýyklykda ýüklemäniň gysga wagtyk täsirinde $\nu = 0,45$, uzak wagtlaýyn täsirinde $\nu = 0,1 \dots 0,15$ diýip kabul edýärler.

Oklaýyň süýnmede $\sigma_b - \varepsilon_b$ — diagramma egri çyzyklydyr. Betonyň başlangyç maýyşgaklyk modullary süýnmede we gysylmada deň diýlip kabul edilip bilnerler. Onda süýnmede betonyň maýyşgakplastiklik moduly

$$E'_{bt} = \nu_t E_b, \quad (2.7)$$

bu ýerde $\nu_t=0,5$ — süýnmede betonyň maýyşgakplastiklik koeffisiýenti.

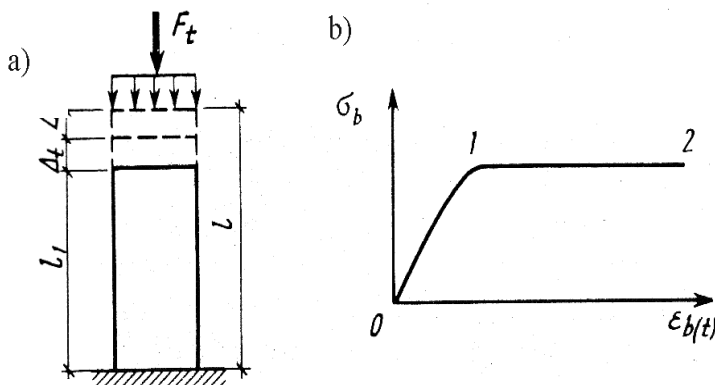
Gysylmada betonyň başlangyç maýyşgaklyk moduly gysyjy $\sigma_b \leq 0,3R_b$ dartylmalarda prizmalaryň synagy arkaly kesgitlenilip bilner.

Gukun kanunynyň ulanylyş çäklerinde betonyň süýşme modulyny

$$G_b = \frac{E_b}{2(1 + \nu)}, \quad (2.8)$$

deň diýip kabul edýärler, bu ýerde ν — keselegine deformasiýalaryň koeffisiýenti. $\nu=0,2$ bolanda $G_b = 0,4E_b$.

Ýüklemäniň bir gezeklik uzak wagtlaýyn täsirinde betonyň deformasiýasy. Eger-de beton prizmany uzak wagtlaýyn gysyjy F_t ýükleme F_t bilen ýüklese, onda wagtyň başlangyç pursadynda maýyşgak Δ_{el} deformasiýalar artar (2.8. surat.), soňra, ýyllar bilen sanalýan uzak döwrüň dowamynda, ýuwaş-ýuwaşdan peselip gitmek bilen, maýyşgak däl Δ_t deformasiýalar ýüze çykarlar. Hemişelik ýüklemäniň uzak wagtlaýyn täsirinde maýyşgak däl deformasiýalaryň güýçlenmegi *süýşmeklik* diýlip atlandyrylýar.



Surat. 2.8. Süýşmekligiň deformasiýalary.

Süýşmeklik ilkinji 3...4 aýyň dowamynda has intensiw artýar (2.8, b surat.), onuň doly ululygy bolsa käbir ýagdaýlarda maýyşgak deformasiýalardan 3...4 esse köp bolup biler. Çyzykly we çyzykly däl süýşmeklikleri tapawutlandyrýarlar.

Çyzykly süýşmeklik $\sigma_b < 0,5R_b$ bolanda bolýar we esasan, geliň dykyzlanmagy bilen şertlendirilýär. Bu ýagdaýda ýükleme astynda dartgynlyklaryň gel strukturalaryndan sement daşyna we dolduryjylaryň dänelerine täzedan paýlanylmalary bolup geçýär, süýşmekligiň deformasiýalarynyň artmagy takmynan dartgynlyklaryň artmagyna proporsionaldyr. Dartgynlyklar $\sigma_b > 0,5R_b$ ululyklara çenli artdyrylanlarynda betonda mikrojaýryklar emele gelýär we deformasiýalaryň tizleşdirilen artdyrylmasy başlanýar, süýşmeklik bu ýagdaýda çyzykly däl bolar. Betonyň süýşmekligi geliň şepbeşik düzümi böleginden kristallik bitişige we dolduryja dartgynlyklaryň täzedan paýlanylmagy netijesinde, wagtyň dowamynda peselmek bilen, kesilýär. Betonyň süýşmekligi köp faktorlara bagly. Ol betonda dartgynlyklaryň, suw sement gatnaşygynyň we sementiň möçberiniň artmagy bilen ulalýar. Ýüklenilen pursadyna görä betonyň ýaşynyň artmagy, gursawyň

çyglylygynyň ýokarlanmagy, daş dolduryjylaryň berkliginiň we maýyşgaklyk modulynyň artmagy bilen süýşmeklik azalýar. Yssy we gurak klimatda süýşmeklik has çalt ösýär we wagtyň has gysga döwründe öz maksimumyna ýetýär.

Süýşmekligiň deformasiýasynyň san bahalandyrmasy üçin *süýşmekligiň häsiýetnamasy* atlandyrylylýan ululukdan peýdalanýarlar:

$$\varphi = \frac{\varepsilon_{pl(t)}}{\varepsilon_{el}},$$

bu ýerde $\varepsilon_{pl(t)}$ — wagtyň t pursadyndaky süýşmekligiň deformasiýasy; ε_{el} — ýükleme pursadyndaky maýyşgak deformasiýa. Süýşmeklik bahalandyrylanda *süýşmekligiň ölçegi* düşünjesini hem ulanýarlar, ol süýşmekligiň deformasiýasynyň hereket edýän σ_b dartgynlyklara bolan gatnaşgydyr:

$$C_{(t)} = \frac{\varepsilon_{pl(t)}}{\sigma_b}. \quad (2.9)$$

Süýşmekligiň ölçegini bilmek bilen dartgynlyklardan betonyň ýükleme astyndaky doly deformasiýalaryna geçmek mümkin:

$$\varepsilon_b = \varepsilon_{el} + \varepsilon_{pl(t)} = \frac{\sigma_b}{E_b} + \sigma_b C_{(t)} = \sigma_b \left(\frac{1}{E_b} + C_{(t)} \right). \quad (2.10)$$

Köp gezeklik gaýtalanýan ýüklemelerde betonyň deformasiýalary. Konstruksiýalarda ýüklemegiň we ýükden aýyrmagyň siklleriniň köp gezek gaýtalanmagy onda plastiki deformasiýalaryň kem-kemden toplanmagyna getirýär.

Ýüklemegiň we ýükden aýyrmagyň kesgitli bir sanyndan soňra maýyşgak däl deformasiýalar saýlanýyp çykýarlar we beton maýyşgak işläp başlaýar (2.9 surat.). Deformirlenmegiň şu hilli häsiýetine çydamlylygyň $R_{b,rep}$ çäginde ýokary bolmadyk dartgynlyklarda syn edilýär. Uly dartgynlyk bolanda siklleriň käbir sanyndan soňra maýyşgak däl deformasiýalar çäksiz artyp başlaýarlar we nusganyň weýran bolmagy bolup geçýär.

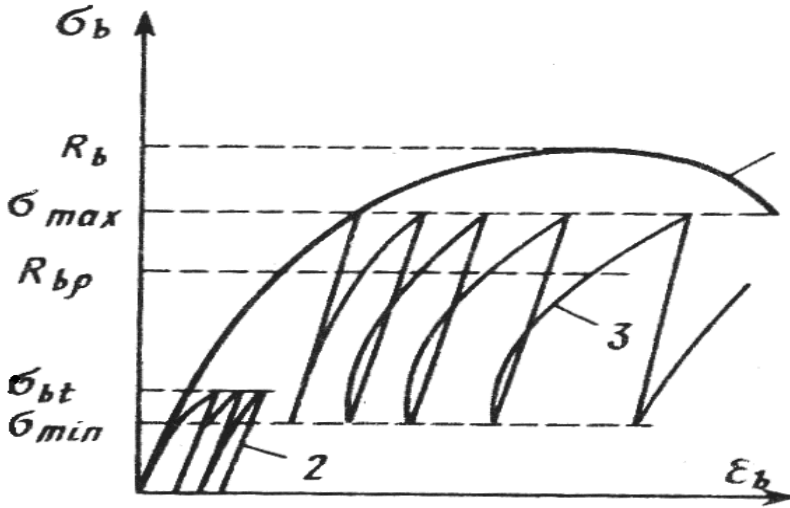
Betonyň çäk deformasiýalary. Çäk deformasiýalar diýip betonyň weýran bolmak pursadyndaky deformasiýalara aýdylýar. Çäk $\varepsilon_{b,u}$ gysylmany we $\varepsilon_{bt,u}$ süýnmekegi tapawutlandyrylar, olar betonyň bekligine, onuň düzümine we ýüklemäniň goýulmagynyň dowamlylygyna baglydyrlar. Betonyň berkliginiň ýokarlanmagy bilen ε_{bu} azalýar, ýüklemäniň dowamlylygynyň artmagy bilen — ulalýar. Hasaplamalar üçin kabul edýärler: oklaýyn gysga wagtlaýyn gysylmada $\varepsilon_{bu}=2 \cdot 10^{-3}$, uzak wagtlaýynda $\varepsilon_{bu}=2,5 \cdot 10^{-3}$, oklaýyn süýnmekde $\varepsilon_{bt,u}=1,5 \cdot 10^{-4}$, eplenmede we merkezden bolmadyk gysylmada $\varepsilon_{b,u}=3,5 \cdot 10^{-3}$.

Betonyň temperaturalaýyn deformasiýalary. Temperaturanyň ulalmagy bilen beton giňelýär, onuň peselmegi bilen bolsa — gysgalýar.

Beton elementiniň kesik boýunça gyzdrylmasy deňölçegli bolup geçmeýän ýa-da temperatura deformasiýalary çäklendirilen ýagdaýlarynda onda goşmaça güýçleriň ýüze çykmagyny we jaýryklaryň emele gelmegini döredip biljek temperatura dartgynlyklary emele gelýär. Temperatura deformasiýalary aýk howada ýerleşen we daşky gurşawyň täsirine sezewar edilýän desgalar, gyzgyn sehlerde, massiw binalarda (ekzotermiýa sebäpli) we ş.m. bolup geçýärler.

Desgalarda temperaturalaýyn deformasiýalar tarapyndan emele getirilen güýçleri kesgitlemek materiallaryň garşylygynyň formulalary boýunça amala aşyrylýar, özi hem

bu ýerde çyzykly giňelmek koeffisiýenti -50 -den $+50$ °C çenli temperaturda $\varepsilon_{bt} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ grad}^{-1}$ deň diýlip kabul edilýär.



Surat. 2.9. Gaýtalanýan ýüklemelerde betonyň deformasiýalary:

1 — bir gezekleýin ýükleme; 2 — köp gezeklik ýükleme $\sigma_{bt} \leq R_{bp}$; 3 — şol, $\sigma_{bt} > R_{bp}$ bolanda

Betonyň çyglylyk deformasiýalary. Howa gurşawynda gatanynda beton göwrümünde kiçelmek (girmek) we çyglylandyrylanda ulalmak (çişmek) häsiýetine eýedir. Girmeklik, süýşmeklik ýaly, uzak döwrüň dowamynda döreýär (2.10 surat.).

Sement daşynda boş suwuň bugarmagy bilen bagly we kapillýar hadysalar bilen şertlendirilen (betonyň öýjüklerinde meniskiň dartylmagy) öwrülip bilýän, hem-de, himiki baglanyşykly yzgaryň sementiň gidratasiýasyna ýitirilmegi we ondan gelip çykýan geliň göwrüminiň kiçilmegi netijesinde bolup geçýän tersine öwürüp bolmaýan girmeleri tapawutlandyryrlar.

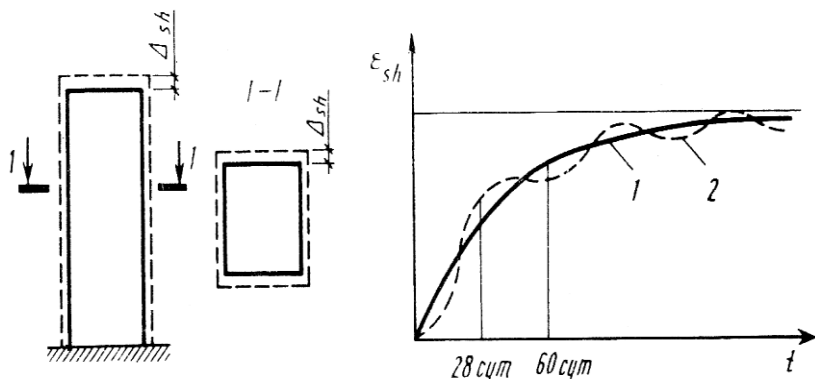
Betonyň girmegi başlangyç gatama döwründe has intensiw bolup geçýär, ondan soňra ol kem-kemden kesilýär.

Betonda sementiň, suwuň mukdary näçe köp boldugyça we daşky gurşawda çyglylyk näçe az boldugyça girmeklik şonçada köp bildirilýär. Girmeklik beton bilen armaturanyň çatyşmagyny ýokarlandyrýar, netijede onuň sykylmagyny döredýär, bu bolsa položitel faktordyr.

Betonyň göwrüm boýunça birmeňzeş däl guramaklygy birmeňzeş däl girmeklige getirýär. Betonyň açyk üst gatlaklary yzgary çaltrak ýitirýärler we olaryň girmekligi içerki, has çygly zonalara garanyňda uly. Bu hilli birmeňzeş dälliginiň netijesinde beton göwräniň içerki gatlaklarynda gysýan, daşarkylarynda bolsa — süýndüriji, üst jaýryklarynyň emele gelmegine getirýän dartgynlyklar ýüze çykýar.

Betonda girmeklik dartgynlyklarynyň azaldylmagy tehnologi (sementiň sarp edilişini we S/S gatnaşygy azaltmak, betonyň dykzlygyny ýokarlandyrmak, açyk üstleri yzgarlandyrmak), şeýle hem konstruktiv, meselem, konstruksiýalarda girme seplesik ýerlerini guramak, girmä garşy armaturany goýmak ýaly çäreler bilen gazanylýar. Girmäni aradan aýyrmagyň has radikal serişdesi – girme häsiýeti ýok sementleri ulanmakdyr.

Girmäniň ululygy sementiň görnüşine, betonyň düzümine, betony ýerleşdirmegiň we oňa ideg etmegiň usullaryna, temperatura-çyglylyk şertlerine bagly we giň çäklerde üýtgeýär. Agyr betonyň girmekliginiň orta deformasiýalary $2 \cdot 10^{-4} \dots 4 \cdot 10^{-4}$ aralykdadyrlar.



Surat. 2.10. Betonyň girmekliginiň deformasiýalary:

a — betonyň girmeginiň göwrüm häsiýeti; b — girmeginiň wagtyň dowamynda ösüşi; 1 — girmeginiň deformasiýalary; 2 — temperaturanyň we howanyň çyglylygynyň üýtgemekliginiň girmeklige täsiri

2.4. Betonyň klaslary we markalary

Demirbeton konstruksiýalary taslamalaşdyrylanlarynda olaryň niýetleniliş we ulanmaklyk şertlerine baglylykda kadalarda betonyň hiliniň görkezijileri kesgitlenilendirler, olardan esaslary şuladyrlar: gysylma we süýnmä berklik boýunça betonyň klaslary, sowuga çydamlylyk, suw geçirmezlik, dykzlyk we öz-özüňi dartgynlandyрма boýunça markalar. Betonyň birjynsly bolmazlyk we beýleki tötänleýin faktorlaryň netijesinde onuň hakyky häsiýetnamalarynyň orta statistiki bahalardan ymykly tapawutlanyp bilýändigini sebäpli hasaplama kesgitli ygtybarlyk (ser. 3-nji baba) bilen berlen hil görkezijilerini (berklik we başg.) girizýärler.

Gysylma berklik boýunça betonyň klasy B (nemes, fransuz “Beton” sözünden) $(20 \pm 2)^\circ\text{C}$ temperaturada, howanyň otnositel $W \geq 60\%$ çyglylygynda we 28 gije-gündiziň dowamynda saklanandan soňra gapyrgasy 15 sm bolan kubiginiň gysylmasyndaky çäk garşylygyň bahasyna laýyk

gelýär (berkligiň çägi 0,95 üpjünçilik bilen). Agyr betonlaryň gysylma berkligi boýunça şu klaslary kadalar tarapyndan kabul edilendirler: B33,5; B5, B7,5; B10; B12,5; B15; B20, B25; B30; B35; B40; B45; B50; B55; B60. B20 klas 20 MPa berklige laýyk gelýär.

Oklaýyn süýnmä berklik boýunça betonyň klasy B_t (t indeks iňlisçe *tension* — süýnme sözünden) haçan-da konstruksiýa, esasan, süýnmä işleýän ýagdaýlarynda ulanylýar (rezerwarlar, basyş turubalary). Onuň bahasy önümçilikde gözegçilikde saklanylýar. Süýnmä berklik boýunça betonlaryň şu klaslary kadalar tarapyndan kabul edilendirler: $B_t 0,8$; $B_t 1,2$; $B_t 1,6$; $B_t 2$; $B_t 2,4$; $B_t 2,8$; $B_t 3,2$.

Betonyň sowuga çydamlylyk boýunça markasy F50...F500 (iňlisçe *frost resistance* — sowuga çydamlylyk sözlerinden) berkligiň 15%-den köp bolmadyk azalmagy bilen suw bilen doýgunlandyrylan ýagdaýynda betonyň hötde gelip bilýän doňdurmak we doňuny çözdürmek siklleriniň sany bilen häsiýetlendirilýär. Yzgarlandyrylan ýagdaýlarynda gezekli-gezegine doňdurmak we doňuny çözdürmek täsirlerine sezewar edilýän konstruksiýalar (duz alyjy, gyzgyn suw sowadyjy, gidrotehniki desgalar) üçin ulanylýar.

Suw geçirmezlik boýunça betonyň markasy W2...W12 (iňlisçe *Watertight* — suw geçirmezlik sözünden). *W* harpyndan soňky san (meselem, *W6*) galyňlygy 150 mm nusgadan suwuň syzylmagy entek syn edilmeýän, suwuň kg/sm^2 birlikdäki, iň uly basyşyny aňladýar. Suwuň basyşy astynda işleýän konstruksiýalar üçin niýetlenilýär.

Orta D dykzylyk boýunça betonyň markasy (iňlisçe *density* — dykzylyk sözünden) onuň orta dykzylygyny kg/m^3 birlikde häsiýetlendirýär (agyr betonlar üçin *D2300...D2500*, ýeňiller üçin — *D800...D2100*). Betona konstruktiw häsiýetdäkilerden başga ýylylyk geçirmezlik talaplary bildirilen ýagdaýlarynda ulanylýar. Harpdan soňky san betonyň kg/m^3 birlikdäki orta dykzylygyny aňladýar.

Öz-özüni dartgynlandyrma boýunça marka $S_p 0,4 \dots S_p 4$ (iňlisçe *prestress* — öňünden dartgynlandyrmak sözünden) armirlemek koeffisiýenti $\mu = 0,01$ bolanda armaturanyň agyrylyk merkezi derejesinde betondaky öňünden dartgynlandyrmanyň ululygyny (MPa birliginde) häsiýetlendirýär; dartgynlandyrylan sementli, betondan taýýarlanylýan, öz-özüni dartgynlandyryýan konstruksiýalar üçin niýetlenilendir. Şeýle konstruksiýalara turubalar, ýollaryň, aerodromlaryň örtükleri we ş.m. girýärler.

Betonyň klasyny saýlamak boýunça maslahatlar. Sement berkidijilerde dykyz strukturaly agyr (adaty) beton häzirki wagtda has giň ulanyşa eýedir. Ol, eger-de muňa ýörite talaplar gapma-garşy gelmeseler we ýeňil betony ulanmak mümkin bolmasa, praktiki taýdan ähli göteriji konstruksiýalary taýýarlamak üçin ulanylýar. Ýeňil, öýjükli, öýjük-öýjük betonlar, esasan, goraýjy konstruksiýalarda ulanylýarlar.

Her anyk ýagdaýda betonyň optimal klasyny saýlamaklygy konstruksiýalaryň görnüşine, ony taýýarlamaklygynyň we montajyň usullaryna, ulanmaklygynyň şertlerine baglylykdaky tehniki-ykdysady hasaplamalaryň esasynda geçirýärler.

Demirbeton konstruksiýalar üçin gysylma berkligi boýunça B7,5-dan az klasly agyr we ownuk däneli betonlaryň ulanylmagyna ýol berilmeýär.

Has köp ulanylýarlar: egremli elementler üçin öňünden dartgynlandyrylmasyz B15...B30 klasly betonlary, gysylan elementler üçin: kolonnalar — B20.. .B40, çatylar — B30...B50. Öňünden dartgynlandyrylan elementleriň betonynyň klasyny armaturanyň klasyna baglylykda belleýärler. Meselem, A-IV klasly armatura üçin betonyň klasy B15-den, A-VI üçin — B30-dan pes bolmaly däl. Ýokary klasly betonlaryň ulanylmagy, aýratyn hem gysylan elementlerde, ymykly tygşytlamany almaga mümkinçilik berýär.

2.5. Demirbeton konstruksiýalar üçin armaturanyň bellenilişi we görnüşleri

Armatura diýlip, hasaplama, konstruktiv we önümçilik talaplaryna laýyklykda betonda ýerleşdirilýän çäýe ýa-da gaty sterženler atlandyrylýar. Demirbeton konstruksiýalarynda armaturany süýndüriji dartgynlyklary kabul etmek ýa-da gysylan betony güýçlendirmek üçin ýerleşdirýärler. Armatura hökmünde, esasan, polady ulanýarlar. Käbir ýadaýlarda başga materiallaryň ulanylmagy hem mümkin, meselem, aýnapplastiki armaturany, ol sintetiki smolalardan bolan baglanyşdyryjy plastikleriň kömegi bilen armatura sterženine birleşdirilen ýuka aýna süýümlerinden ybaratdyr. Şeýle sterženler ýokary berklige, himiki durnuklygyga eýedirler. Emma, olar polatdan ep-esli gymmat we diňe korroziýa çydamlylyk, elektroizolýasiýa ukyplylyk we magnitsiz bolmaklyk talaplary bildirilýän konstruksiýalarda ulanylýarlar.

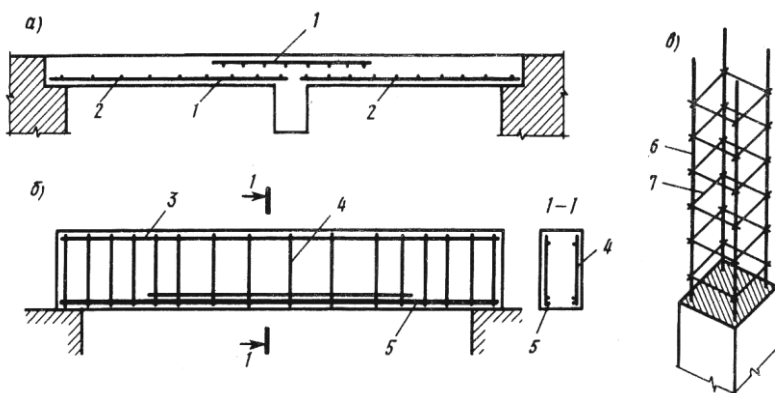
Niýetlenlişi boýunça Demirbeton konstruksiýalary üçin armaturany *işçi* we *montaž* (konstruktiv) ýalylara bölýärler. İşçi armaturany hereket edýän täsirlere hasaplamak boýunça süýndüriji dartgynlyklary kabul etmek we konstruksiýanyň gysylan zonalaryny güýçlendirmek üçin goýýarlar. Kabul edilip alynýan täsirlere baglylykda ony keseleýin we dikleýin ýalylara bölýärler (2.11 surat.). Montaż (konstruktiv) armaturany konstruktiv we tehnologiki pikirlenmeler boýunça ýerleşdirýärler. Ol işçi armaturanyň taslamalaşdyrylan ýagdaýyny üpjün edýär, aýratyn sterženler arasynda güýçleri has deňölçegli paýlaýar, hasaplamada hasaba alynmadyk, betonyň girmeginden, temperaturanyň üýtgemeginden we ş.m. bolan güýçleri kabul edýär.

Gurnama konstruksiýalarda elementi galdyrmak we dasamak üçin montaž (ýük asmak üçin) halkalar, trubalar we ş.m. goýulýar. Gurnama konstruksiýalary baglanyşdyrmak we sepleşdirmek üçin polat goşundy detallar ulanylýar. Ähli armaturany (işçi, montaž, ýük asma halkalary, goşundy

detallar) armatura önümlerine birleşdirýärler — kebşirlenen ýa-da örülen torlar we karkaslar.

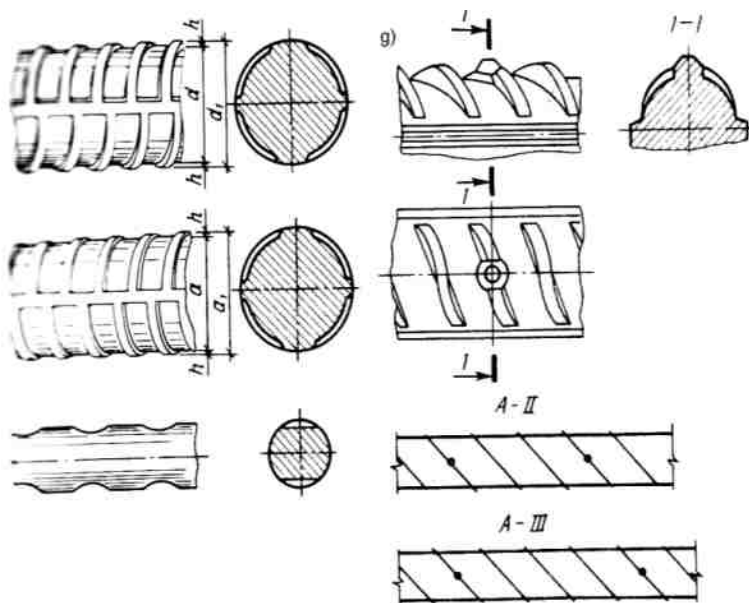
Demirbeton konstruksiýalary üçin armaturany şu nyşanlar boýunça klassifisirleýärler.

Taýýarlamaklygyň usuly boýunça sozulyp ýasamak (prokat) usuly bilen alnan, *gyzgynlygyna sozulyp taýýarlanan* diametri 6...40 mm bolan *steržen görnüşli*, hem-de, sowuk ýagdaýda şsüýndürme ýoly bilen taýýarlanylýan diametri 3...8 mm bolan *simleýin* armaturalary tapawutlandyrýarlar. 10 mm-dan uly diametri bolanda armatura çybyklarda, kiçi diametrde bolsa — agramy 1300 kg çenli bolan ýumaklarda (kültemlerde) üpjün edilýärler.



Surat. 2.11. Demirbeton elementleriň armirlenilişi:

a — kesilmeyän plita; *b* — pürs; *w* — kolonna; *1* — plitanyň dikligine işçi armaturasy; *2* — konstruktiw armatura; *3* — montaj armaturasy; *4* — pürsüň keseleýin armaturasy (hamytlar); *5* — pürsüň dikligine işçi armaturasy; *6* — kolonnanyň işçi armaturasy; *7* — kolonnanyň keseleýin armaturasy.



Surat. 2.12. Periodiki profilli armatura:

a — A-II klasly steržen görnüşli; b — A-III...A-VI klaslardaky steržen görnüşli; w — Bp-II klasly ýokary berklikli sim; g — markirleýji prokat belligi

Üstüniň profili boýunça ýylmanak we periodiki profilli armatura polatlaryny tapawutlandyýarlar (2.1.2 surat.). Soňkular beton bilen has gowy çatysma eýedirler we häzirki wagtda esasy armaturadyrlar. Şol bir wagtda çykyntgylar dartgynlyklary toplaýjylardyr we periodiki profilli armaturanyň sikliki täsirlere garşylyk görkezijiligini peseldýärler.

Ulanylş usuly boýunça Demirbeton elementler armirlenilenlerinde dartgynlandyrylan armaturany, ýagny önünden dartylma sezewar edileni we dartgynlandyrylmadygy tapawutlandyýarlar.

Gyzgynlygyna sozulyp we sowuk ýagdaýda şüýndürme bilen taýýarlanylýan armaturany çeyä diýip atlandyýarlar.

Olardan başga käbir ýagdaýlarda konstruksiýalarda prokat ýa-da kebşirlenen iki tagmalyly (iki tawrolary), şwellerleri, burçlary we ş.m. bolan gaty (göterişi) armaturany ulanýarlar.

2.6. Poladyň fizika-mehaniki häsiýetleri

Armaturanyň häsiýeti himiki düzüme, öndürmegiň we gaýtadan işlemegiň usulyna bagly. Armatura poladynyň düzümine adaty 0,2...0,8% möçberde uglerod we legirleýän goşundylar girýärler. Uglerodyň möçberiniň artdyrylmagy berkligiň ýokarlandyrylmagy bilen bir wagtda deformatiwligiň we kebşirlenijiligiň azalmagyna getirýär. Poladyň häsiýetlerini üýtgetmeklik legirleýji goşundylary girizmek bilen gazanylyp bilner. Marganes, hrom deformatiwligi ymykly azaltmazdan berkligi ýokarlandyryrlar. Kremniý berkligi ýokarlandyrsa-da kebşirlenijiligi erbetleşdirýär.

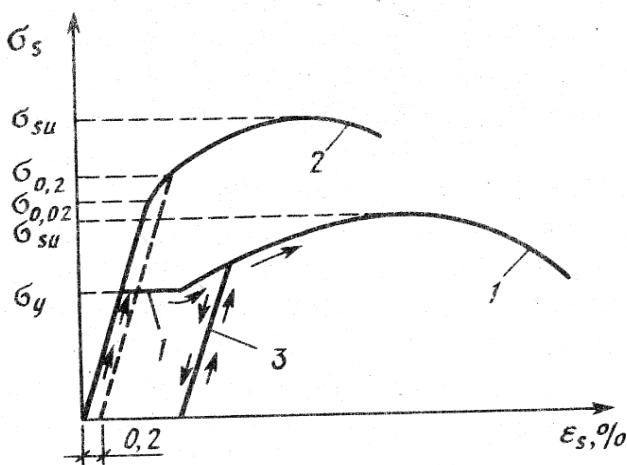
Poladyň himiki düzümi markasy bilen kesgitlenilýär. Meselem, 25Г2С markada birinji san uglerodyň prosendiň ýüzden bir bölekdäki mukdaryny aňladýar (0,25%), Г harpy — poladyň marganes blen legirlenendigini, 2 sifri — onuň prosentlerdäki mukdaryny, С — polatda kremniniň bolmaklygyny aňladýar. Beýleki himiki elementleriň bolmaklygy, meselem, 20ХГ2Ц, 23Х2Г2Т markalarynda, harplar bilen belenilýär: Х — hrom, Т — titan, Ц — sirkoniý.

Polatlaryň berklik we deformatiwlik häsiýetleri standart nusgalary süýnmeklige synaglary geçirmek ýoly arkaly alnan “ $\sigma - \varepsilon$ ” diagramma bilen häsiýetlendirilýär. Diagrammanyň häsiýeti boýunça ähli armatura polatlary iki görnüşe bölünýärler: 1) ýumşak, akaganlygyň açyk aňladylan meýdançasyna eýe bolanlar; 2) gaty, akaganlygyň açyk däl aňladylan meýdançasý barlar (2.13 surat.). Poladyň berkliginiň esasy häsiýetnamasy R_s bolup 1 görnüşli polatlar üçin akaganlygyň fiziki çägi σ_{sy} ; 2 görnüşli polatlar üçin —

akaganlygyň şertli çägi $\sigma_{0,2}$, ol galyndy deformasiýalar 0,2% düzýän dartgynlygyň bahasyna deň diýlip kabul edilýär. Mundan başga-da diagrammalaryň häsiýetnamalary hökmünde berkligiň çägi σ_{su} (wagtlaryň garşylyk) we poladyň plastiki häsiýetini häsiýetlendirýän üzmekdäki çäk uzalmaklyk ε_{su} çykyş edýärler. Kiçi çäk uzalmaklyklar ýüklem astynda armaturanyň port üzmeleriniň we konstruksiýanyň weýran bolmagynyň sebäbi bolup gulluk edip bilerler; polatlaryň ýokary plastiki häsiýetleri Demirbeton konstruksiýalaryň işiniň amatly şertlerini döredýärler (statiki kesgitläp bolmaýan ulgamlarda güýçleriň täzeden paýlanylmagy; intensiw dinamiki ýüklemelerde).

Armatura polatlarynyň berkligini ýokarlandyrmak termiki berkleşdirmek we mehaniki süýndürmek bilen gazanylyp bilner.

Termiki gaýtadan işlenilende başda armaturany 800 °C çenli gyzdyrmak we ýagda çalt sowatmak, soňra bolsa 300...400 °C çenli gyzdyrmak we ýuwaş-ýuwaşdan sowatmak amala aşyrylýar. Armaturany 3...5% mehaniki süýndürmekde kristalliki gözenegiň strukturalaýyn üýtgemeleriniň netijesinde — berçginlemekde — polat berkleşýär. Gaýtadan süýndürilende (ýüklemelerde) deformirlenmegiň diagrammasy başdakydan tapawutlanar (2.13 surat.).



Surat. 2.13. Armatura polatlarynyň “dartgynlyk — deformasiýa” diagrammlary.

1 — ýumşak polat; 2 — gaty polat; 3 — süýndürme arkaly mehaniki berkleşdirilen polat

Berklik we deformatiw häsiýetnamalardan başga käbir ýagdaýlarda armatura polatlarynyň beýleki häsiýetlerini hem göz önünde tutmaly bolýar: kebşirlenijilik, reologiki häsiýetler, ýadawlylyk weýran bolunmagy we ş.m.

Armatura polatlarynyň kebşirlenijiligi — bu kebşirlenilende oňat hilli birleşmeleri berip bilmek ukybydyr. Az uglerodly polatlar gowy kebşirlenilýärler. Uglerodyň mukdary 0,5%-den ýokary bolanda poladyň kebşirlenijiligi ýaramazlaşýar. Termiki gaýtadan işleniliş ýa-da süýndürme bilen berkleşdirilen armatura polatlaryny kebşirlemek bolmaýar, sebäbi kebşirlemede berkleşdirme effekti ýitirilýär.

Armatura poladynyň reologiki häsiýetleri *şüýsmeklik* we *relaksasiýa* bilen häsiýetlendirilýär. Şüýsmeklik diňe uly dartgynlyklarda we ýokary temperaturalarda ýüze çykýar. Relaksasiýa has howpludyr — nusganyň hemişelik uzynlygynda dartgynlyklaryň wagt dowamynda aşak düşmegi

(deformasiýalaryň bolmazlygy). Relaksasiýa poladyň himiki düzümine, taýýarlanylmagyň tehnologiýasyna, dartgynlygyň intensiwligine, temperatura we ş.m. baglydyr. Ol birinji sagatlarda has intensiw bolup geçýär, emma, uzak wagtdowam edip biler. Ony hasaba almak önünden dartgynlandyrylan konstruksiýalaryň hasabynda möhümdir.

Köp gezek gaýtalanýan ýüklenme armatura poladynda ýadawlyk hadysalaryny ýüze çykarýar, olar garşylygyň peselmegine we port weýran bolmaklyga getirip bilerler. Poladyň ýadawlyk berkligi (çydamlylygyň çägi) ýüklemäniň gaýtalanmagynyň sanyna we sikliň asimmetriýalygynyň koeffisientine baglydyr.

Konstruksiýa uly intensiwlikdäki, dowamlylygy iňňän az bolan ýüklemeleriň täsirinde, plastiki deformasiýalaryň yzalmagy sebäpli (olaryň ösmegine wagtd gerek) poladyň dinamiki berkleşmegine syn edilýär. Dinamiki berkleşme hadysasy ýumşak polatlar üçin aýratyn häsiýetlidir, olaryň akaganlyk çägi 20...30% we ondan hem köp ýokarlanýar.

2.7. Armaturanyň klassifikasiýasy

Ähli armatura polatlaryny, birmeňsež berklik we deformatiw häsiýetli polatlary birleşdirýän klaslara bölýärler, özi hem bir klasa himiki düzümi boýunça tapawutlanýan, ýagny dürli markaly polatlar girip bilerler.

Steržen görnüşli gyzgynlygyna sozulyp taýýarlanylýan armatura A harpy we rim sifri bilen belgilenilýär (sifr näçe uly boldugyça, şonça-da berklik ýokary): gyzgynlygyna sozulyp taýýarlanylýan — ýylmanak A-I klasly; periodiki profilli A-II, A-III, A-IV, A-V, A-VI klaslarly; termiki we termomehaniki berkleşdirilen — periodiki profilli A_T-III, A_T-IV, A_T-V, A_T-VI, A_T-VII klaslarly we mehaniki berkleşdirilen A-IIIb klasly (ser. 3.2. tabl.).

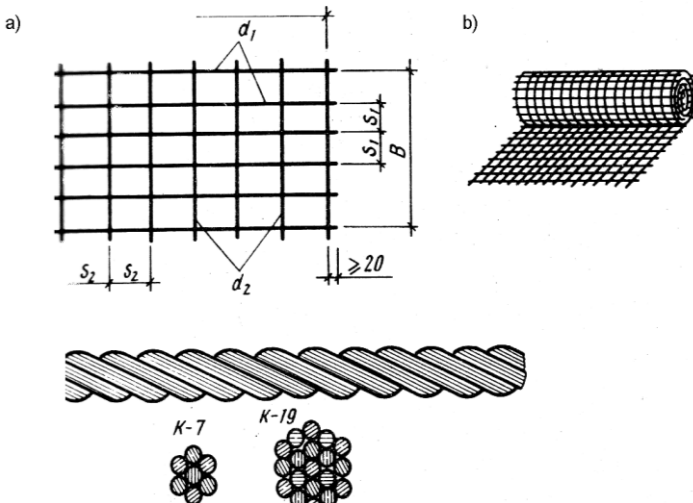
A-II...A-VII polatlaryň klaslaryny kesgitlemek üçin 1989-njy ýyldan başlap täze markirlemek girizildi (ser. 2.12, g

surat.), oňa laýyklykda armatura poladynyň klasyny sozulyp ýasalanda steržende bellenilen iki güberçek belgileriň arasyndaky keseleýin gapyrgalaryň sany bilen bellenilýär.

Steržen görnüşli armaturanyň kesgitli şertlerde ulanylanda gerekli goşmaça häsiýetnamasy üçin klaslaryň belgilemelerine harp indeksleri girizilýärler: “C” indeksi kebşirlemäniň kömegi bilen termiki berkleşdirmä sezewar edilen sterženleriň sepleşmeginiň mümkinçiligini görkezýärler, meselem A_T-IIIC; indeks “K” dartgynlyk astynda korrozion jaýryk-jaýryk bolmaklyga ýokary durnuklylygy aňladýar, meselem, A_T-IVK; indeks “c” pes temperaturalar şertlerinde ulanmaklyk maslahat berilýän armatura üçin ulanylýar, meselem, A_C-II. Armatura simini B harp bilen belgileýärler we iki klasa bölýärler: Bp-I — adaty armatura simi (sowuk sozulan бүдүр-сүдүр (riflenen) pes uglerodly), ol, esasan, kebşirleme torlaryny taýýarlamak üçin niýetlenilendir; Bp-II — ýokary berklikli бүдүр-сүдүр we B-II — ýylmanak (köp gezek sozulan, uglerodly), ol öňünden dartgynlandyrylan elementleriň dartgynlandyryjy armaturasy hökmünde ulanylýar.

Konstruksiýany aýratyn ýokary berklikli simler bilen armirmeklige köp zähmeti sarp edilýär (olaryň sanynyň köp bolmagy sebäpli), olary ýerleşdirmek bolsa kesigiň artykmaç ösmegine getirýär. Şunuň bilen baglylykda simleri tanaplara we bogdakilara birikdirip ulaldýarlar. Ýokary berklikli simlerden tanaplary olaryň çöşlenmesi bolup geçmez ýaly işýärler. Adatça olar ýedi ýa-da ondokuz bir diametrli simlerden durýarlar we K-7, K-19 diýip bellenilýärler (2.14, w surat.). K-7 tanapyň siminiň diametri 1,5-den 5 mm çenli. Tanaplaryň hasaplama häsiýetnamalary 3.2. tablisada getirilendirler. Bogdaklar ýokary berklikli parallel simlerden durýarlar. Simleri (14, 18 we 24 sany) bogdagyň içine sement ergininiň girmegini üpjün edýän ysly goýmak bilen töwerek boýunça ýerleşdirýärler, hem-de ýumşak sim bilen daşyny oraýarlar, olaryň ahyrlarynda ankerler bolup biler. Tanaplary we bogdaklary uzynlygy 200 m çenli kültemlerde getirýärler.

Armatura önümleri. Armaturany diňe aýratyn steržen ýa-da sim görnüşinde ulanman, kebşirlenen torlar we karkaslar görnüşinde hem ulanýarlar (2.15, a, b surat.). Torlar we karkaslar industriallaşdyrmagyň talaplaryna has uly derejede gabat gelyärler we ondan başga-da beton bilen has ygtybarly çatyşma eýedirler. Torlaryň sterženlerini iki özara perpendikulýar ugurlarda ýerleşdirýärler we kontaklaýyn nokatlaýyn kebşirlemäniň kömegi bilen birleşdirýärler. Işçi sterženleriň ugruna baglylykda olar dikleýin we keseleýin işçi armaturalar bilen; hem-de iki ugra hem bolan işçi armatura bilen bolup bilerler. Işçi sterženlere perpendikulýar ýerleşdirilen sterženler paýlaýjydyrlar (montaž üçindirler). Torlary tekiz we rulon görnüşlerine bölýärler (2.14 surat.). Dikleýin işçi armaturaly rulon torlaryny dikleýin sterženleriň 8 mm-dan köp bolmadyk diametrinde taýýarlaýarlar. Uly diametrde keseleýin işçi amaturaly ýa-da tekiz torlary ulanýarlar. Rulon torlarynyň giňligini 1040...3630, uzynlygyny bolsa — rulonyň massasynyň çäklendirilme şertinden kabul edýärler. Tekiz torlaryň uzynlygy 9000 mm-dan ýokary bolmaly däldir. Standart torlary Bp-I klasly diametri 3...5 mm bolan adaty armatura siminden we A-III klasly diametri 6...8 mm bolan steržen armaturasyndan taýýarlaýarlar.

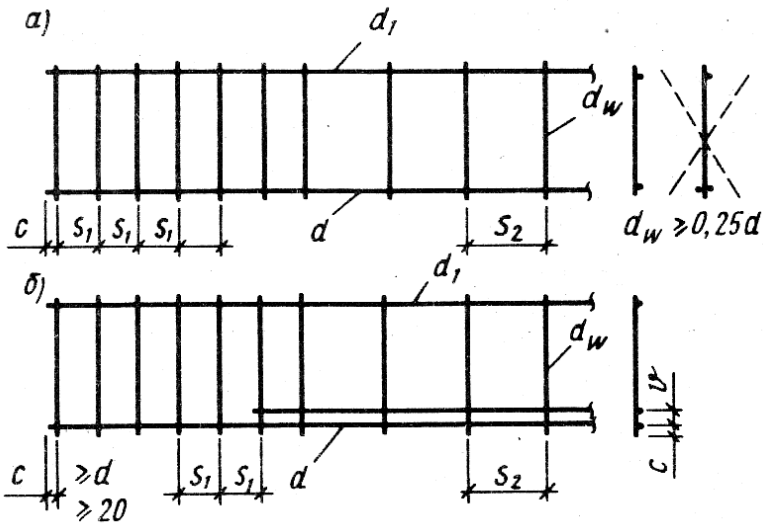


Surat. 2.14. Armatura önümleri:

a — tekiz tor; b — rulon tor; w — tanaplar

Kebşirlenen karkaslary çyzykly elementleri (pürsler, kolonnalar we ş.m.) armirmek üçin ulanýarlar. Olar tekiz we giňişlikdäki bolup bilerler. Tekiz karkaslar dikleýin işçi we montaj sterženlerinden hem-de kontakt-nokat kebşirleme arkaly olara kebşirlenen keseleýin sterženlerinden durýarlar. Eplenýän elementleri armirmek üçin kebşirlenen karkaslarda dikleýin işçi sterženler bir ýa-da iki hatarda ýerleşdirilip bilnerler, özi hem sterženleriň ýerleşdirilişi birtaraplaýyn we ikitaraplaýyn bolup biler. Dikleýin sterženleri keseleýinlere bir tarapyndan kebşirlemek, iki tarapyndandaka garanynda, has tehnologiklikli, şonuň bilen birlikde, şeýle birleşme armaturanyň beton bilen gowy çatýşmasyny üpjün edýär. Konstruksiýalarda tekiz karkaslary köplenç giňişleýinler bilen birikdirýärler. İşçi armatura saýlanylanda uly diametrli lilerinden ugur almak maksadalaýykdyr, bu taýýarlamak we kebşirlemek boýunça işleriň göwrümini gysgaltmaga mümkinçilik berýär. Ýöne, bu ýagdaýda bar

bolan enjamlarda armatura karkaslaryny taýýarlamaklygyň mümkinçiligini üpjün etmek gerekdir.



Surat. 2.15. Kebşirlenen tekiz karkaslar

Kontaktlaýyn nokatlaýyn kebşirleme bilen birleşdirilen dikleýin we keseleýin sterženleriň diametriniň arasyndaky gatnaşygy, has inçe sterženleriň köýdürilmeginden gaça durmak üçin, tehnologiýanyň talaplaryny hasaba almak bilen, aşakda getirilen maglumatlara laýyklykda bellemek gerek.

Bir ugurly

şterženleriň

diametrleri,

mm 3-10 12-16 18-20 22 25-32 36-40

Beýleki ugurly

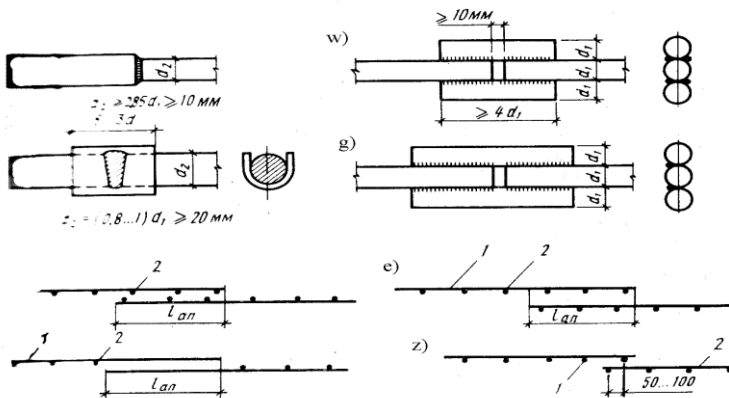
sterženleriň iň

az diametrleri,

mm 3 4 5 6 8 10

Montaž sterženleriniň diametrini keseleýinleriňkiň diametrine garanyňda $2...4$ mm köp edip alýarlar. Karkasyň in gyraky keseleýin sterženi dikleýin işçi armaturanyň ahyryndan $c \geq 0,5d_1 + d_2$ ýa-da $c \geq 0,5d_2 + d_1$ aralykda we 20 mm-den az bolman ýerleşmelidir. Forma bitin armatura sterženlerini, torlaryny ýa-da karkaslary erkin ýerleşdirmek mümkinçiligi üçin olaryň ahyrlary elementiň serhedinden 10...15 mm daşlykda bolmalydyrlar.

Armaturanyň birleşdirilmeleri. Dartgynlandyrylmadyk armaturany *sepleýin* ýa-da duga kebşirlenilişi we *ýenjilmek* (kebşirlenmezden) bilen birleşdirýärler. Zawod şertlerinde diametri 10 mm we ondan köp bolan armatura sterženlerini birleşdirmek üçin ýorite kebşirleýji maşýnlarda kontakt-sepleýin kebşirlemäni (2.16, a surat.) ulanmak maslahat berilýär*.



Surat. 2.16. Dartgynlandyrylmadyk armaturanyň kebşirleme sepleri we torlaryň sepleri

*

A_{T-V} we A_{T-VI} klasly termiki berkleşdirilen steržen gümüşli armaturanyň, ýokary berklikli armatura siminiň we tanaplaryň kebşirlenilen birikdirilmelerine ýol berilmeýär. A-IIIb klasly berkleşdirilen süýndürilen armaturanyň sepleşdirilen birleşdirilmeleri onuň berkleşdirilmeginden ön kebşirlenilmelidirler.

Armatura önümleriniň we gurnama Demirbeton konstruksiýalarynyň montajynda A-I, A-II, A-III klasly 20 mm we ondan köp diametrli armaturanyň gorizontaly hem, şeýle hem wertikal sterženleriniň (ýa-da çykyntgylaryň) sep birleşdirilmeleri üçin aýrylýan inwentar formalarda dugalaýyn wana kebşirmesini ulanýarlar (2.16, b surat.). Az diametrli sterženleri ($d < 20$ mm) sepleýin üstüne goýulýan duga kebşirmesiniň kömegi bilen dört gapdal sepler bilen birleşdirýärler (2.16, w surat.). Birtaraplaýyn gapdal sepler bilen kebşirmeklige hem ýol berilýär (2.16, g surat.). Kebşirme seplerini ýerine ýetirmek kyn bolan ýagdaýynda, armaturanyň diametri 36 mm çenli bolanda sepleri ýençgilemek bilen (kebşirlenmezden), sterženleriň bile goýberilen ýerlerini daňyjy sim bilen daňmak arkaly guramaklyga ýol berilýär. Bir kesikde seplesdirilýän armatura sterženleriniň (kebşirlenmezden) meýdany ähli armaturanyň meýdanyndan periodiki profildäki sterženlerde 50%-den we ýylmanak sterženlerde 25%-den ýokary bolmaly däl. Beýle seplemelere kesigi doly ýazylan (arkalaryň üstleri) çyzykly elementlerde, şeýle hem A-IV klasly we ondan ýokary steržen armaturasyny ulanmaklygyň ähli ýagdaýlarynda ýol berilmeýär.

Işçi ugurda kebşirme torlarynyň seplerini paýlaýjy sterženleri bir ýa-da dürli tekizliklerde ýerleşdirip, ýençgilemek bilen ýerine ýetirýärler. Ýylmanak armaturada her seplesdirilýän torda ýençmekligiň uzynlygynda, toruň dikleýin sterženlerine kebşirlenen, ikiden az bolmadyk, keseleýin anker sterženleri bolmalydyr (2.16, d, e surat.). Periodiki profilli sterženlerden torlarda ýençmekligiň uzynlygynda keseleýin armatura bolman hem biler (2.16, ž surat.). Işçi däl ugurda kebşirme torlarynyň seplerini gyraky iş sterženlerini 50...100 mm bile goýbermek bilen ýençgilemek arkaly amala aşyrýarlar (2.16, z surat.).

Armaturanyň Demirbeton konstruksiýalarynda ulanylyşy. Armatura polatlarynyň klasynyň saýlawyny

konstruksiýanyň görnüşine, öňünden dartgynlandyrmagyň barlygyna, konstruksiýada armaturanyň görnüşine we niýetlenilişine baglylykda, hem-de materiallary tygşytly sarp etmegiň talaplaryny göz önünde tutmak bilen amala aşyrýarlar.

Dartgynlandyrylmadyk armatura hökmünde deňeşdirilende berkligiň ýokary görkezijilerine eýe A-III klasly steržen armaturasyny we Bp-I klasly armatura simini ulanýarlar. Gaty köp deformasiýalar ýa-da jaýryklaryň açylmagy sebäpli, eger-de A-III klasly armaturanyň berkligi konstruksiýada doly ulanyлмаýan bolsa, onda A-II klasly armaturany ulanmak mümkin. A-I klasly armaturany montaj armaturasy hökmünde, hem-de örülen karkaslaryň hamytлары, kebşirlenen karkaslaryň keseleýin sterženleri üçin ulanmak bolar. A-IV klasly we ondan ýokary steržen görnüşli armaturany diňe örülen karkaslaryň işçi armaturasy üçin ulanmaklyga ýol berilýär.

Uzynlygy 12 m çenli we oňa deň bolan öňünden dartgynlandyrylan Demirbeton elementleriň dartgynlandyryjy armaturasy hökmünde A_T -VI we A_T -V klaslarly termiki we termomehaniki berkleşdirilen armaturalar köplenç ulanylmalydyr; B-II, Bp-II klaslarly armatura simini, K-7 we K-19 klaslarly armatura tanaplaryny, hem-de A-VI, A-V, A-IV klaslarly gyzgynlygyna sozulyp ýasalan armaturany ulanmaklyga ýol berilýär. 12 m-den uly uzynlykda, esasan, ulanylmalydyr: B-II, Bp-II klaslarly armatura simini we K-7 we K-19 klaslarly armatura tanaplaryny; A-IV, A-V klaslarly gyzgynlygyna sozulyp ýasalan armaturany; A-IV, A_T -IVC we A-III_B klaslarly gyzgynlygyna sozulyp ýasalan we termomehaniki berkleşdirilen armaturany ulanmaklyga ýol berilýär.

2.8. Armaturanyň beton bilen çatyşmasy

Armaturanyň betonda süýsmegine päsgel berýän armaturanyň beton bilen ygtybarly çatyşmasy armaturanyň we betonyň Demirbetonda bilelikdäki işini üpjün edýän we oňa ýükjeleme astynda bir monolit jisim hökmünde işlemäge mümkinçilik berýän esasy faktordyr. Armaturanyň beton bilen ygtybarly çatyşmasy üç esasy faktorlar bilen döredilýär: 1) armaturanyň üstündäki çykyntgylar we beýleki бүдүр-сүдүрликler bilen şertlendirilen, basgylanma we kesilme täsirlerine betonyň garşylygy, ýagny armaturanyň betona mehaniki çatyşmasy (2.17, b surat.); 2) girmede armatura sterženleriniň beton bilen gysylmagy sebäpli armaturanyň üstünde ýüze çykýan sürtülme güýçleri; 3) sement hamyrynyň kolloid massasynyň şepbeşikligi sebäpli armaturanyň üstüniň beton bilen ýelmeşmegi.

Armaturanyň beton bilen çatyşmagyna birinji faktor iň uly täsir edýär — ol çatyşmagyň umumy ululygyndan 75% töweregini üpjün edýär. Periodiki profilli steržen armaturanyň beton bilen çatyşmasy ýylmanak armaturanyň çatyşmasy bilen deňeşdireniňde 2...3 esse ýokary we orta klasly (B25, B35) betonlar üçin 7 MPa ýetýär.

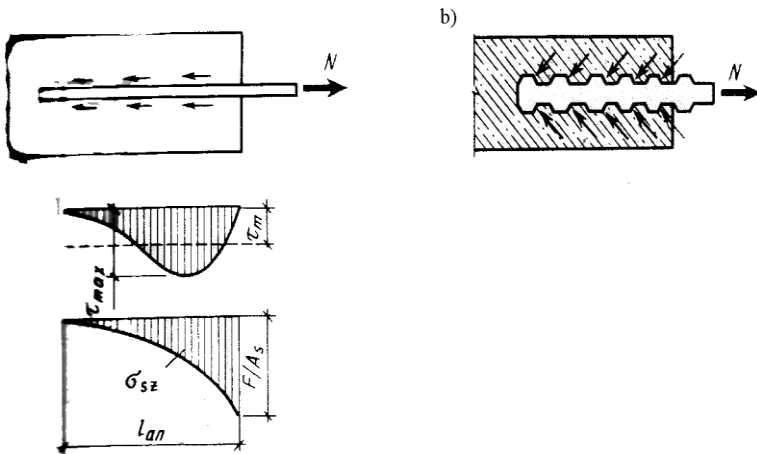
Armaturanyň beton bilen çatyşmasynyň dartgynlyklary, hem-de, armaturada dartgynlyklar sterženiň uzynlygy boýunça deňölçegsiz paýlanýarlar (2.17, a surat.). Sogrulyp çykarylanda maksimal dartgynlyklar başda daşky gyraňyň töwereginde hereket edýärler, täsiriň artmagy bilen, çatyşmagyň bozulmagy sebäpli, olar elementiň gysga ganatyndan süýşýärler, bu bolsa sterženiň sogrulumagna getirýär. Sterženiň ankerlemesini üpjün edýän orta dartgynlyklar aşakdaky formula bilen kesgitlenilýärler:

$$\tau_m = \frac{N}{\pi d_s l_{an}},$$

(2.11)

bu ýerde l_{an} — girizilmeginiň uzynlygy. Steržende dikleýin N güýji armaturadaky σ_s dartgynlygyň üsti bilen aňladyp alýarys

$$l_{an} = \frac{N}{\tau_m \pi d_s} = \frac{\sigma_s \pi d^2}{4 \tau_m \pi d_s} = \frac{\sigma_s d}{4 \tau_m}. \quad (2.12)$$



Surat. 2.17. Sogrulyp çykarylanda armaturanyň beton bilen çatyşmasy.

(2.12) deňlemenden, çatyşma üpjün edilýän gizrizilmeginiň uzynlygynyň sterženiň d_s diametriniň we ondaky σ_s dartgynlygyň ýokarlanmagy bilen artýandygy we τ_m ulalanda azaldyp bolunjakdygy görünýär. l_{an} ululygy azaltmak üçin (metaly tygşytlamak maksady bilen) sozulan armaturanyň diametrini çäklendirmeli, betonyň klasyny ýokarlandyrmaly we periodiki profilli armaturany ulanmaly. Keseleýin torlary ulanmaklyk we betonyň gorag gatlagynyň galyňlygyny ýokarlandyrmak çatyşmanyň berkligini ýokarlandyrmaga we ankerlemeginiň zonasynyň uzynlygyny azaltmaga mümkinçilik

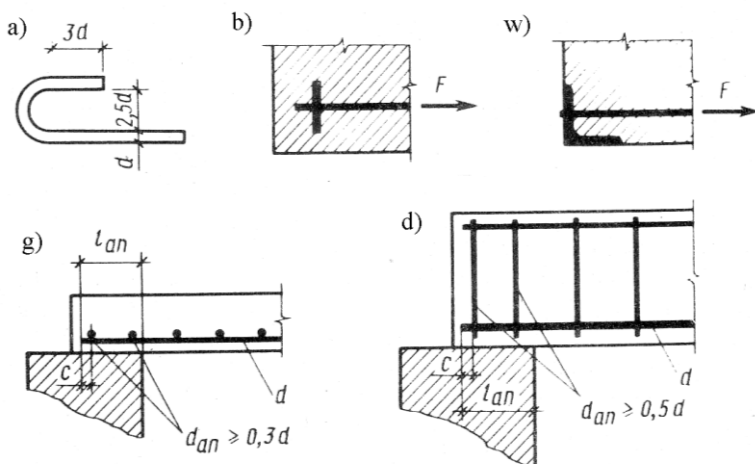
berýär. Armatura sterženi betona basylyp girizilende çatyşmanyň berkligi sogrulyp çykarylandaka görä uly.

Kadalar laýyklykda, periodiki profilli dartgynlandyrylan armaturany kesigiň elementiniň dikleýin okuna normal goýýarlar, onda ol ankerlemegiň zonasynyň, aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýän uzynlygyna doly hasap garşylygy bilen hasaba alynýar:

$$l_{an} = \left(w_{an} \frac{R_s}{R_b} + \Delta\lambda_{an} \right) d \geq \lambda_{an} d, \quad (2.13)$$

bu ýerde $w_{an} = 0,7$ we $0,5$; $\Delta\lambda_{an} = 11$ we 8 ; $\lambda_{an} \geq 20$ we ≥ 12 ; l_{an} 250 we 200 mm-den az däl. Birinji bahalar süýnen betondaky süýnen armatura, ikinjiler — gysylan betondaky gysylan ýa-da süýnen armatura degişlidirler. Özi hem ýylmanak armatura sterženleriniň (A-I klas) gaňyrçak bilen soňlanmagy zerur.

Eger-de, elementde, (2.13) formula boýunça kesgitlenilen ähli uzynlyk boýunça ankerlemegi ýerleşdirmek mümkin däl bolsa, onda sterženleriň ahyrlarynda plastinalar, şaýbalar, burçlar, oturdylan kellejikler görnüşinde ankerleri gurnaýarlar (2.18 surat.). Ankerleriň ölçeglerini betonyň basgylanma berklik şertinden kesgitleýärler. Ýörite ankerler ulanylanda sterženiň girizilmeginiň uzynlygyny 10 d çenli azaldyp bolar (2.18, d surat.).



Surat. 2.18. Dartgynlandyrylmaýan armaturanyň ankerlenilmegi:

a — örülen karkaslarda togalak ýylmanak sterženleriň; b — şaýbalar bilen; w — burçlar bilen; g — plitanyň gyraky boş daýançlarynda; d — şol, pürsler üçin

2.9. Demirbetonyň girmekligi we süýşmekligi

Beton howada gatanynda girmä (ser. §2.3), ýagny ähli üç ölçeglerinde gysgalma sezewar bolýar. Demirbeton elementde armatura beton bilen çatyklygy sebäpli erkin girmeklige päsgel berýär, bu bolsa betonda süýndüriji, armaturada bolsa gysyjy dartgynlyklaryň ýüze çykmagyna getirýär. Eger-de, beton elementiň uzynlygy girmeklige ε_{sh} (2.19, a surat.) ululyga azalsa, onda simmetriki armirlenen edil şonuň ýaly Demirbeton element $\varepsilon_{sh,s}$ (2.19, b surat.) az ululyga gysgalar. Bu deformasiýalaryň tapawudyny armaturanyň gysgalma $\varepsilon_{sh,s}$ garşylygy bilen emele getirilen betonyň ε_{bt} uzalmagy hökmünde seredip bolar,

$$\varepsilon_{bt} = \varepsilon_{sh} - \varepsilon_{sh,s}, \quad (2.14)$$

Armaturadaky orta gysyjy dartgynlyklar $\sigma_s = \varepsilon_{sh,s} E_s$ düzýär, betonda süýndüriji dartgynlyklar onuň plastiki häsiýetlerini hasaba almak bilen $\sigma_{b,t} = \varepsilon_{bt} E'_b = \varepsilon_{bt} \nu_t E_b$. İçerki güýçleriň deňagramlygyny ulanyp, alýarys

$$\sigma_s A_s = \sigma_{bt} A_b,$$

bu ýerde A_s we A_b — degişlilikde armaturanyň we betonyň kesikleriniň meýdanlary, bu ýerden $\sigma_s = \frac{A_b}{A_s} \sigma_{bt} = \frac{\sigma_{bt}}{\mu}$. (2.14) formula deformasiýalaryň dartgynlyklar arkaly aňladylan bahalaryny goýup, alýarys

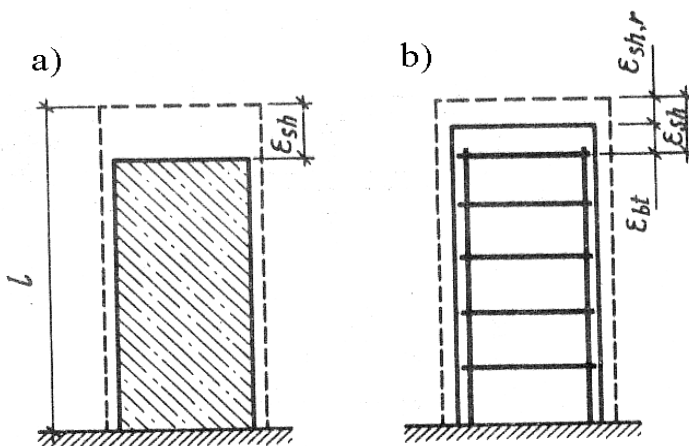
$$\frac{\sigma_{bt}}{\nu_t E_b} = \varepsilon_{sh} - \frac{\sigma_{bt}}{\mu E_s};$$

$$\sigma_{bt} = \frac{\varepsilon_{sh} \mu E_s}{\left(1 + \frac{\alpha \mu}{\nu_t}\right)} \quad (2.15)$$

Şeýlelik-de, Demirbetonyň girmeginde betondaky süýndüriji dartgynlyklar betonyň erkin girmegine, armirlemegiň koeffisiýentine we betonyň maýyşgak-plastik häsiýetlerine bagly. Armaturanyň möçberi uly bolanda süýndüriji dartgynlyklar şeýle bir artyp bilerler, netijede betonda jaýryklar emele geler.

Statiki kesgitläp bolmaýan Demirbeton konstruksiýalarda (arkalar, ramalar we ş.m.) artykmaç baglanyşyklar, goşmaça içerki güýçleriň ýüze çykmagyny çagyrmak bilen,

Demirbetonyň girmegine päsgel berýärler. Girmegiň orta deformasiýasy $15 \cdot 10^{-5}$ deň, bu temperaturanyň $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ peselmegine deňgüýçlüdir, sebäbi çyzykly temperatura deformasiýasynyň koeffisiýenti $\alpha_{bt} \equiv 5 \cdot 10^{-5}$. Bu girmegiň täsirine hasaby temperatura täsirlerine hasap bilen çalyşmaga rugsat berýär. Bu ýagdaýda girmegiň otrisatel täsiri deformasiýa tikinlerini guramak ýoly bilen azaldylyp bilner, bu tikinler temperaturanyňkylar bilen köplenç gabat gelýärler we *temperatura-girmeklik* diýlip atlandyrylýarlar.



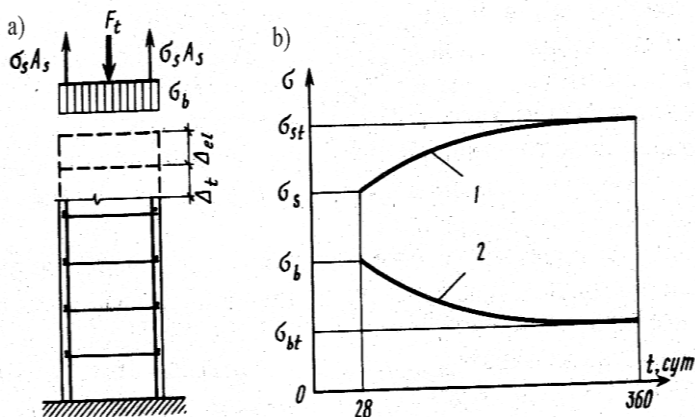
Surat. 2.19. Girmegiň deformasiýalary.

Öňünden dartgynlandyrylan elementlerde hem betonyň girmeginiň, armaturada öňünden dartgynlandyrmanyň azalmagyna getirmek bilen, otrisatel täsiri bardyr.

Demirbeton konstruksiýalarda armatura, girmekdäki ýaly, içerki baglanyşyk bolmak bilen, süýşmekligiň erkin deformasiýasyna päsgel berýär. Ýüklemäniň uzak wagtlaýyn täsirinde armaturanyň beton bilen çatýsmasy netijesinde süýşmeklik armatura bilen betonyň arasynda dartgynlyklaryň täzeden paýlanylmaklygyna getirýär.

Eger-de, Demirbeton kolonnany hemişelik uzak wagtlaýyn N_t ýükleme bilen ýüklese, onda ýüklemäniň goýulan pursadynda kolonna Δ_{et} ululyga gysgalar (2.20, a surat.). Betonda dartgynlyklar σ_b , armaturada bolsa — σ_s bolar. Kesgitli wagt böleginden soňra betonyň süýşmekliginiň täsiri astynda kolonna Δ_t ululyga gysgalar. Şonuň ýaly ululyga beton bilen bilelikde işleýän armatura hem gysgalar. Armatura maýyşgak stadiýada işleýär, şonuň üçin ondaky dartgynlyklar artýarlar we σ_{st} ululyga ýetýärler (2.20, b surat.). Emma, daşarky uzak wagtlaýyn ýüklemäniň hemişelik bolup galandygy sebäpli, kesimde deňagramlyk şertlerini saklamak üçin betondaky dartgynlyklar σ_{bt} ululyga çenli azalmalydyrlar. Bu armaturanyň wagt dowamynda ýüküniň üstüne goýulmagyna we armatura poladynyň gowy ulanylmagyna getirer.

Demirbeton konstruksiýalaryň we dartgynly ýagdaýyň görnüşine baglylykda süýşmeklik olaryň işine položitel we otrisatel täsir ýetirip biler. Gysga merkezleýin-gysylan elementlerde, armaturanyň berklik häsiýetlerini has doly ulanmaklygy üpjün etmek bilen, süýşmeklik položitel täsir edýär. Çeýe, gysylan elementlerde süýşmeklik, başlangyç ekssentrisitetleriň ulalmagyna we göterijilik ukybynyň peselmegine getirýär. Eplenýän elementlerde betonyň süýşmekliginiň täsiri astynda gysylan süýümler wagt boýunça gysgalarlar, süýnenler bolsa — uzalarlar. Bu egremiň, başlangyç egremden 2...3 esse ýokary bolan baha çenli ulalmagyna getirýär. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalarda betonyň süýşmekliginiň täsiri astynda dartgynlandyrylan armatura kelteler, onuň netijesinde, girmekligiň deformasiýasynyň ösüşindäki ýaly, öňünden dartgynlandyrmagyň böleginiň ýitirmegi bolup geçer. Statiki kesgitläp bolmaýan ulgamlarda süýşmeklik dartgynlyklaryň konsentrasiýasyny ýumşatmak we täsirleriň täzeden paýlanylmagyna getirmek bilen položitel roly oýnaýar.



Surat. 2.20. Betonyň süýşmekligi sebäpli konstruksiýalarda deformasiýalar we dartgynly ýagdaý:

a — Demirbeton kolonnada; b — beton we kolonnanyň armaturasynyň arasynda dartgynlyklaryň täzeden paýlanylmagynyň grafigi; 1 — armaturadaky dartgynlyklar; 2 — şol, betonda

2.10. Demirbetonyň korroziýasy

Korroziýa hökmünde agressiw gurşawyň täsiri astynda wagtyň dowamynda Demirbeton konstruksiýalaryň zaýalanmagyna düşünilýär. Betonyň we armaturanyň korroziýasyny tapwautlandyrýarlar. *Betonyň korroziýasy* onuň berkligine we dykzlygyna, sementiň häsiýetlerine we gurşawyň agressiwligine bagly.

Armaturanyň korroziýasy sementiň ýeterlik bolmadyk mukdary ýa-da onda zyýanly garyndylaryň bolmagy, jaýryklaryň çendenaşa açylmagy, gorag gatlagynyň galyňlygynyň ýeterlik bolmazlygy sebäpli ýüze çykýar. Armaturanyň korroziýasy betonyň korroziýasy bilen bir wagtda we oňa bagly bolman geçip biler. Korroziýany azaltmak üçin ulanmak prosesinde gurşawyň agressiwligini

çäklendirýärler (agressiw suwlary äkitmek, jaýlaryň wentilýasiýasyny gowulandyrmak), sulfata durnukly we beýleki ýörite baglanyşdyryjylarda bolan dykyz betonlary ulanýarlar, betonyň üstünde gorag örtgülerini gurnaýarlar, jaýryklaryň açylmagyny çäklendirýärler we ş.m.

Betonyň gorag gatlagy armaturanyň beton bilen bilelikdäki işini, hem-de, armaturanyň korroziýadan we daşarky atmosfera, temperatura we beýleki täsirlerden goragyny üpjün etmelidirler.

Dikleýin işçi armatura üçin gorag gatlagynyň galyňlygy sterženiň ýa-da tanapyň diametrinden az bolmaly däldir hem-de ol az bolmaly däldir: galyňlygy 100 mm we oňa deň bolan plitalarda we diwarlarda — 10 mm-den; galyňlygy 100 mm-den uly plitalarda we diwarlarda we beýikligi 250 mm-den kiçi pürslerde — 15 mm-den; beýikligi 250 mm we ondan köp bolan pürslerde we gapyrgalarda, hem-de kolonnalarda — 20 mm-den; beton taýýarlyk bolanda monolit fundamentleriň aşaky armaturasy üçin — 35 mm-den; 70 mm-den — ol taýýarlyk bolmanynda.

Keseleýin, paýlaýjy we konstruktiv armatura üçin betonyň gorag gatlagynyň galyňlygy görkezilen armaturanyň diametrinden az kabul edilmeli däldir we az bolmaly däldir: 10 mm-den — $h < 250$ mm bolanda, 15 mm-den — $h \geq 250$ mm bolanda.

Öňünden dartgynlandyrylan elementleriň uçlaryndaky gorag gatlagynyň galyňlygy dartgynlyklaryň geçirilmeginiň uzynlygynda az bolmaly däldir: A-IV, AIIIБ klaslarly steržen armaturasy üçin, hem-de armatura tanaplary üçin — $2d$; A-V, A-VI klaslarly steržen armaturasy üçin — $3d$. Ondan başga-da görkezilen neýdançadaky uçastokdaky gorag gatlagynyň galyňlygy ähli klasly steržen armaturasy üçin 40 mm-den az bolmaly däldir.

Forma bitin sterženleriň erkin ýerleşdirilmegi üçin olaryň uçlary elementiň gyraňyndan önümiň ölçegi, 9, 12 ýa-da 12 m-

den ýokary bolanda, degişlilikde, 10, 15 ýa-da 20 mm aradaşlykda bolmalydyr.

Agressiw gurşawlarda, ýokarlandyrylan temperaturada ýa-da çyglylykda ulanylýan konstruksiýalar üçin gorag gatlagynyň galyňlygy 5...15 mm artdyrylýar.

1. Demirbeton konstruksiýalar üçin betonlaryň görnüşleri we olaryň ulanylyş oblastlary. 2. Betonyň strukturasynyň özi nämäni aňladýar, ol beton nusgasynyň dartgynlandyrylan ýagdaýyna nähili täsir edýär ? 3. Betonyň hiliniň esasy görkezijileri. Olar haýsy maksat bilen girizilýärler ? Nähili kadalaşdyrylýarlar? 4. Betonyň berkliginiň hasaplanylş häsiýetnamalary haýsylar, olar nirede ulanylýarlar ? Nusgalaryň formasy we ölçegleri betonyň berkligine nähili täsir edýärler? 5. Bir wagtlaýyn, gysga wagtlaýyn we uzak ýüklemelerde “ σ — ε ” diagrammalary guruň. Bu diagrammalardaky häsiýetli bölekleri uçaştoklary görkeziň. 6. Betonyň deformasiýasynyň moduly name ? 7. Betonyň süýşmekligi nämename ? Ol nämä bagly ? 8. Gysylmada, süýndürilmekde, egrelmekdeplenmekde betonyň çäk deformasiýalarynyň bahalary nähili ? 9. Maýyşgak we plastiki işleriň çäklerinde dartgynlyklar we deformasiýalar haýsy häsiýetnamalar bilen baglanyşýarlar ? 10. Betonyň girmegi nämä, onuň döremeginiň sebäpleri haýsylar ? 11. Armaturany haýsy nyşanlar boýunça klassifisirleýärler ? 12. Dürli armatura polatlary üçin “ σ — ε ” diagrammalaryny guruň we olarda häsiýetli nokatlary görkeziň. 13. Armatura polatlarynyň klaslary we olaryň Demirbeton konstruksiýalarda ulanylyşy. 14. Armatura önümleriniň görnüşleri. 15. Armaturany zawod şertlerinde we montažda birleşdirmegiň ýollary. 16. Armaturanyň beton bilen çatyşmasy haýsy faktorlar bilen üpjün edilýär ? Ankerlemegiň zonasynyň uzynlygy nämä bagly we nähili kesgitlenilýär ? 17. Demirbeton konstruksiýalarynda betonyň girmegi we onuň

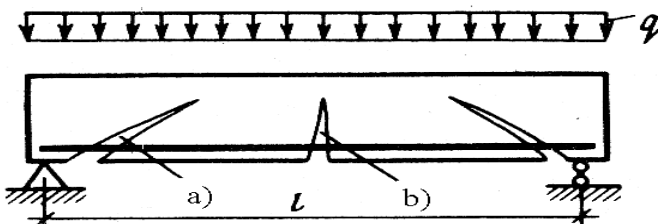
dartgynlandyrylan ýagdaýa täsiri. 18. Demirbeton konstruksiýalarynda betonyň süýşmekligi we onuň elementleriň deformatiwligine täsiri. 19. Demirbetonyň korroziýasy we ondan goranmagyň çäreleri. 20. Gorag gatlagynyň niýetlenilişi we minimal galyňlygy.

BAP 3. DEMİR BETON KONSTRUKSIÝALARYNY HASAPLAMAGYŇ NAZARYÝETINIŇ ESASLARY, HASAPLAMAGYŇ USULLARY

3.1. Egrelýän elementleriň normal kesikleriniň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýynyň stadiýalary

Demirbeton fizika-mehaniki häsiýetleri boýunça iki dürli materiallardan durýar: polat armaturadan — maýyşgak materialdan we betondan — Gukuň kanunyna boýun egmeýän maýyşgakplastiki materialdan. Demirbeton konstruksiýalaryň maýyşgak materiallaryň garşylygynyň formulalary boýunça hasaplanylýan göterijilik ukyby synaglarda kesgitlenilen berlikden köp halatlarda ymykly tapawutlanýar.

Ulanylmak stadiýasynda süýnme zonasýnda jaýryklaryň emele gelmegi maýyşgak materiallaryň garşylygyny hasaplamagyň usullaryny Demirbeton konstruksiýalaryň hasabynda ulanmak mümkinçiligini has-da kynlaşdyrýar. Şunuň bilen baglylykda Demirbetony hasaplamaklygynyň häzirkizaman amaly nazaryýeti tejribe maglumatlary, gaty jisimiň mehanikasynyň kanunlary esasynda gurulýar we elementleriň ýükleme astyndaky hakyky dartgynlandyrylan ýagdaýyndan ugur alýar.



Surat. 3.1. Pürsün weýran bolmagynyň shemasy:

a — normak kesikler boýunça;

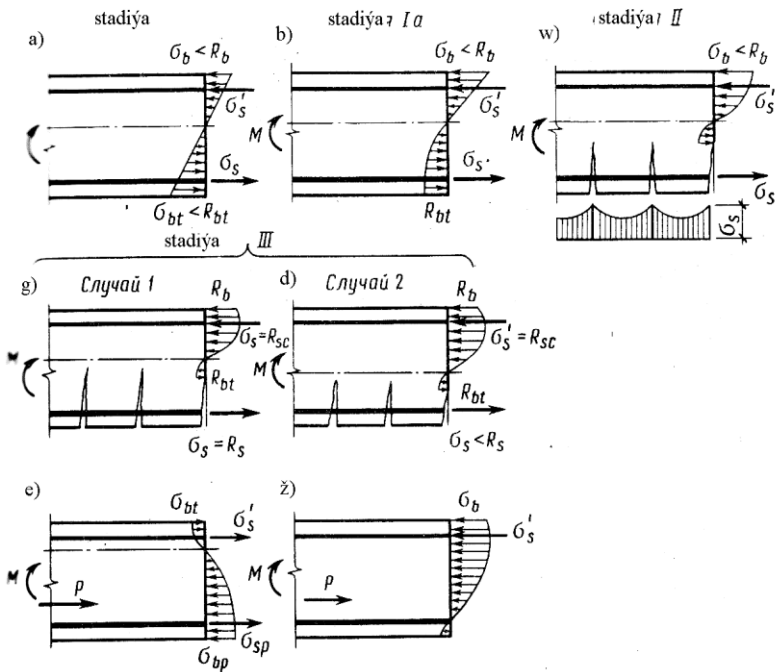
b — ýapgyt kesikler boýunça

Egrelýän Demirbeton elementiň işine seredeliň. Elementiň weýran bolmagynyň ýa-da egrediji pursadyň (momentiň)

täsirinden normal kesik boýunça, ýa-da egreldiji pursadyň we keseleýin güýjüň täsiri astynda daýançlaryň golaýynda ýapgyt kesik boýunça bolup geçýändigini tejribeler görkezýär (3.1. surat.). Betonyň we armaturanyň häsiýetleriniň ep-esli tapawutlanýandygy sebäpli daşarky ýükleme nuldan weýran bolmaklyga çenli kem-kemden ulaldylanda kesikleriň dartgynlandyrylan ýagdaýy diňe san boýunça däl, eýsem hil boýunça hem üýtgeýär. Normal kesik üçin dartgynlandyrylan ýagdaýyň üç häsiýetli stadiýalaryny tapawutlandyrmak kabul edilendir.

Stadiýa I. Elemente az ýüklemeler bolanda armaturada we betonda dartgynlandyrmalar uly däl, deformasiýalar maýyşgak häsiýete eýe, dartgynlandyrmalaryň we deformasiýalaryň arasyndaky baglanyşyk çyzyklydyr, kesigiň gysylan we süýnen zonalarynyň betondaky normal dartgynlandyrmalarynyň epýurlary üçburçlydyrlar (3.2., a surat.). Ýükleme ulaldylygyça süýnen zonanyň betonynda maýyşgak däl deformasiýalar ösýärler, dartgynlandyrmalaryň epýury egri çyzykly bolýar, dartgynlandyrmalar ýakynlaşýarlar, soňra bolsa betonyň süýnendäki berklik çägene deň bolýarlar. Bu ýagdaýy Ia stadiýa diýip atlandyryýarlar (surat. 3.2, b). Hut şu stadiýa egrelýän elementleriň jaýryklar emele gelmegi boýunça hasabynyň esasyňa goýulandyr.

Ýükleme mundan buýana ulaldylanda süýnme zonanyň betonynda jaýryklar emele gelýär, täze hil ýagdaý başlanýar.



Surat. 3.2. Egrelmede elementiň normal kesiklerindäki dargynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýynyň stadiýalary: a...d — dargynlandyrylmadyk armatura bilen; e...ž — şol, dargynlandyrylan bilen

Stadiya II. Süýnen zonanyň, jaýryklaryň emele gelen ýerinde, kesikdäki süýndüriji täsirler armatura we süýnen zonanyň betonynyň jaýrygyň üstündäki bölegi tarapyndan kabul edilýärler (3.2, w surat.). Süýnen zonada jaýryklaryň arasyndaky interwallarda armaturanyň beton bilen çatyşmasy saklanyp galýar we jaýryklaryň gyrasyndan daşlaşyldygyça betondaky süýndüriji dargynlyklar ulalýarlar, armaturada bolsa kemelýärler. Gysylan zonada maýyşgak däl deformasiýalar ösýärler we normal dargynlyklaryň epýury egrelýär. Haçan-da süýndürilen armaturada dargynlyklar akaganlygyň fiziki ýa-da şertli çäGINE ýetende II stadiya II

tamamlandy diýlip hasap edilýär. Bu, ulanmak atlandyrylýan stadiýa boýunça, konstruksiýanyň ýaý bermeleriniň we jaýryklaryň açylmagynyň giňliginiň hasaby geçirilýär.

Stadiýa III. Bu weýran bolmaklyk stadiýasydyr. Weýran bolmaklygyň häsiýetiniň, esasan, armaturanyň möçberine we görnüşine baglydygyny tejribeler görkezýärler, özi hem bu ýerde iki ýagdaýyň bolmagy mümkin (3.2, g, d surat.).

Ýagdaý 1. Adaty ýagdaýda armirlenen pürslerde, haçan-da süýndürilen armaturanyň möçberi kesgitli çäkten geçmeýän bolsa, weýran bolmaklyk süýnen armaturada başlanýar we gyzylan zonanyň betonynyň bölek-bölek bolmagy bilen tamamlanýar (3.2., g surat.). Ýumşak polatlardan bolan armaturada dartgynlyklar akaganlygyň fiziki ýa-da şertli çägene ýetýärler, bu jaýryklaryň giňliginiň intensiw ulalmagyna getirýär, element bolsa ep-esli egrelme alýar, betonyň gysylan zonasynyň beýikligi gysgalýar we dartgynlyklar gysylma berkligiň çägene tiz ýetýärler. Weýran bolmaklyk plastiki häsiýete eýe. Eger-de, element gaty polat bilen armirlenen bolsa (üzülmede ~ 4% otnositel uzalmak bilen), onda, onuň üzülmegi bilen bir wagtda gysylan zonanyň betony mynjyradylýar, ýagny port weýran bolmak bolup geçýär.

Ýagdaý 2. Armaturanyň has uly möçberi bolan kesiklerde (kesigi artyk armirlemek) weýran bolmaklyk gysylan zonanyň betonynda başlanýar, süýnen armaturada dartgynlyklar bolsa çäk bahalara ýetmeýärler (3.2, d surat.). Armatura polatlarynyň häsiýetine bagly bolmazdan weýran bolmaklyk bu ýagdaý boýunça port häsiýete eýedir. Beýle elementlerde armaturanyň berkliginiň doly ulanylmaýandygy sebäpli, olar tygşytly däl hasaplanylýarlar we ýörite esaslandyrylma bolmasa ulanylmaýarlar.

III stadiýa Demirbeton konstruksiýalaryň göterijilik ukybyny hasaplamagyň esasyňy düzýär.

Öňünden dartgynlandyrylan elementlerde daşarky ýükleme goýulýança dartgynlandyrylan armatura ähli kesigi

ýa-da onuň bölegini gysýar (3.2, e surat.). Daşarky ýükleme bilen yzygiderli ýükleme prosesinde betondaky öňünden bolan gysyjy dartgynlyklar söndürilýärler (3.2, ž surat.), we, elementde, öňünden dartgynlandyrylma bolmadyk elementdäki ýaly, dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň şol stadiýalary yzygiderli ýaýbaňlanarlar.

3.2. Ýol berilýän dartgynlyklar we weýran ediji ýüklemeler boýunça hasaplamak usullary

Demirbetony hasaplamagyň nazaryýetiniň ösüş we kämilleşmek prosesi üç esasy tapgyrlar bilen häsiýetlendirilýär. 1938-nji ýyla çenli birinji tapgyrda hasaplamak ýol berilýän dartgynlyklar usuly boýunça, 1938—1955 ýyllarda — weýran ediji täsirler boýunça hasaplamak usuly, hem-de, 1955-nji ýyldan başlap häzirki wagtda hem — çäk ýagdaýlar boýunça hasaplamak usuly bilen amala aşyryldylar.

Ýol berilýän dartgynlyklar boýunça hasaplamak usulynyň esasynda dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň II stadiýasy goýlupdy we berklik hasaplanylýanda şu aşakdaky ýol bermeler kabul edilipdiler: beton maýyşgak bir jynsly material hökmünde seredilýär; gysylan zonada dartgynlyklaryň üçburçly epýury kabul edilýär; süýnen zonada betonyň işi hasaba alynmaýar, ähli süýndüriji täsirler bolsa armatura tarapyndan kabul edilýär; tekiz kesikleriň gipotezasy we Gukun kanuny ýerine ýetýär diýlip hasaplanylýardy, gysylan betonyň maýyşgaklyk moduly bolsa dartgynlandyrmagyň ululygyna bagly bolmadyk hemişelik diýlip kabul edilýärdi. Hasaplama hakyky Demirbeton kesigiň ornuna, armaturasy

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b} \quad \text{hemişelik getirilme koeffisiýentiniň kömegi arkaly}$$

bilen betonyň ekwiwalent kesigi bilen çalşylan, getirilen kesik girizilýärdi. Bu hilli getirilen kesikde materiallaryň garşylygynyň usuly bilen ulanmaklykdaky ýüklemelerden

emele gelyän betondaky we armaturadaky dartgynlyklar kesgitlenilýärdi we berkligiň çäginin bölegi $\sigma_b = \frac{R}{\gamma}$, bu ýerde γ — ätiýaçlygyň umumylaşdyrylan koeffisiýenti, hökmünde bellenilýän ýol berilýän dartgynlyklar bilen deňeşdirilýärdi.

Ýol berilýän dartgynlyklar boýunça hasaplamak usuly betonyň plastiki häsiýetlerini göz önünde tutmaýar, betondaky we armaturadaky hakyky dartgynlyklary kesgitlemäge, weýran ediji ýüklemäni tapmaga, ätiýaçlyk koeffisiýentini dogry bellemäge we ş.m. mümkinçilik bermeýär. Şonuň üçin hasaplamagyň täze usuly işlenilip düzülipdi — weýran ediji täsirler boýunça hasaplamak. Uly eksperimentlere esaslanan bu usul Demirbetonyň maýyşgakplastiki häsiýetlerini hasaba alýardy we elementiň görerijilik ukybyny ýeterlik takyk kesgitlemäge mümkinçilik berýärdi. Hasaplamaklygyň baglanyşyklary alnanlarynda betonda we armaturada dartgynlyklar çäk bahalara şol bir wagtda ýetýärler diýlip hasap edilýärdi (Loleýtiň ýörelgesi). Tekiz kesikler gipotezasy we Gukuň kanuny ulanylmaýardy. Ulanylmakda ýol berilýän täsir, weýran ediji täsiri ätiýaçlygyň umumylaşdyrylan koeffisiýentine bölmek bilen kesgitlenilýärdi.

Weýran ediji täsirler boýunça hasaplamak usuly Demirbetonyň hakyky işi barada has dogry düşünje berýär, materiallaryň we konstruksiýalaryň berklilik we deformativ häsiýetlerini has dogry ulanmaga mümkinçilik berýär, hem-de käbir ýagdaýlarda has tygşytly konstuktiv çözüwleri almaga mümkinçilik berýär.

Ýol berilýän dartgynlyklar we weýran ediji täsirler boýunça hasaplamak usullarynyň umumy ýetmezçiligi konstruksiýanyň işine täsir edýän faktorlaryň dürli-dürlidigini örän takmynan hasaba alýan ätiýaçlygyň bir umumy koeffisiýentini ulanmakdyr. Ondan başga-da, weýran ediji täsirler boýunça hasaplamak usuly ulanylan wagtyndaky ýüklemelerde onuň işini bahalandyrmaga mümkinçilik bermezlik bilen, diňe konstruksiýanyň berkligini kesgitlemäge

mümkinçilik berýär. Otnositel pes berklikli polat we beton ulanylýan wagtlarynda konstruksiýalar ösen kesiklere eýediler, betondaky jaýryklar we ulanmaklykdaky ýüklemelerden ýaý bermeler uly däldiler we konstruksiýanyň kadaly işine päsgel bermeýärdiler. Has ýokary berklikli betonlaryň we armaturanyň ýüze çykmagy bilen elementleriň kese kesikleri azaldylar, olaryň gatylygy peseldiler, olaryň netijesinde hasaplama ýüklemeleri boýunça konstruksiýanyň ýaý bermesi we jaýryklaryň açylmagynyň giňligi ep-esli uly bolýardylar we kadaly ulanmaklygy bozup bilerdiler. Şunuň bilen baglylykda demir beton konstruksiýalaryny hasaplamaklygyň 1955-nji ýylda kadalara girizilen täze usuly işlenilip düzüldi.

3.3. Çäk ýagdaýlar boýunça hasaplamak usuly

Konstruksiýany çäk ýagdaýlary boýunça hasaplamak usuly weýran ediji ýüklemeler boýunça hasaplamak usulynyň mundan buýanky ösdürilmegidir. Bu usul boýunça hasaplama konstruksiýalaryň çäk ýagdaýlary anyk kesgitlenilýär, hem-de hasaplamak koeffisiýentleriniň ulgamyny ulanýarlar, olaryň girizilmegi şeýle ýagdaýyň ýüklemeleriň iň amatsyz utgaşmalarynda bolup bilmejekdigini kepillendirýär. Çäk ýagdaýlaryň iki topary kesgitlenilendir: birinjisi — göterijilik ukyby boýunça; ikinjisi — kadaly ulanmaklyga ýaramlylygy boýunça.

Çäk ýagdaýlaryň birinji topary boýunça hasaplamany aşakdakylaryň önüni almak üçin ýerine ýetirýärler: konstruksiýanyň weýran bolmagynyň (berkligi hasaplamak), formanyň durnuklylygynyň ýa-da ýagdaýynyň ýitirilmeginiň, ýadawlyk zerarly weýran bolunmagyň (çydamlylyga hasaplamak), güýç faktorlarynyň we daşarky gurşawyň amatsyz täsirleriniň bilelikdäki täsirleri astynda weýran bolmaklygyň.

Çäk ýagdaýlaryň ikinji topary boýunça hasaplamany aşakdakylaryň önüni almak üçin ýerine ýetirýärler: ýol

berilmeýän deformasiýalaryň (ýaý bermeleri we aýlanma burçlaryny hasaplamak) we yrgyldylaryň ösüşiniň, jaýryklaryň emele gelmeginiň ýa-da olaryň çendenaşa açylmagynyň.

Çäk ýagdaýlaryň birinji toparý boýunça hasaplama esasydyr we kesikler saýlanylyp alnanda ulanylýar. Ikinji topar boýunça hasaplama çendenaşa ýaý bermeler (uly ara gerimleriň az ýüklemedäki pürsleri), jaýryklaryň emele gelmegi (rezerwuarlar, basyşly trurba geçirijiler) ýa-da jaýryklaryň armaturanyň wagtyndan ön korroziýasyna getirýän çendenaşa açylmagy zerarly, berk bolsa-da, öz häsiýetlerini ýitirýän konstruksiýalar üçin amala aşyrylýar.

Ulanylyş wagty döwründe çäk ýagdaýlaryň islendiginiň ýüze çykmagyna ýol bermezlik üçin olaryň täsiri astynda konstruksiýalar bolan dürli faktorlaryň mümkin bolan gyşarmalaryny (amatsyz tarapa) hasaba alýan koeffisiýentler ulgamy girizilýär: ýüklemeleriň ýa-da täsirleriň üýtgäp durmaklygyny hasaba alýan ýükleme boýunça ygtybarlyk koeffisiýenti; olaryň mehaniki häsiýetleriniň üýtgäp durmaklygyny hasaba alýan beton we armatura boýunça ygtybarlyk koeffisiýentleri; olaryň jogapkärçilik we düýplülük derejesini hasaba alýan jaýlaryň we desgalaryň niýetlenilişi boýunça ygtybarlyk koeffisiýentleri; hasaplamalarda göni ýol bilen şöhlendirilip bilinmeýän, materiallaryň we konstruksiýalaryň bitewilikde işiniň käbir aýratynlyklaryny bahalandyrmaga mümkinçilik berýän işiň şertleriniň koeffisiýentleri.

Ýüklemeler we täsirler. Göteriji konstruksiýalar taýýarlanylanda, daşalanda, montažlananda we ulanylanda olara dürli ýüklemeler täsir edýär. Ähli ýüklemeler täsiriň dowamlylygyna baglylykda hemişelik we wagtlaýynlara (uzak wagtlaýynlar, gysga wagtlaýynlar, aýratynlar) bölünýärler.

Hemişeliklere, ulanmaklygyň ähli döwrüniň dowamynda hereket edýänlere, jaýyň bölekleriniň agramy, şol sanda, göteriji we çäklendiriji konstruksiýalaryň, topragyň agramy we basyşy, önünden gysylmagyň güýçleri degişlidirler.

Wagtlaýyn uzak wagtlaýyn ýüklemelere deňişlidirler: stasionar enjamlaryň agramy; apparatlaryň, stanoklaryň, motorlaryň, hem-de enjamlary doldurýan suwuklyklaryň we gaty jisimleriň agramy; kitap saklanýan jaýlarda, ammarlarda, kitaphanalarda, doňduryjylarda (holodilniklerde) we beýleki jaýlarda ammarlara goýulýan materiallardan örtgülere ýüklemeler.

Wagtlaýyn gysga wagtlaýyn ýüklemelere deňişlidirler: adamlaryň toplumyndan, gardan, şemaldan, kranlardan ýüklemeler, hem-de konstruksiýanyň montažynda we bejergisinde ýüze çykyan ýüklemeler.

Aýratyn ýüklemeler seýsmiki we ýarylma täsirleri ýa-da tehnologiki prosesleriň bozulmagynyň netijesi sebäpli ýüze çykyp bilerler. Ýüklemeleriň täsir ediş dowamlylygynyň deformasiýalara we jaýryklaryň emele gelmegine täsirini hasaba almak talap edilýän ýagdaýlarda uzak wagtlaýyn ýüklemelere gysga wagtlaýynlaryň hem bir bölegi deňişlidir. Bu gar bilen bolanlardan 30-dan 60%-e çenli, köpri kranlaryndan doly ýüklemäniň 50-den 70% çenli, adamlaryň köpçüliginden ýüklemäniň bölegi. Ýaý bermäni we jaýryklaryň açylmagynyň giňligini ulaldýan, süýşmekligiň deformasiýasynyň ýüze çykmagyna ýeterlik wagtyň dowamynda hereket edip bilýändikleri sebäpli bu ýüklemeler uzak wagtlaýynlara deňişli edilýärler.

Çäk ýagdaýlar boýunça hasaplamada ýüklemeleri *kadalaýyn* we *hasaplamadakylara* bölýärler. Kadaly ulanylyşda kadalar tarapyndan konstruksiýa üçin kesgitlenilen F_n ýüklemeler kadalaýyndyrlar. Iş ýüzünde bar bolan ýüklemeleriň olaryň kadalaýyn bahalaryndan bolup biljek gyşarmalary ýükleme boýunça γ_f ygtybarlyk koeffisiýentinde göz önünde tutulýarlar. Hasaplamaklyga ma hasap ýüklemesi F girizilýär, ol kadalaýyn F_n ululygyň -iň ýükleme boýunça γ_f ygtybarlyk koeffisiýentine köpeltmek hökmünde kesgitlenilýär, ýagny

$$F = F_n \gamma_f. \quad (3.1)$$

Çäk ýagdaýlaryň birinji toparý boýunça hasaplamada γ_f ygtybarlyk koeffisiýentiniň bahalaryny kabul edýärler: hemişelik ýüklemeler üçin — 1,1... 1,3, wagtlaýynlar üçin — 1,2...1,4, gar ýüklemesi üçin — 1,4...1,6. Eger-de, konstruksiýanyň agramy azaldylanda onuň ýükleme astyndaky işi ýaramazlaşýan bolsa (agdarylmak), onda ygtybarlyk koeffisiýentini kabul edýärler $\gamma_f=0,8...0,9$.

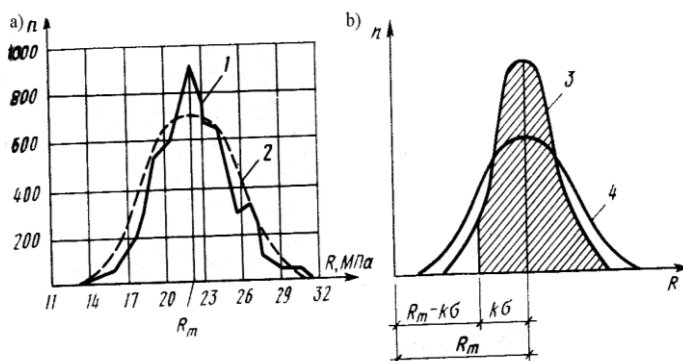
Çäk ýagdaýlaryň ikinji toparý boýunça konstruksiýalaryň hasaplamasyny hasaplama ýüklemeleriniň $\gamma_f=1$ bolandaky täsirine amala aşyrýarlar, şunlukda jaýlar we desgalar üçin bu ýagdaýlaryň ýüze çykmagynyň az howpludygy hasaba alynýar.

Ýüklemeleriň utgaşmasy. Jaýlar ulanylanda ähli ýüklemeler dürli utgaşmalarda hereket edip bilerler. Konstruksiýalaryň hasaby olaryň real mümkin bolup biljek iň amatsyz utgaşmasy üçin geçirilmelidir. Kadalar tarapyndan ýüklemeleriň utgaşmasynyň iki görnüşi kesgitlenilendir: esasy — hemişelik, uzak wagtlaýyn we gysga wagtlaýyn ýüklemeler; aýratyn — hemişelik, uzak wagtlaýyn, gysga wagtlaýyn we aýrratyň ýüklemeleriň biri. Iň uly ýüklemeleriň bir wagtda ýüze çykmagynyň ähtimallygy ψ_1 we ψ_2 utgaşdyрма koeffisiýentlerinde hasaba alynýar. Eger-de esasy utgaşdyрма hemişelik we bir wagtlaýyn (uzak wagtlaýyn ýa-da gysga wagtlaýyn) girizilse, onda utgaşdyрма koeffisiýentleri 1-e deň diýlip kabul edilýärler; iki we ondan köp wagtlaýyn ýüklemeler hasaba alnanda soňkular uzak wagtlaýyn ýüklemeler üçin $\psi_1=0,95$ -e we gysga wagtlaýynlar üçin $\psi_2=0,9$ -a köpeldiýarler, sebäbi olaryň bir wagtda iň uly hasaplama bahalaryna ýetmekligi az ähtimal diýlip hasap edilýär.

Jaýlaryň jogapkärçilik derejesi olaryň wagtyndan öň weýran bolmagyndaky material we sosial zyýanyň möçberi bilen bahalandyrylýar. Taslamalaşdyrylanda jaýlaryň

jogapkärçilik derejesi hasaplama ýüklemesini, jaýlaryň jogapkärçilik klasyna baglylykda kabul edilýän, niýetleniliş boýunça ygtybarlyk koeffisiýentine köpeltmek bilen hasaba alynýar. I klasyň we aýratyn möhüm halk hojalyk ähmiýetli obýektleriň desgalary (ÝES-leriň, AES-leriň esasy binalary, telewizion minaralar) üçin $\gamma_n=1$; II klasyň desgalary — möhüm halk hojalyk ähmiýetli bolan obýektler (I klasa girmeýän senagat we raýat gurluşyk jaýlary) üçin $\gamma_n=0,95$; III klasyň çäkli halk hojalyk ähmiýeti bolan desgalary (bir gatly ýaşayyş jaýlary, ammarlar) üçin $\gamma_n=0,9$.

3.4. Betonyň we armaturanyň kadalaýyn we hasaplamadaky garşylyklary



Surat. 3.3. Betonyň berkliginiň paýlanmaklygynyň egrileri:

1 — tejribelerdäki statistiki; 2 — teoretiki; 3 — nusgalaryň berkliginiň az üýtgemekliginde; 4 — şol, uly üýtgemekliginde

Betonyň berklik häsiýetnamalary onuň strukturasyňyň düýpli derejede bir jynsly bolmandygy sebäpli üýtgemeklige eýedirler. Meselem, hatda şol bir garyndydan taýýarlanylýan

beton nusgalarynyň berkligi, önümiň ölçeglerine we formasyna, ýüklemäniň goýulmagynyň häsiýetine we onuň täsir etmeginiň dowamlylygyna, gatamaklygyň şertlerine we möhletlerine, tehnologiiki faktorlara we ş.m. baglylykda ep-esli çäklerde üýtgäp biler. Şonuň üçin, konstruksiýalaryň ýeterlik ygtybarlygyny üpjün etmek maksady bilen, hasaplamalary ýerine ýetirmek üçin, aglaba köp ýagdaýlarda, olaryň konstruksiýalardaky mümkin bolup biljek iş ýüzünde bar bolan bahalaryndan pes bolan betonyň garşylyklarynyň bahalaryny bellemek zerur. Betonyň berkliginiň üýtgemekligi paýlamaklygyň statistiki egrisi bilen häsiýetlendirilýär. Soňky, abscessa oky boýunça, betonyň berkliginiň bir seriýaly nusgalaryň uly sany synagdan geçirmekde alnan (tegeleklemek bilen) bahalary goýlan, ordinatalar oky boýunça bolsa — berkligiň ol ýa-da beýleki bahasynyň ýüze çykmagynyň ýagdaýlarynyň ýygylgy goýlan (3.3, a surat.) grafikdir. Nusgalaryň ýeterlik uly sanynda bu egri normal paýlanyşyň teoretiki egrisine — Gaussyň egrisine golaý. Paýlamaklyk egrisini ulanyp, betonyň esasy häsiýetnamasynyň orta bahasyny — gysylma garşylygy hasaplap bolar

$$R_m = \frac{n_1 R_1 + n_2 R_2 + \dots + n_k R_k}{n},$$

(3.2)

bu ýerde n_1, n_2, \dots, n_k — R_1, R_2, \dots, R_k berklikler hasaba alnan tejribeleriň sany. Orta berklik paýlanma egrisiniň ekstremumyna laýyk gelýär. Beýleki bahalar ol ýa-da beýleki tarapa gyşarýarlar, özi hem bu gyşarma näçe uly boldugyça, şonça-da ol seýrek syn edilýär. Berkligiň pytraňlylygy (orta bahadan gyşarma) ortakwadratiki gyşarma bilen häsiýetlendirilýär:

$$\sigma = \sqrt{\frac{n_1\Delta_1^2 + n_2\Delta_2^2 + \dots + n_k\Delta_k^2}{n_1 + n_2 + \dots + n_k}},$$

(3.3)

bu ýerde $\Delta_i = R_i - R_m$.

σ ululygy -ny hasaplap, ähtimallyk nazaryýetiniň usullary bilen, ýüze çykmagynyň ýygylgy öňünden berlen şeýle R_{\min} garşylygy belläp bolar (orta bahadan gyşarmanyň üsti bilen aňladylan)

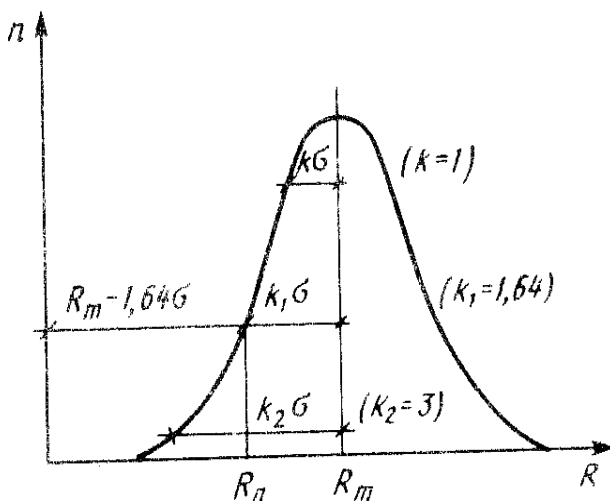
$$R = R_{\min} = R_m - k\sigma = R_m \left(1 - k \frac{\sigma}{R_m} \right) = R_m (1 - k\nu).$$

(3.4)

$$\nu = \frac{\sigma}{R_m}$$

gatnaşyk üýtgemekligiň koeffisiýenti ýa-da wariasion koeffisiýent; k — ygtybarlyk görkezijisi diýlip atlandyrylýar.

Deň orta bahasy bar bolan paýlamaklyk egrileri, üýtgemekligiň ν koeffisiýenti bilen häsiýetlendirilýän, öz formasy boýunça tapawutlanyp bilerler (3.3, b surat.). Has ýapgyt paýlanma egrileri üýtgemekligiň ýokarlandyrylan ν koeffisiýentine, we, diýmek, netijeleriň uly pytraňňylygyna eýe. Tersine, has ýokary galdyrylan egriler üýtgemekligiň pes koeffisiýentine we orta ýakyn, has stabil netijelere eýe.



Surat. 3.4. Betonyň garşylygynyň ygtybarlygynyň görkezijisine baglylygy

3.4 suratatdan, k ululyk näçe uly boldugyça, synagdan geçirilýän nusgalaryň şonça-da köp sanynyň $R_m - k\sigma$ berkligi gorkezjekdigi we ygtybarlygynyň şonça-da ýokary boljakdygy görüňär. Eger-de minimal berklik hökmünde $R_n = R_m - \sigma$ diýip kabul etsek, ýagny $k=1$ alsak, onda ähli nusgalaryň 84%-i (olar kub, prizma, sekizlik bolup bilerler) şonuň ýaly ýa-da uly berkligi görkezeler (ygtybarlyk 0,84). $k=1,64$ bolanda nusgalaryň 95%-i $R_n = R_m - 1,64\sigma$ we ondan ýokary berkligi görkezeler, $k=3$ bolanda bolsa — nusgalaryň 99,9%-i $R_n = R_m - 3\sigma$ pes bolmadyk berkligе еýе bolarlar.

Şeýlelik-de, eger-de hasaba $R_m - 3\sigma$ baha girizilse, onda diňe müň ýagdaýdan birinde berklik kabul edilenden pes bolar. Bu hadysa praktiki taýdan bolup bilmejek hasaplanylýar.

[1] kadalara laýyklykda, zawodlarda gözegçilikde saklanylýan esasy häsiýetnamasy betonyň B klasydyr, ol

taraplary 15 sm bolan kubuň 0,95 ygtybarlyk bilen gysylma wagtlaýyň garşylygyna (MPa) deňdir. Betonyň gysylma klasyna laýyk gelýän berkligi (3.4) formula boýunça $k=1,64$ bolanda hasaplanylýar:

$$R_n = B = R_m(1 - 1,64\nu) \quad (3.5)$$

Taslamalaşdyrmakda betonyň kadalaýyn garşylygyny onuň klasyna laýyk gelýän betonyň berkligine san taýdan deň diýip kabul edýärler.

Beton prizmalaryň oklaýyn gysylma kadalaýyn garşylygyny $R_{b,n}$ (prizma berkligi) prizma we kubik berkligi baglanyşdyrýan (2.1) baglanyşygy hasaba almak bilen kubik berkligiň kadalaýyn garşylygy boýunça kesgitleýärler. $R_{b,n}$ ululygynyň -iň

$$R_{b,n} = R_n(0,77 - 0,001R_n) \geq 0,72R_n \quad (3.6)$$

formula boýunça alnan bahalary 3.1. tablisada getirilendirler.

Betonyň oklaýyn süýnmä kadalaýyn garşylygy $R_{bt,n}$ betonyň süýnmeklige berkligi gözegçilikde saklanylmada, süýnmeklige berkligi gysylmaklyga berklik bilen baglanyşdyrýan (2.2) baglanyşygy hasaba almak bilen kubik berkligiň kadalaýyn bahasy boýunça kesgitleýärler. $R_{bt,n}$ ululygynyň -iň bahalary 3.1. tablisada getirilendirler. Eger-de, betonyň süýnmeklige berkligi önümçilikde nusgalary gös-göni synagdan geçirmek bilen gözegçilikde saklanylýan bolsa, onda oklaýyn gysylma kadalaýyn garşylyk aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýär

$$R_{bt,n} = R_{bt,m}(1 - 1,64\nu) \quad (3.7)$$

we betonyň süýnmeklige berklik boýunça klasyny häsiýetlendirýär.

1984-nji ýyla çenli betonyň berkliginiň esasy häsiýetnamasy onuň M markasydy, ony betonyň gysylma wagtlaýyn garşylygynyň orta bahasy hökmünde kesgitleýärdiler R_m (kgs/sm²). Häzirki wagtda hereket edýän GKweDN 2.03.01 — 84 işlenilip düzülende markalaryň ornuna betonyň gysylma berkligi boýunça klaslary girizildi. Betonyň markasy M we klasy B arasyndaky sanlaýyn gatnaşyk onuň kadalaýyn we orta berkligi bilen arasyndaky ýalydyr:

$$B = M(1 - 1,64\nu) \quad (3.8)$$

Tablisa 3.1. Agyr betonyň berklik we deformatiw häsiýetnamalary

Gysylma berklik boýunça betonyň klasy	Ikinji toparyň çäk ýagdaýlary boýunça hasaplamak üçin betonyň kadalaýyn we hasaplamakdaky garşylyklary, MPa		Birinji toparyň çäk ýagdaýlary boýunça hasaplamakda betonyň hasaplanylýan garşylyklary, MPa		Gysylmada betonyň maýyşgaklygynyň başlangyç moduly, MPa, $E_b \cdot 10^{-3}$	
	gysylma $R_{b,n}$ $R_{b,ser}$	süýnmä $R_{bt,n}$ $R_{bt,ser}$	gysylm a R_b	süýnmä R_{bt}	tebigy taýdan gatanda	atmosfera basyşynda ýylylyk taýdan gaýtadan işlenişe sezewar edilende
B7,5	5,5	0,70	4,5	0,48	16,0	14,5
B10	7,5	0,85	6,0	0,57	18,0	16,0
B12,5	9,5	1,00	7,5	0,66	21,0	19,0
B15	11,0	1,15	8,5	0,75	23,0	20,5
B20	15,0	1,40	11,5	0,90	27,0	24,5
B25	18,5	1,60	14,5	1,05	30,0	27,0

B30	22,0	1,80	17,0	1,20	32,5	29,0
B35	25,5	1,95	19,5	1,30	34,5	31,0
B40	29,0	2,10	22,0	1,40	36,0	32,5
B45	32,0	2,20	25,0	1,45	37,5	34,0
B50	36,0	2,30	27,5	1,55	39,0	35,0
B55	39,5	2,40	30,0	1,60	39,5	35,5
B60	43,0	2,50	33,0	1,65	40,0	36,0

Dürli gurluşyklarda we zawodlarda $\nu = \frac{\sigma}{R_m}$ wariasiýa

koeffisiýentiniň 0,05-den başlap 0,25-e çenli giň çäklerde üýtgeýändigini tejribeler görkezýär. Kadalar tarapyndan orta $\nu = 0,135$ koeffisiýent kabul edilendir. Öndüriji-zawoda anyk zawod şertleri üçin kesgitlenilen ν koeffisiýenti hasaba almak bilen betonyň klasyna laýyk gelýän kadalaýýyn R_n berkligi üpjün etmek zerurdyr. Ýokary birjynslykdaky betony öndürýän, gowy gurnalan önümçilikli kärhana üçin wariasiýanyň hakykatdaky koeffisiýentiniň kadalaýýyndan kiçi boljagy aýdyňdyr ($\nu_{fakt} < \nu_n = 0,135$). Bu ýagdaýda betonyň orta R_m berkligi peseldilip bilner, onuň netijesinde bu hilli kärhanada sementiň tygşytlanmagyny almagyň mümkinçiligi ýüze çykýar. Eger-de zawod tarapyndan öndürilýän beton berkligiň uly üýtgemesine eýe bolsa ($\nu_{fakt} > \nu_n$), onda talap edilýän R_n -iň bahasyny üpjün etmek üçin betonyň R_m berkligini ýokarlandyrmak gerek, bu bolsa sementiň artyk sarp edilmegine getirer.

Betonyň berkliginiň üýtgäp durýanlygy ähtimallyk usuly bilen hasaba alynýar. Emma real konstruksiýalary taýýarlamak prosesinde (beton garyndysy daşalanda, beton ýerleşdirilende, wibrirlenilende, gatanda) hasaba kynlyk bilen alynýan dürli faktorlaryň täsiri netijesinde betonyň berkliginiň kadalaýýyn bahalardan gyşarmalary ýüze çykyp biler, konstruksiýanyň hakyky ölçegleriniň taslamalaşdyrylandakylardan gyşarmagy hem mümkin. Bu gyşarmalary statistiki usullar bilen hasaba almak entek mümkin däl, sebäbi dogrudan-dogry konstruksiýalardaky betonyň berkligi boýunça tejribe maglumatlarynyň ýeterlik sany ýok. Şunuň bilen baglylykda, konstruksiýalardaky betonyň berkliginiň mümkin bolan gyşarmasy ýörite birden uly γ_b ygtybarlyk koeffisiýenti bilen hasaba alynýar, betonyň kadalaýýyn garşylygy oňa bölünýär.

Onda betonyň taslamalaşdyrylanda hasaba alynýan hasaplanylýan garşylygy

$$R_b = \frac{R_{b,n}}{\gamma_{bc}}; \quad R_{bt} = \frac{R_{bt,n}}{\gamma_{bt}}. \quad (3.9)$$

Çäk ýagdaýlaryň birinji topary boýunça konstruksiýalar hasaplanylýanda beton boýunça ygtybarlyk koeffisiýentlerini kabul edýärler: oklaýyn gysylanda $\gamma_{bc}=1,3$, oklaýyn süýndürilende $\gamma_{bt}=1,5$. Çäk ýagdaýlaryň ikinji topary üçin $R_{b,ser}$, $R_{bt,ser}$ hasaplanandaky garşylyklary kadalaýyn garşylyklara deň diýip kabul edýärler, ýagny bu ýagdaýda ygtybarlyk koeffisiýentleri deň $\gamma_{bc} = \gamma_{bt} = 1$.

Demirbeton konstruksiýalary hasaplanylýanda birinji toparyň çäk ýagdaýlary üçin betonyň hasaplanandaky R_b we R_{bt} garşylyklary, betonyň häsiýetiniň aýratynlyklaryny, täsiriň dowamlylygyny, ýüklemäniň köp gezek gaýtalanmagyny, konstruksiýanyň işiniň şertlerini we stadiýalaryny, ony taýýarlamaklygyň usulyny, daşarky gurşawyň täsirini, kesigiň ölçeglerini we ş.m. hasaba alýan betonyň işiniň şertleriniň γ_{bi} koeffisiýentlerine köpeltmek ýoly arkaly peseldilýärler (ýa-da ýokarlandyrylýarlar).

Meselem, ýüklemäniň uzak wagtlaýyn täsirinde ýüze çykýan betonyň berkliginiň peselmegini hasaba almak maksady bilen $\gamma_{b2}=0,85...0,90$ koeffisiýent girizilýär, az dowamlykdaky ýüklemeler hasaba alnanda $\gamma_{b2}=1,1$; 0,85-e deň γ_{b5} koeffisiýent kesiginiň in uly ölçegi 30 sm-dan az bolan monolit Demirbeton kolonnalar üçin girizilýär we defektleriň (balykgulaklaryň) kiçi ölçegli kesiklere ulurak täsirini hasaba alýarlar; γ_{b7} koeffisiýent gün radiasiýasyndan goralmadyk Demirbeton konstruksiýalaryň hasaplamlarynda girizilýär.

Çäk ýagdaýlaryň ikinji topary boýunça konstruksiýalar hasaplanylýanda işiň şertleriniň koeffissiýentleri γ_{bi} bire deň diýlip kabul edilýärler. Beýle çemeleşme, ilkinji nobatda, çäk ýagdaýlaryň ikinji toparynyň nyşanlary boýunça konstruksiýanyň bozulmagynyň kiçi howpy bilen düşündirilýär: beýle ýagdaýlar, adaty, konstruksiýalaryň ýykylmagyna getirmeýärler.

Armaturanyň kadalaýyn we hasaplanandaky garşylyklary. Armatura polatlary üçin kadalaýyn $R_{s,n}$ garşylyk hökmünde hereket edýän ülüňler standartlar tarapyndan kesgitlenilen we zawod tejribehanalary tarapyndan barlanylýan iň kiçi gözegçilikde saklanylýan bahalar kabul edilýärler: steržen armaturasy, ýokary berklikli sim we armatura tanaplary üçin $R_{s,n}$ akaganlygyň fiziki ýa-da şertli çäGINE deň, adaty armatura simi üçin $R_{s,n}$ wagtlaýyn garşylykdan 0,75 düzýän dartgynlyga deň. Armatura polatlary, şol sanda, beton üçin hem, kadalaýyn garşylyklaryň bahalary 0,95 ygtybarlyk bilen kabul edilýärler we kepillendirilýärler (3.2. tablisa).

Tablisa 3.2. Armatura polatlarynyň we tanaplarynyň berklik we deformatiw häsiýetnamalary

Armaturanyň klasy	Diametr, mm	Kadalaýyn R_{sn} we ikinji toparyň çäk ýagdaýlary üçin süýnmä hasaplama garşylyklar y $R_{s,ser}$, MPa	Birinji toparyň çäk ýagdaýy boýunça hasaplamada armaturanyň hasaplama garşylyklary, MPa			Maýyşgakly k moduly $E_b \cdot 10^{-5}$, MPa
			süýnmä		gysylma R_{sc}	
			keseligine we dikligine, egreldiji R_s pursadyň täsiri hasaplanylanda	keseligine, R_{sw} keseleýin güýjüň täsirine ýapgyt kesikler hasaplanylanda		
<i>Steržen görnüşli</i>						
A-I	6...22	235	225	175	225	2,1
A-II	10...32	295	280	225	280	2,1
A-III	6...8	390	355	285	355	2,0
A-III	10...40	390	365	290	365	2,

A-IIIБ uzalmalaryň we dartgynlyklar yň gözegçiligi bilen	20...40	540	450	360	200	1,8
A-IV	10...32	590	510	405	400	1,9
A-V	10...32	785	680	545	400	1,9
A-VI	10...32	980	815	650	400	1,9
<i>Simleýin</i>						
Bp-I	3...5	410...395	375...360	270...260	375...360	1,7
B-II	3...8	1490...110 0	1240...915	990...730	400	2,0
Bp-II	3...8	1460...102 0	1215...850	970...680	400	2,0
<i>Tanap</i>						
K-7	6...15	1450...129 5	1210...1080	965...865	400	1,8...1,5
K-19	14	1410	1175	940	400	1,5

Birinji we ikinji toparlaryň çäk ýagdaýlary üçin süýnmä hasaplama garşylyklary R_s we $R_{s,ser}$ (3.2. tablisa) kadalaýyn garşylyklaryň armatura boýunça degişli γ_s ygtybarlyk koeffisiýentlerine bölmek arkaly kesgitlenilýärler:

$$R_s = \frac{R_{s,n}}{\gamma_s} \quad (3.10)$$

Armatura boýunça ygtybarlyk koeffisiýentleri sterženleriň keseleýin kesiginiň meýdanynyň mümkin bolan azalmasyny, konstruksiyalary taýýarlamak we olary ulanmak prosesinde mehaniki häsiýetleriň üýtgemegini, armaturanyň käbir klaslary üçin üzülmenden öň plastiki deformasiýalaryň ýeterlikli ösmezligini hasaba alýarlar. Çäk ýagdaýlaryň birinji topary boýunça hasaplama γ_s ygtybarlyk koeffisiýentini deň diýip kabul edýärler: A-I, A-II klaslarly steržen armaturasy üçin — 1,05; A-III klasy üçin — 1,07...1,1 (diametre baglylykda); steržen armaturanyň beýleki klaslary üçin — 1,15...1,20; Bp-I, B-I klaslarly sim armatura üçin — 1,1, Bp-II, B-II klaslarlylar üçin — 1,20. Ikinji toparyň çäk ýagdaýlary boýunça hasaplama ygtybarlyk koeffisiýentiniň bahasy armaturanyň ähli görnüşleri üçin bire deň kabul edilýär, ýagny hasaplama $R_{s,ser}$ garşylygy san taýdan kadalaýyna deň.

Armaturanyň gysylma R_{sc} hasaplama garşylygy bellenilende diňe poladyň häsiýeti däl, eýsem betonyň çäk gysylmasy hem hasaba alynýar. $\varepsilon_{bc,u} \cong 2 \cdot 10^{-3}$, poladyň maýyşgaklyk moduly $E_s \cong 2 \cdot 10^5$ MPa diýip alyp, betonyň we armaturanyň bilelikdäki deformasiýasynyň $\sigma_{sc} = \varepsilon_{bc,u} E_s = \varepsilon_s E_s$ şertinden betonyň weýran bolmagynyň

öňüsyrasynda armaturada ýetilýän in uly σ_{sc} dartgynlygy alyp bolýar.

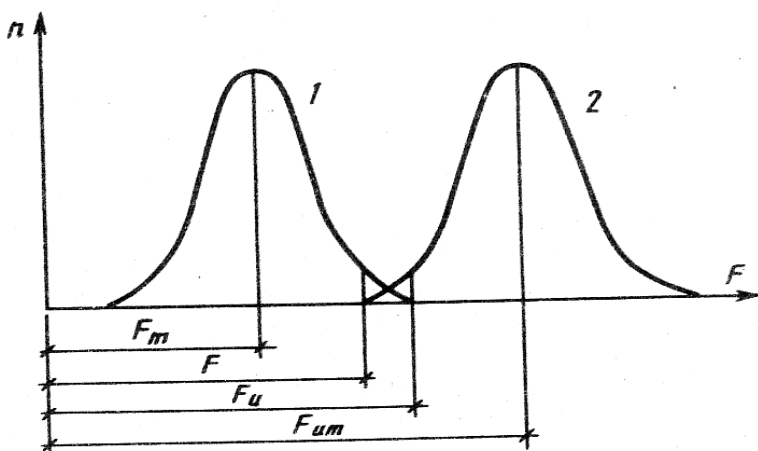
[1] kadalara laýyklykda, armaturanyň gysylma R_{sc} hasaplama garşylygyny R_s ululyga -e deň diýip alýarlar, eger-de ol 400 MPa-den geçmese; R_s ululygyň -iň bahasy has ýokary bolan armatura üçin R_{sc} hasaplama garşylygyny 400 MPa deň kabul edýärler (ýa-da gysylma stadiýasyndaky hasaplamada 330 MPa deň). Ýüklemäniň uzak wagtlaýyn täsirinde betonyň süýşmekligi armaturada gysylma dartgynlygynyň ýokarlandyrylmagyna getirýär. Şonuň üçin, eger-de betonyň hasaplama garşylyklaryny işiň şertiniň $\nu_{b2}=0,9$ koeffisiýenti bilen kabul etseler (ýagny ýüklemäniň uzak wagtlaýyn täsirini hasaba almak bilen), onda R_{sc} ululygyň -iň bahasyny A-IV klasly polatlar üçin 450 MPa çenli we A_T-IV klasly polatlar we ondan ýokarylar üçin 500 MPa çenli ýokarlandyrmaklyga [1] ýol berilýär.

Çäk ýagdaýlaryň birinji topary üçin armaturanyň hasaplama garşylyklary, kesikde dartgynlyklaryň paýlanylmagynyň denölçeýsizligini, ýadawlykdan weýran bolmaklygyň howpuny, akaganlygyň şertli çäginde ýokary dartgynlyklarda armaturanyň işini hasaba alýan işiň şertleriniň degişli γ_{si} koeffisiýentlerine köpeltmek ýoly arkaly, azaldylýarlar (ýa-da ýokarlandyrylýarlar). Meselem, ýapgyt kesikler boýunça Demirbeton elementleriň berkligi hasaplanylanda keseleýin armaturanyň garşylygy, ýapgyt jaýrygyň uzynlygy boýunça armaturada dartgynlyklaryň paýlanmasynyň denölçeýsizdigini hasaba alýan $\gamma_{sw}=0,8$ koeffisiýent bilen girizilýär; A-IV...A-VI klaslarly armaturalar ulanylanda armaturanyň akaganlygynyň şertli σ_{02} çäginde ýokary bolmaklygyň mümkinçiligi $\gamma_{s6}>1$ koeffisiýent bilen hasaba alynýar.

3.5. Hasaplamalaryň esasy düzgünleri

Beton we Demirbeton konstruksiýalaryny göterijilik ukyby (birinji toparyň çäk ýagdaýy) we kadaly ulanyşa ýaramlylygy (ikinji toparyň çäk ýagdaýy) boýunça hasaplaýarlar.

Konstruksiýanyň çäk ýagdaýy boýunça bitewilikde, hem-de onuň aýratyn elementleriniň hasabyny, adatça, ähli stadiýalar üçin ýerine ýetirýärler: taýýarlamak, daşamak, guramak we ulanmak, özi hem hasaplama shemalary kabul edilen konstruktiv çözümlere jogap bermelidir.



Surat. 3.5. Güýçleriň paýlanmaklygynyň egrileri:

1 — daşarky ýüklemeden; 2 — göterijilik ukybyndan; F_m , F — daşarky ýüklemeden güýçleriň ortastatistiki we hasaplama bahalary; F_{um} we F_u — şolar, göterijilik ukybyndan.

Çäk ýagdaýlaryň birinji topary boýunça hasaplama

$$F \leq F_u \quad (3.11)$$

şert ýerine ýetmelidir.

(3.11) deňsizligiň çep tarapy hasaplama ýüklemeleriniň ýa-da täsirleriniň iň amatsyz kombinasiýasynda elementň kesigindäki praktiki taýdan mümkin bolan maksimal güýje deň hasaplama güýjüdir; ol $\gamma_f > 1$ bolandaky hasaplama ýüklemeleri tarapyndan ýüze çykarylan güýçlere, utgaşdyrma koeffisiýentlerine we jaýlaryň we desgalaryň niýetlenilişi boýunça ygtybarlyk koeffisiýentlerine baglydyr. (3.11) şert, daşarky F ýüklemeden hasaplama güýjüň, materiallaryň (betonyň we armaturanyň) hasaplama garşylyklarynyň we konstruksiýalary ulanmaklygyň amatsyz şertlerini hasaba alýan işiň şertleriniň koeffisiýentleriniň, hem-de kesikleriň formasynyň we ölçegleriniň üýtgäp durýanlygynyň funksiýasy bolan, element tarapyndan kabul edilýän hasaplanýş görterijilik F_u ukybyndan uly bolmaly däldigini aňladýar. (3.11), gGrafiki aňladylan (3.5 surat.), (3.11) şertiň ýerine ýetmegi talap edilýän görterijilik ukybyny kepillendirýär.

Çäk ýagdaýlaryň ikinji topary boýunça hasaplamalarda:

orun üýtgetmeler boýunça — kadalaýyn ýüklemeden f ýaý bermeleriň bu konstruktiv element üçin kadalar tarapyndan kesgitlenilen ýaý bermeleriň çäk f_u bahalaryndan ýokary bolmaly däldigi talap edilýär

$$f \leq f_u; \quad (3.12)$$

jaýryklaryň emele gelmegi boýunça — hasaplama ýa-da kadalaýyn ýüklemeden F güýç (jaýryga durnuklylyga talaplaryň kategoriýasyna baglylykda) kesikde jaýryklary ýüze çykarýan F_{cre} güýçden uly bolmaly däldir:

$$F \leq F_{cre}; \quad (3.13)$$

normal we elementiň okuna ýapgyt jaýryklaryň açylmagy boýunça — olaryň dartylan çekilen armaturanyň derejesindäki giňligi kadalar tarapyndan kesgitlenilen olaryň açylmaklygynyň çäginde kiçi bolmalydyr:

$$a_{crc} \leq a_{crc,u} \cong 0,1...0,4 \text{ mm.} \quad (3.14)$$

Gerekli ýagdaýlarda (ser. 7-nji babba) doly ýüklemeden emele gelen jaýryklaryň uzak wagtlaýyn ýüklemäniň täsirinde ygtybarly ýapylan (gysylan) bolmagyny talap edýärler. Bu ýagdaýlarda jaýryklaryň ýapylmagyna hasaplary geçirýärler.

1. Demirbeton konstruksiýalaryny hasaplamagyň aýratynlyklary. 2. Ýaý berýän Demirbeton elementleriň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýynyň stadiýalary. Bu stadiýalaryň haýsylary berklik, jaýryga durnuklylyk, ýaý bermeler hasaplanýlanda ulanylýar ? 3. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalaryň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýynyň aýratynlyklary. 4. Ýol berilýän dartgynlyklar we weýran ediji ýüklemeler boýunça hasaplamak usullarynyň esasy başlangyçlary. Bu usullaryň ýetmezçilikleri. 5. Çäk ýagdaýlar usuly boýunça hasaplamagyň esasy düzgünleri. Çäk ýaagdaýlaryň toparlary. 6. Birinji we ikinji çäk ýagdaýlar toparlary boýunça hasaplamagyň maksatlary. 7. Ýüklemeleriniň klassifikasiýasy we olaryň hasaplanýş utgaşmalary. 8. Kadalaýyn we hasaplama ýüklemeleri. Ýüklemeler boýunça ygtybarlyk koeffisiýentleri. 9. Betonyň klasy we markasy nämenäme ? Olaryň tapawutlary näme? 10. Betonyň kadalaýyn garşylygy. Ol orta berklik bilen nählili baglanyşýar ? Ony haýsy üpjünçilik bilen belleýärler ? 11. Birinji we ikinji çäk ýagdaýlar toparlary üçin betonyň hasaplama garşylygyny nähili kesgitleýärler ? 12. Nähili maksat bilen beton boýunça ygtybarlyk koeffisiýentlerini we işiň şertiniň koeffisiýentlerini girizýärler ? 13. Dürli

polatlar üçin armaturanyň kadalaýyn garşylyklaryny nähili belleýärler ? 14. Armaturanyň hasaplama garşylygy, ygtybarlyk we işiň şertleriniň koeffisiýentleri. 15. Birinji we ikinji toparlaryň çäk ýagdaýlarynyň bolup geçmegini aradan aýyrýan şertleri umumy görnüşde ýazyň, olaryň manysyny düşündiriň.

BAP 4. ÖŇÜNDEN DARTGYNLANDYRYLAN DEMIRBETON KONSTRUKSIÝALARYNY TASLAMALAŞDYRMAGYŇ AÝRATYNLYKLARY

4.1. Manysy we artykmaçlyklary

Öňünden dartgynlandyrylan diýip şeýle Demirbeton konstruksiýalaryna düşüňärler, olarda öňünden, ýagny taýýarlamak prosesinde, hasaplama laýyklykda emeli usulda işçi armaturanyň ähli ýerinde ýa-da böleginde başlangyç dartgynlyklar we betonyň hemmesiniň ýa-da böleginiň gysylmasy döredilendir.

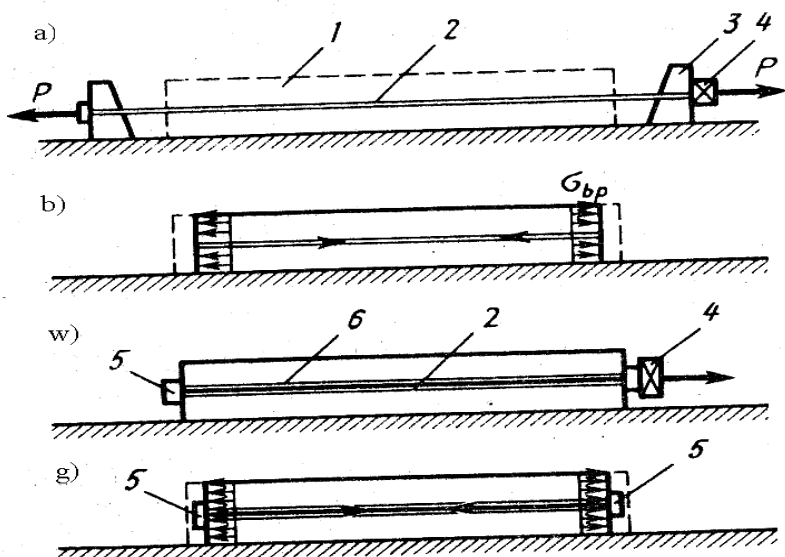
Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalarda betonyň berlen σ_{bp} ululyga gysylmasy öňünden dartylan armatura bilen amala asyrylýar, ol dartyjy gurluşlar goýberenden soňra başlangyç ýagdaýyna gaýdyp gelmäge ymtylýar. Bu ýerde armaturanyň betonda typyp çykmagy olaryň tebigy özara çatýsmasy, tebigy çatýsma ýeterlik bolmanda bolsa — betonda armaturanyň kese kesilen tarapyňy toresini ýörite emeli ankerlemek bilen aradan aýrylýar.

Soňky ýyllarda öňünden dartgynlandyrmagy ulanmak Demirbeton konstruksiýalaryny kämilleşdirmegiň ugurlarynyň biridir. Ol ýokary berklikli armaturany ulanmagyň hasabyna poladyň sarp edilmegini 50%-e çenli azaltmaga; elementleriň süýnen zonalarynda jaýryklaryň emele gelmek pursadyny daşlaşdyrmaga; olaryň açylmaklygynyň giňligini çäklendirmäge; gatylygy ýokarlandyrmaga we egrelmeleri azaltmaga; köp gezek gaýtalanýan ýüklemeleriň täsirine işlenende konstruksiýalaryň çydamlylygyny ýokarlandyrmaga; agressiw gurşawlarda ulanylanda gulluk ediş möhletini artdyrmaga; betonyň sarp edilişini azaltmaga we konstruksiýalaryň massasyny peseltmäge; basyşly turubageçirijiler, rezerwuarlar, şpallar we ş.m. ýaly konstruksiýalarda defisist polady çalyşmak bilen Demirbetony ulanmaklygyň oblastyny giňeltmäge mümkinçilik berýär.

Görkezilen artykmaçlyklar şeýle köp, şunlukda, taýýarlamak prosesiniň uly zähmet sarp edijiligine, galybyň opalubkanyň konstruksiýasynyň çylşyrymlaşmagyna, çekiji gurluşlar goýberen pursadynda betonyň zaýa bolmagynyň howpuna, beton bilen çatýşmanyň bozulmagy zerarly armaturanyň typyp çykamak howpuna garamazdan, öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalar bähbitli we gurluşykda has giň ulanylyşy tapýarlar.

4.2. Armaturany dartmagyň usullary

Konstruksiýalary öňünden gysmagy, esasan, iki usul bilen ýerine ýetirýärler: armaturany direglere (betonlamakdan öň) we betona (betonlamakdan we betonyň gatamagyndan soňra) dartmak. Armaturany direglere dartmak usuly has giň ýaýraýyşa eýe, sebäbi ol köpçülikleýin zawod önümçiliginde üýagdaýlaryň köpüsinde has tygşytly bolýandyr. Bu usuly zawod şertlerinde taýýarlanylýan kiçi we orta ölçegleri bolan konstruksiýalarda ulanýarlar. Armaturany forma ýerleşdirýärler, berlen dartgynlyga çenli çekýärler we stendiň direglerine berkidýärler (4.1, a surat.) . Betonlamakdan we beton 11 MPa-dan az belenilmedik we betonyň kabul edilen klasýndan 50%-den az bolmadyk, geçiriji berkligi alanyndan soňra, armatura diregler bilen baglanyşykdan boşadylýar, soňra we, ol başlangyç ýagdaýa gaýdyp gelmäge ymtylmak bilen betony gysýar (4.1, b, w surat.). Bu ýerde armatura öňünden dartgynlandyrmagyň bölegini ýitirýär. Betonyň gysylan pursadynda geçiriji berklik kubik berklige deňdir.



Surat. 4.1. Öňünden dartgynlandyrmagy döretmegiň shemalary:

1 — forma; 2 — armatura; 3 — direk; 4 — domkrat; 5 — anker; 6 — kanal.

Betony Betona dartmaklygy, esasan, uly ara gerimli konstruksiýalar (fermalar, köprüler we ş.m.) üçin ulanylýarlar. Bu ýagdaýda, başda, betony ýa-da gowşak armirlenen elementi taýýarlaýarlar, onuň göwresinde dartgynlandyrylan armaturany ýerleşdirmek üçin kanallary ýa-da ýodajyklary goýýarlar. Armaturanyň diametrinden 5...15 mm artykmaç bolan kanallar betonda çykarylyp alynýan boşluklary emele getirijileriň (polat spirallar, rezin şlangalar) ýa-da galdyrylýan gofirlenen turbalaryň kömegi bilen döredilýärler. Beton geçiriji R_{bp} berkligi alanyndan soňra kanallary işçi armaturany geçirýärler, ony berlen dartgynlyga çenli dartýarlar we konstruksiýanyň kese kesilen içi gapdal tarapynda ankerleriň kömegi bilen berkidýärler (4.1, g surat.). Dartyлма prosesinde betonyň gysylmasy bolup geçýär. Armaturany korroziýadan

goramak üçin we çatýşmasynyň hasabyna beton bilen baglanyşmak üçin kanallary basyş astynda sement ýa-da sement-çäge ergini bilen doldurýarlar. Armaturany elementniň daşarky tarapyndan hem ýerleşdirip bolar (trurba geçirijileriň, rezerwuarlaryň halkalaýyn armaturasy). Armatura dartylandan soňra onuň üstüne betonyň gatlagyny guýýarlar.

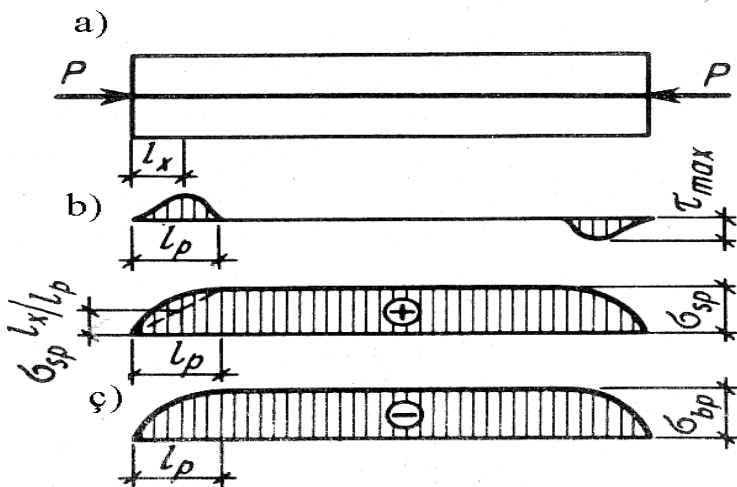
Armaturany direglere dartmaklyk mehaniki, elektrotermiki ýa-da elektrotermomehaniki usul, armaturany betona dartmaklyk bolsa, adaty, — mehaniki usul bilen amala aşyrylýar.

Mehaniki usul bilen dartmak üçin gidrawliki we wintleýin domkratlar, saraýjy maşynlar ulanylýarlar. Armaturany elektrotermikomehaniki dartmagyň manysy uçlaryna çäklendirijiler ýerleşdirilen armaturany elektriki tokuny goýbermek bilen 310...350 °C temperautura çenli gyzdirmekdyr, onuň netijesinde ol uzalýar. Gyzdýrylan sterženleri forma, çäklendirijiler formanyň diregleriniň aňyrsynda ýerleşer ýaly görnüşde, forma ýerleşdirýärler. Sowamaklyk wagtynda diregler sterženleriň gysgalmagyna päsgel berýärler, ol sebäpli sterženlerde berlen süýndüriji dartgynlyklar ýüze çykýar. Beton guýlandan we gatamak prosesinde ol ýeterlik berklgi alanyndan soňra armaturany direglerden aýyrýarlar we onuň gysgalmagy netijesinde konstruksiýanyň betonynyň gysylmagy bolup geçýär.

Dartmaklygyň elektrotermomehaniki usuly, bir wagtda amala aşyrylýan elektrotermiki we mehaniki usullaryň utgaşdyrylmagydyr.

Soňky ýyllarda konstruksiýada öňünden dartgynlandyrmagy döretmek üçin ýörite dartgynlandyryjy sementlerden taýýarlanylýan betonlary üstünlikli ulanyp başladylar. Bu hilli sementde beton gatanynda göwrümünde ulalýar we armatura bilen çatýşma zerarly ony süýndürýär. Armatura betonyň erkin giňelmegine päsgel berýändigine sebäpli, onda gysyjy dartgynlyklar ýüze çykýar. Şeýle konstruksiýalary öz-özünü dartgynlandyryýan diýip atlandyryýarlar.

Dartgynlandyryjy sementi ulanmaklyk armaturany dartmak üçin gurluşlardan ýüz döndermäge mümkiinçilik berýär.



Surat. 4.2. Armaturada we betonda elementiň uzynlygy boýunça dartgynlyklaryň paýlanylyşy.

Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalarda armatura bilen betonyň bilelikdäki işini üpjün etmek aýratyn möhümdir. Demirbeton elementlerini direglere dartmak bilen taýýarlamakda beton R_{bp} geçiriji berkligi alanyndan soňra öňünden dartgynlandyrylan armaturany direglere berkitmekden ýuwaşlyk bilen boşadýarlar. Maýyşgaklyk güýçleriniň we çatşmanyň barlygy sebäpli armatura konstruksiýany gyşşýar (4.2., a surat.). Önümleriň uçlarynda l_p uzynlykda täsirleri geçiriji zona ýüze çykýar. Bu bölekde dartgynlyklar elementiň ujunda nuldan, l_p aralykda ýerleşen kesikde σ_{sp} ululyga çenli çyzykly üýtgeýärler (4.2, b surat.). Armaturadan betona dartgynlyklary geçirmegiň zonasynyň l_p uzynlygy armaturanyň d_s diametrine, öňünden σ_{sp} dartgynlandyrmanyň güýjüne, R_{bp} gysylma pursada bolan betonyň berkligine baglydyr:

$$l_p = \left(\omega_p \frac{\sigma_{sp}}{R_{bp}} + \lambda_p \right) d_s \geq 15 d_s, \quad ***$$

(4.1)

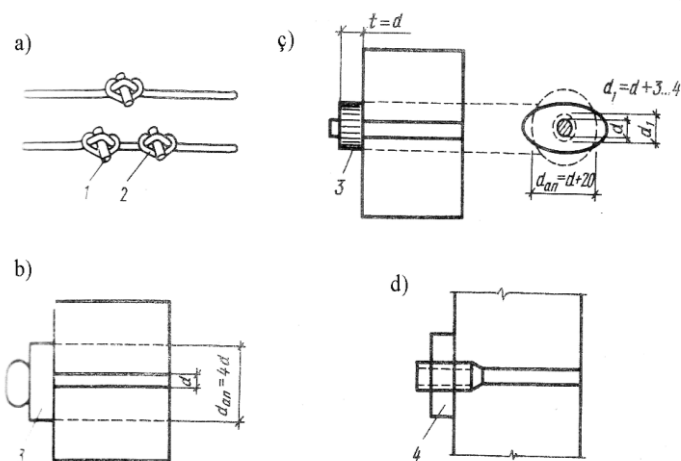
bu ýerde ω_p , $\lambda_p l_p$ – eksperimental koeffisiýentler, periodiki profilli steržen armaturasy üçin $\omega_p = 0,25$, $\lambda_p l_p = 10$ kabul edilýär.

Periodiki profilli sterženler we tanaplar direglere dartylanda betonyň ýeterlik ýokary klasyn-da (B25 we ondan ýokary) armaturanyň ankerlenmegi onuň beton bilen çatyşmasy arkaly üpjün edilýär. Ýokary berklikli Bp-II klasly sim betonda ýörite ankerleriň kömegi bilen berkidilmelidir — korotýşly halkalaryň (4.3, a surat.) we ş.m.

Armatura betona dartylanda elementň gapdal gyralarynda ankerleri goýmak elmydama zerudyr. Ankerleriň görnüşleri örän dürli-dürlidirler we önümçilik mümkinçiliklerine, armatura we armatura önümleriniň görnüşlerine seredilip saýlanylýarlar. Steržen armaturasy üçin gysylan şaýbaly, kebşirlenen korotýşly, oturdylan kellejikli ankerleri (4.3, b, w surat.), sterženiň towly soňuna towlanylýan gaýka görnüşli ankerleri (4.3, g surat.) we başg. ulanylýarlar.

Ujy gysylan şaýba görnüşli ankerler has rasionaldyrlar, sebäbi olar ulanylanda gyzgyn prosesler ýok, hem-de, ankerleriň golaýynda armaturanyň berklik häsiýetleri ony ýakmagyň hasabyna peselmeýärler.

Goýberilende dikleýin jaýryklaryň, aýrykmalaryaryň we armaturanyň beton bilen çatyşmasynyň bozulmagynyň önüni almak üçin, olaryň keseleýin kesigini ulaltmak ýoly bilen, ähli dikleýin sterženleri gurşap alýan keseleýin we gytaklaýyn armaturany ýerleşdirmek bilen, elementleriň direglere golaý böleklerini ulaldýarlar.



Surat. 4.3. Dartgynlandyrylýan armaturanyň ankerlenmegi:

1 — korotyş; 2 — halka; 3 — şaýba; 4 — gaýka

4.3. Armaturada öňünden dartgynlyklar

Süýnen zonanyň armaturasynyň öňünden dartgynlandyrylmasyny mümkinçilige görä iň uly kabul edýärler. Ol näçe ýokary boldugyça, şonça-da betonyň öňünden gysylmagy, diýmek, konstruksiýanyň jaýryga durnuklylygy we gatylygy ýokary bolar. Emma, armaturanyň çendenaşa uly öňünden dartgynlandyrylmagy onuň dartylmakda üzülmegi, ýokary galyndy deformasiýalar, beton gysylanda onuň mynjyramagy we aýrylmaklygy sebäpli howpludyr, hem-de elementiň kese kesilen gapdal tarapynda armaturanyň typmagynyň hasabyna konstruksiýany çäk ýagdaýa getirip biler.

Armaturanyň ýeterlikli däl öünden dartgynlandyrylmagy ýol berip bolmaýan ýaý bermeleriň, jaýryklaryň wagtyndan öň emele gelmeginiň, olaryň açylmagynyň ýol bererlikli däl

giňliginiň emele gelmeginiň hasabyna konstruksiýany çäk ýagdaýa getirip biler.

Kadalar, öňünden dartgynlandyrylan elementleri taslamalaşdyrmagyň we taýýarlamaklygyň tejribesi esasynda, steržen we sim armaturasynyň öňünden dartgynlandyrylmasynyň şu çäklerde bellemek maslahat berilýär:

$$\sigma_{sp} + p \leq R_{s,ser}; \quad \sigma_{sp} - p \geq 0,3R_{s,ser}, \quad ***$$

(4.2)

bu ýerde p — öňünden dartgynlandyrylmanyň ýol berilýän gysarmasy, MPa. Armatura mehaniki usulda dartylanda $p=0,05\sigma_{sp}$, elektrotermiki usulda $p=30 + \frac{360}{l} \cdot 30+360/l$ (l — dartylýan sterženiň uzynlygy).

Armaturada baslangyç dartgynlyklary, daşarky ýüklemäniň täsiri astynda gysylma dartgynlyklar azalýan halatynda, gysylmadan betondaky gysyjy σ_{bp} dartgynlyklar $(0,55...0,75)R_{bp}$ ýokary bolmaz ýaly, daşarky ýüklemäniň täsiri astynda gysylma dartgynlyklar ulalýan halatynda $(0,45...0,55)R_{bp}$ ýokary bolmaz ýaly bellemeklik maslahat berilýär. Betonyň has ýokary gysylmalarynda süýşmekligiň deformasiýalary ep-esli artýarlar, bu öňünden dartgynlandyrmagyň uly ýitgilerine getirýär.

Dürli tehnologiýa sebäpleriň emele getiren nätakyklarynyň netijesinde hakyky öňünden dartgynlandyрма σ_{sp} hasaplamadakydan tapawutlanyp biler. Bu dartmaklygyň takyklygynyň koeffisiýentiniň kömegi bilen hasaba alynýar:

$$\gamma_{sp} = 1 \pm \Delta\gamma_{sp}, \quad \Delta\gamma_{sp} \geq 1. \quad *** \quad (4.3)$$

γ_{sp} Koeffisiýent γ_{sp} dartmaklygyň usulyna we ululygyna, dartylýan sterženleriň sanyna we beýleki faktorlara baglydyr.

Goşmak alamaty öňünden dartgynlandyrmagyň ýaramaz täsirinde kabul edilýär (ýagny haçan-da ol elementiň görerijilik ukybyny aşakladanda), aýyrmak alamaty — oňyn täsirde (meselem, jaýryklaryň emele gelmeginiň we açylmagynyň hasaplamasynda).

4.4. Öňünden dartgynlandyrmagyň ýitgileri

Armaturada başlangyç öňünden dartgynlandyrmalar hemişelik bolup galmaýarlar, wagtyň geçmegi bilen olar azalýarlar. Bu ýitgiler başlangyç öňünden dartgynlandyrmagyň 30%-ine ýetip bilerler. Element taýýarlanylanda we beton gysylanda bolup geçýän birinji ýitgileri hem-de beton gysylandan soň bolup geçýän ikinji ýitgileri tapawutlandyryýarlar.

1. Direglere dartylan armaturada, onuň üýtgemeýän uzynlygynda bolup geçýän; hem-de dartmagyň usulyna we armaturanyň görnüşine bagly dartgynlandyrmagyň relaksasiýasyndan σ_1 ýitgiler. Steržen armaturasy üçin dartmaklygyň mehaniki usulynda $\sigma_1=0,1\sigma_{sp}$ —20, elektromehaniki usulda $\sigma_1=0,03\sigma_{sp}$

2. Armaturasy direglere dartylan, täze formalaşdyrylan Demirbeton önümlerini ýylylyk gaýtadan işleýiş prosesinde bolup geçýän, gyzdyrylmak netijesinde onuň maýyşgak uzlalmagynyň böleginiň ýitirilýän halatynda, temperaturanyň üýtgäp durmaklygyndan σ_2 ýitgiler. B15...B40 klaslarly betonlar üçin $\sigma_2=1,25\Delta t$, bu ýerde $\Delta t =65\text{ }^{\circ}\text{C}$ — armaturanyň we stendiň diregleriniň temperaturalarynyň arasyndaky tapawut.

3. Şaýbalaryň gysylmagy, oturdylan kellejikleriň basgylanmagy, gysgyçlarda sterženleriň süýşmegi zerarly, çekiji gurluşlarda ýerleşdirilen ankerleriň deformasiýalaryndan σ_3 ýitgiler.

4. Armaturanyň kanallaryň diwarlaryna (betona dartylanda), aýlanylyp geçilýän gurluşlara (direglere dartylanda) sürtülmeginden σ_4 ýitguiler.

5. Polat formalaryň deformasiýalaryndan σ_5 ýitgiler.

6. Direglere dartylan armaturanyň täsirleri astynda elementiň gysylmak prosesinde bolup geçýän, betonyň süýşmekliginiň çalt akyp çykýan böleginden σ_6 ýitgiler.

7. Armatura betona dartylanda armaturadaky dartgynlyklaryň relaksasiýalaryndan σ_7 ýitgiler direglere dartylandaky ýaly diýip kabul edilýärler.

8. Betonyň girmeginden σ_8 ýitgiler elementiň gysgalmagy bilen baglanyşykly hem-de betonyň görnüşine we klasyna, gatamaklygyň şertlerine bagly.

9. 100 gije-gündüzden az bolmadyk ýaşly betonyň süýşmekliginden σ_9 ýitgiler, elementiň gysgalmagyna getirýärler, esasan, betonyň görnüşine, betondaky dartgynlyklaryň intensiwligine bagly.

10. Spiral ýa-da halkalaýyn armaturanyň aýlawlary astynda betonyň basgylanmagyndan σ_{10} ýitgiler, ony diňe silindriki görnüşli konstruksiýalarda hasaba alýarlar.

11. Betona dartylan armatura tarapyndan gysylan gurnama konstruksiýalaryň bloklarynyň arasyndaky tikiňleriň (çatyklaryň) gysylmagyndan deformasiýalardan σ_{11} ýitgiler.

Daşarky gurşawyň howasynyň çyglylygy 40%-den az ýagdaýlarda ulanylýan konstruksiýalar üçin betonyň girmekliginden we süýşmekliginden ýitgileri 25%, gurak yssy klimatly etraplarda ulanylýan konstruksiýalar üçin, — 50% ýokarlandyrylarlar.

Armatura direglere dartylanda hasaba alýarlar:

ilkinji birinji ýitgileri (element taýýarlanylandaky we gysylan wagtyndaky)

$$\sigma_{loss,1} = \sigma_1 + \sigma_2 + \sigma_3 + \sigma_4 + \sigma_5 + \sigma_6, ***$$

(4.4.)

ikinci ýitgiler (gysylmakdan soň)

$$\sigma_{loss,2} = \sigma_8 + \sigma_9 . \quad *** (4.5)$$

Armatura betona dartylanda

$$\sigma_{loss,1} = \sigma_3 + \sigma_4 , \quad \sigma_{loss,2} = \sigma_7 + \sigma_8 + \sigma_9 + \sigma_{10} + \sigma_{11} .$$

*** (4.6)

Dartmaklygyň islendik usulynda doly ýitgiler

$$\sigma = \sigma_{loss,1} + \sigma_{loss,2} . \quad *** (4.7)$$

4.5. Gysylmada betondaky dartgynlyklar

Öňünden dartgynlandyrylan Demirbeton konstruksiýalary taslamalaşdyrylanlarynda armaturadaky we betondaky dartgynlyklary, taýýarlamaklyk, daşamak, konstruksiýalary montaj etmek we ulanmak stadiýalary üçin bilmek gerek. Elementiň dikleýin okuna normal kesiklerdäki dartgynlyklary, maýyşgak material üçin ýaly, materiallaryň garşylygynyň formulalary boýunça kesgitleýärler. Şonda öňünden gysylmagyň P güýjüne daşarky güýç hökmünde seredilýär. Hasaplamada getirilen kesik kabul edilýär, ol, ýodajyklary bilen gowşadylmagy hasaba almak bilen, betonyň meýdanyny, hem-

$$\alpha_s = \frac{E_s}{E_b}$$

de, maýyşgak modullarynyň $\alpha_s = E_s/E_b$ gatnaşygynyň kömegi bilen, armaturanyň we betonyň deformasiýalarynyň deňliginden ugur alyp, betonyň kesiginiň ekwiwalent meýdany bilen çalşylan (4.4 surat.) ähli dikleýin (dartgynlandyrylan we dartgynlandyrylmadyk) armaturanyň kesigini hem öz içine alýar.

Getirilen kesigiň A_{red} meýdanynyň, S_{red} statiki pursadynyň we J_{red} inersiýa pursadynyň bahalary aşakdaky formulalar boýnça kesgitlenilýärler:

$$A_{red} = A_b + \alpha_s A_s + \alpha'_s A'_s + \alpha_{sp} A_{sp} + \alpha'_{sp} A'_{sp}; \quad *** \quad (4.8)$$

$$S_{red} = S_b + \alpha_s A_s a_s + \alpha'_s A'_s (h - a'_s) + \alpha_{sp} A_{sp} a_{sp} + \alpha'_{sp} A'_{sp} (h - a'_{sp}) \quad , \quad *** \quad (4.9)$$

$$J_{red} = J_b + \alpha_s A_s y_s^2 + \alpha'_s A'_s (y'_s)^2 + \alpha_{sp} A_{sp} y_{sp}^2 + \alpha'_{sp} A'_{sp} (y'_{sp})^2. \quad *** \quad (4.10)$$

Getirilen kesigiň agyrlýk merkezinden ýazylan gyraňa çenli aralyk

$$y = \frac{S_{red}}{A_{red}}. \quad *** \quad (4.11)$$

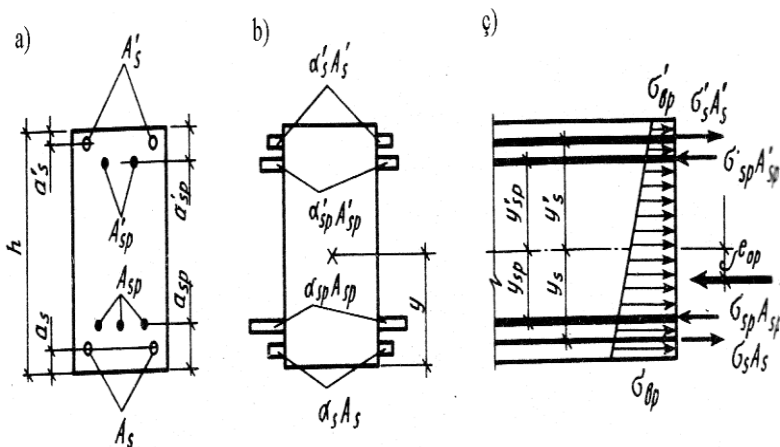
Betony öňünden gysmagyň güýjüni dartgynlandyrylan we dartgynlandyrylmadyk armaturadaky güýçleriň deň täsir edijisine deň diýip kabul edýärler:

$$P = \sigma_{sp} A_{sp} + \sigma'_{sp} A'_{sp} - \sigma_s A_s - \sigma'_s A'_s, \quad *** \quad (4.12)$$

bu güýji goýmagyň getirilen kesigiň agyrlýk merkezine otnositell ekssentrisitetini deň täsir edijiniň we goşulyjylaryň pursatlarynyň deňlik şertinden kesgitleýärler (4.4., we surat.):

$$e_{op} = \frac{\sigma_{sp} A_{sp} y_{sp} - \sigma'_{sp} A'_{sp} y'_{sp} - \sigma_s A_s y_s + \sigma'_s A'_s y'_s}{P} . ***$$

(4.13)



Surat. 4.4. Gysylmada betondaky dartgynlyklary kesgitlemeklige:

a — dikleýin armaturanyň ýerleşişiniň shemasy; b — getirilen kesik; w — önünden dartgynlandyrylan elementiň kesiginde güýçleriň shemasy

Gysmagyň güýjünden betondaky normal dartgynlyklary merkezden däl gysylan maýyşgak jisim üçin ýaly kesgitleýärler:

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} \pm \frac{Pe_{op} y_i}{J_{red}} . ***$$

(4.14)

(4.12)...(4.14) formulalarda şu bellemeler kabul edildi: σ_{sp} (σ'_{sp}) — dartgynlandyrylýan süýnen (gysylan) armaturadaky

dartgynlyklar, gysylma stadiýasynda birinji $\sigma_{sp}-\sigma_{loss,1}$ ($\sigma'_{sp}-\sigma'_{loss,1}$) ýitgileri hasaba almak bilen kabul edilýärler, ulanmak stadiýasynda bolsa — doly $\sigma_{sp}-\sigma_{loss}$ ($\sigma'_{sp}-\sigma'_{loss}$) ýitgileri hasaba almak bilen; σ_s (σ'_s) — dartgynlandyrylmadyk armaturada gysyly dartgynlyklar, gysylma stadiýasynda çalt akyp çykýan süýşmekden $\sigma_s = \sigma_6$ ($\sigma'_s = \sigma'_6$) ýitgilere deň, ulanmak stadiýasynda bolsa — girmekden we süýşmekden $\sigma_s = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9$ ($\sigma'_s = \sigma'_6 + \sigma'_8 + \sigma'_9$) ýitgilere deň; y_i — getirilen kesigiň agyrylyk merkezinden, dartgynlandyrm a kesgitlenilýän süýüme çenli aralyk.

Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalar taýýarlanylanda enjamlar boýunça gözegçilikde saklanylýan dartgynlandyrylýan armaturadakny dartmaklygyň güýçleriniň ululygyny bilmek zerur. Direglere dartmaklyk gutarandan soň gözegçilikde saklanylýan armaturadaky $\sigma_{con,1}$ dartgynlyklary, ankerleriň σ_3 deformasiýasyny we armatura bilen we aýlanyp geçilýän w (?) gurluşlaryň arasyndaky σ_4 sürtülmäni (eger-de armaturanyň egremi bar bolsa) hasaba almak bilen kesgitleýärler:

$$\sigma_{con,1} = \sigma_{sp} - \sigma_3 - \sigma_4; \quad \sigma'_{con,1} = \sigma'_{sp} - \sigma'_3 - \sigma'_4 \quad ***$$

(4.15)

Armatura betona dartylanda armaturanyň dartylmagy bilen bir wagtda güýçleriň bölegi betony gysmaga sarp edilýär. Armaturadaky gözegçilikde saklanylýan dartgynlyklar:

$$\sigma_{con,2} = \sigma_{sp} - \alpha \sigma_{bp}, \quad \sigma'_{con,2} = \sigma'_{sp} - \alpha' \sigma'_{bp},$$

(4.16)

bu ýerde σ_{bp} (σ'_{bp}) — birinji ýitgileri hasaba almak bilen kesgitlenilýän, gysmaklygyň P güýjüniň täsirinden bolan, armaturanyň S we S' agyrylyk merkeziniň derejesindäki betondaky dartgynlyklar.

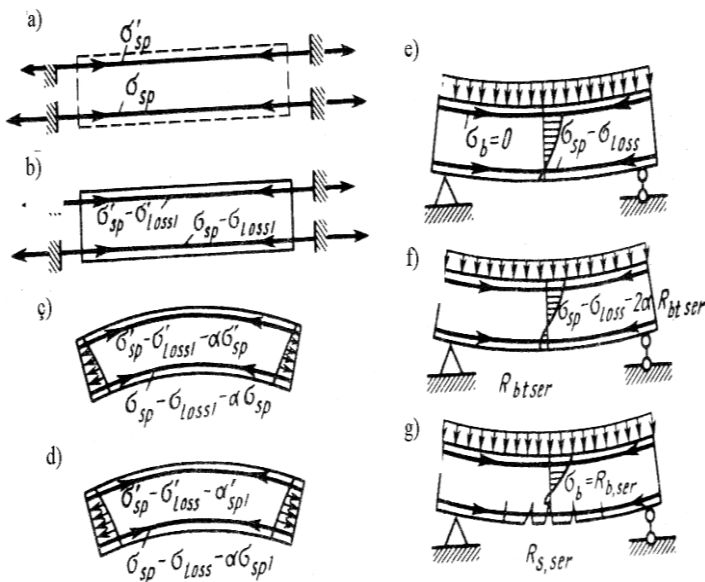
4.6. Öňünden dartgynlandyrylan elementleriň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň üýtgemekliginiň yzygiderligi

Armaturany direglere dartmak ýoly bilen öňünden dartgynlandyrmalar döredilen egrelýän elementleriň normal kesigindäki dartgynlandyrylan ýagdaýyň üýtgemeginiň häsiýetine seredeliň. Bu ýerde şu ýagdaýlar bolup bilerler.

Ýagdaý 1 (4.5, a surat.). Armatura direglere dartylanda ýokarky A'_{sp} we aşaky A_{sp} armaturalary forma ýerleşdirýärler we berlen, gözegçilikde saklanylýan dartgynlyklara çenli dartýarlar.

Ýagdaý 2 (4.5, w surat.). Beton ýerleşdirilen we gatan wagtynda A_{sp} armaturadaky öňünden dartgynlandyрма, armaturadaky dartgynlyklaryň σ_1 relaksasiýasynyň, σ_2 temperaturanyň üýtgäp durmaklygynyň (önüm buga tutulanda), ankerlemegiň ankerleriň σ_3 gysylmasynyň, diregleriň σ_4 deformasiýasynyň hasaplarýna azalýar.

Ýagdaý 3 (4.5, w surat.). Beton geçiriji R_{bp} berkligi alanyndan soňra armaturany direglerden boşadýarlar we ol, gysgalmaga ymtylyp, betony gysýar. Elementi gysma prosesinde betonda çalt akýan süýşmekligiň σ_6 deformasiýalary ösýärler, olar birinji ýitgileriň ulalmagyna gertirýärler, ondan başga-da, betony maýyşgak gysmaklygyň hasabyna armaturada dartgynlyklaryň peselmegi bolup geçýär. Elementi gysmagyň soňunda armaturadaky dartgynlyk $\sigma_{sp} - \sigma_{loss,1}$ düzýär.



Surat. 4.5. Öňünden dartgynlandyrylan egrelýän elementiň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň stadiýalary

Ýagdaý 4 (4.5, g surat.). Wagtyň geçmegi bilen, σ_8 girmekligiň we σ_9 süýşmekligiň netijesinde armatura, elementiň gysgalmasyna eýermek bilen öňünden dartgynlandyrmany ýitirmegi dowam edýär, ýagny ikinji $\sigma_{loss,2}$ ýitgiler bolup geçýär. Betondaky maýyşgak dartgynlyklar hem peselýärler we $\sigma_{bp,1}$ baha gelýärler. Ähli ýitgileriň ýüze çykmagyny we betonyň maýyşgak gysylmagyny hasaba almak bilen dartgynlandyrylýan armaturadaky durnuklaşan dartgynlyklar $\sigma_{sp} - \sigma_{loss} - \alpha \sigma_{bp,1}$ bolarlar.

1—4 ýagdaýlar element ýüklenilmänkä bolup geçýärler. Daşarky ýükleme goýulandan soňra egrediji pursat A'_{sp} armatura tarapyndan gysylma we A_{sp} armatura tarapyndan süýnme döredýär. Bu dartgynlyklar öňünden gysylmagyň dartgynlyklary bilen goşulyşýarlar, onuň netijesinde, A'_{sp}

armaturanyň tarapyndan betondaky gysyjy dartgynlyklar ulalýarlar, A_{sp} tarapyndan bolsa — azalýarlar.

Ýagdaý 5. (4.5, d surat.). Daşarjy Daşarky ýüklemäniň käbir bahasynda A_{sp} armaturanyň derejesinde betonyň önünden gysmaklygyň dartgynlygy nula ýeter, A_{sp} armaturada dartgynlyklar bolsa şunda artarlar we $\sigma_{sp} - \sigma_{loss}$ deň bolarlar. Ýüklemäniň mundan buýanky ösüşinde önünden dartgynlandyrylan pürsün işi, ýokarda seredilen üç stadiýalar bilen häsiýetlendirilýän, dartgynlandyrylmadyk armaturasy bolan, egrelýän elementiň garşylygyndan hil taýdan tapawutlanmaz.

Ýagdaý 6 (4.5, e surat.). Ýükleme artdyrylanda süýnen zonanyň betonynyň gyraky süýüminiň dartgynlyklary $R_{bt,ser}$ ýeter (Ia stadiýa), onuň deformasiýalary bolsa

$$\varepsilon_{bt} = \frac{R_{bt}}{vE_b} = 2 \frac{R_{bt}}{E_b}$$

$\varepsilon_{bt} = R_{bt}/vE_b = 2R_{bt}/E_b$ ($v=0,5$) ululyga artarlar. Deformasiýalaryň deňligi sebäpli ($\varepsilon_s = \varepsilon_{bt}$) A_{sp} armaturada

dartgynlyklar $\Delta\sigma_s = \Delta\varepsilon_s E_s = 2\alpha R_{bt}$ ($\alpha = \frac{E_s}{E_b}$) $\alpha = E_s/E_b$) ululyga

artarlar we $\sigma_{sp} - \sigma_{loss} + 2\alpha R_{bt}$ deň bolarlar.

Ýagdaý 7 (4.5, ž surat.). Şüýnen Süýnen zonada jaýryklar emele gelýär (II stadiýa), jaýrykly kesikdäki ähli süýndüriji dartgynlyklar A_{sp} armatura tarapyndan kabul edilýärler, özi hem gysylan zonanyň betonunda dartgynlyklar degişlilikde artarlar.

II stadiýanyň soňunda armaturanyň maýyşgak däl deformasiýalary ýüze çykyp başlaýarlar, olar onuň başlangyç dartgynlygyny kem-kemden söndürýärler. Armaturanyň maýyşgak däl deformasiýalarynyň jemleýji ululygy armaturanyň önünden dartgynlanmagynyň ululygyna ýeten dessine, onuň önünden dartgynlandyrylmagynyň doly söndürilmegi bolup geçer. Şundan soňra, önünden dartgynlandyrylan element ýükleme astynda dartgynlandyrylmadyk armaturaly ýaly işläp başlar.

Süýndürilen A_{sp} armatura çäk R_s dartgynlyklara, gysylan zonada bolsa R_b ýetende elementiň weýran bolmagy bolup geçýär (III stadiýa). Betona dartylanda elementiň kese kesikleriniň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň yzygiderligi we umumy kartinasy armaturany direge dartandaky ýaly bolmaklygyna galýar.

1. Öňünden dartgynlandyrmagyň manysy. 2. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalaryň artykmaçlyklyaty artykmaçlyklary haýsylar ? 3. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary döretmegiň usullary. 4. Dartgynlandyrylan armaturany ankerlemegi nähili amala aşyrýarlar ? 5. Armaturada öňünden dartgynlandyрма nähili bellenilýär ? Dartmaklygyň takyklygynyň koeffisiýenti näme üçin girizilýär ? 6. Öňünden dartmaklygyň ýitgileriniň görnüşleri. Gysylmadan öňki we soňky ýitgiler. 7. Gysylmada betondaky dartgynlyklar nähili kesgitlenilýärler ? 8. Öňünden dartgynlandyrylan, egrelýän elementleriň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň üýtgemeginiň yzygiderligi. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalaryň rasional ulanylyş oblastlaryny atlandyryň.

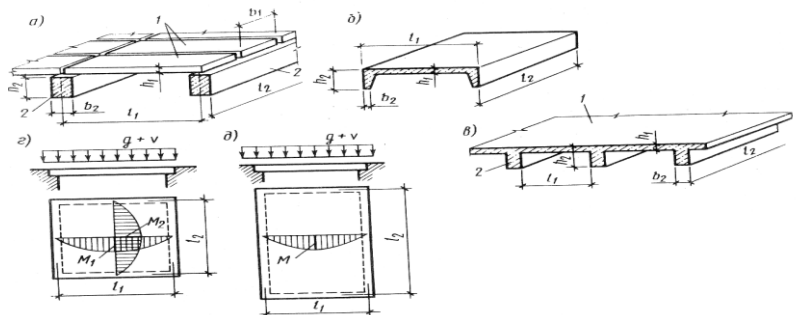
BAP 5. EGRELÝÄN ELEMENTLERI KONSTRUIRLEMEK WE BERKLIGINI HASAPLAMAK

5.1. Egrelýän elementleriň konstruktiw aýratynlyklary

Egrelýän elementlere plitalar we pürsler degişli. Plita diýip, onuň l_1 ara gerimi we kesiginiň b_1 giňligi bilen deňeşdireniňde h_1 galyňlygy az bolan konstruksiýa aýdylýar (5.1 surat.). Pürsüň keseleýin kesiginiň ölçegleri (beýikligi h_2 we giňligi b_2) onuň geriminden ep-esli az. Plitalar üçin gatnaşyk gatnaşyk $\frac{h_1}{l_1} = \frac{1}{20} \div \frac{1}{40} h_1 / l_1 = 1/20 \div 1/40$ we ondan hem az.

Pürsler üçin $\frac{h_2}{l_2} = \frac{1}{8} \div \frac{1}{20} h_2 / l_2 = 1/8 \div 1/20$ we

$b_2 = (0,25 \dots 0,5) h_2$. Pürsleri we plitalaray aýratyn konstruktiw elementler hökmünde, şeýle hem biri-biri bilen utgaşdyryp hem ulanýarlar. Bu ýagdaýda olar gapyrgaly örtgüleri emele getirýärler (5.1, w surat.). Plitalar we pürsler bir gerimli we köp gerimli bolýarlar hem-de monolit, gurnama we gurnama-monolit görnüşinde ýerine ýetirilýärler.

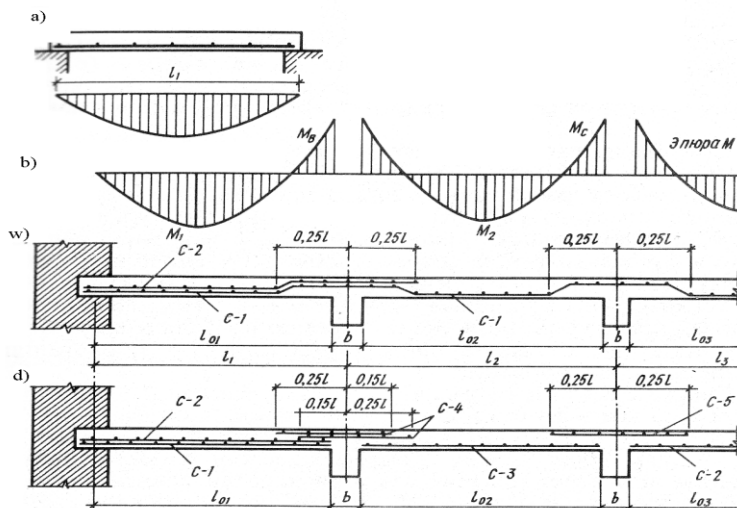


Surat. 5.1. Egrelýän Demirbeton elementleriň konstruksiýalary:

a — gurnama örtgi; b — gurnama plita; w — monolit örtgi;
g — kontury boýunça daýanýan plitanyň shemasy; d —
pürsleýin plitanyň shemasy; 1 — plita; 2 — pürs

Plitalar. Konstruktiw manyda pürsleýin we kontury boýunça daýanýan plitalary tapawutlandyrýarlar. Eger-de plita dört tarapy boýunça daýanýan we taraplarynyň 2:1 ýa-da az gatnaşygyna eýe bolsa, onda ol iki ugurda egrelýär we kontury boýunça daýanýandyr (5.1, g surat.). Taraplaryň gatnaşygy 2:1 –den uly bolsa, plita bir ugurda egrelýär diýlip hasaplanylýar. Bu ýagdaýda hasaplaýyş ara gerimi taraplaryň has gysgasydyr. Beýle plitany hem-de diňe iki garşylyklaýyn taraplary bilen daýanýan plitany pürsleýin diýip atlandyrýarlar (5.1, d surat.).

Plitalaryň galyňlygyny hereket edýän täsirlere hasaplamak bilen kesgitleýärler, ýöne, hemme ýagdaýlarda ol, betonyň gorag gatlagynyň gerekli galyňlygyny saklamak şertinden we işleriň geçirilmeginiň şertlerinden kesgitlenilen minimal ölçegden az bolmaly däldir.



Surat. 5.2. Demirbeton plitalary armirmek:

a — bir ara gerimli, iki daýançada erkin ýatan; b — egrediji pursatlaryň epýury; w — köp gerimli-rulon torly dikleýin işçi armatura bilen; g — şol, keseleýin bilen

Monolit plitalaryň örtgülerdäki minimal galyňlygy 40 mm, raýat jaýlarynyň örtgülerinde 50 mm, senagatyňkylarda —

60 mm, zawodda polat formalary ulanmak bilen taýýarlanylýan gurnama plitalar üçin galyňlyk 25...30 mm çenli azaldylyp bilner.

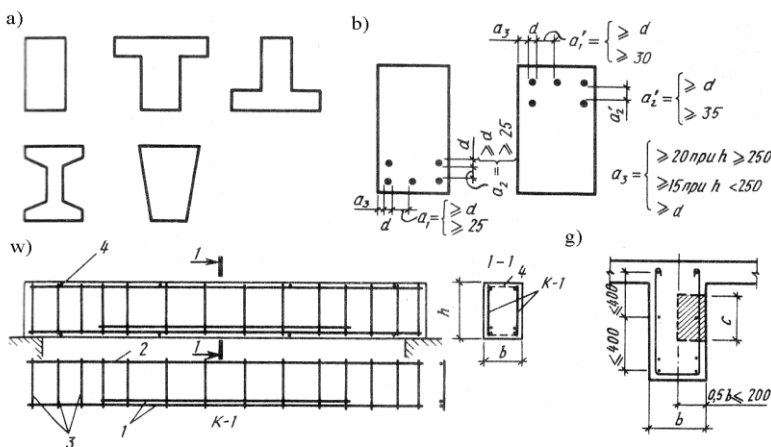
Plitalary, esasan, özara perpendikulýar gönükdirilen sterženlerden bolan kebşirlenen torlar bilen armirleýärler (5.2 surat.). Konstruksiýanyň gerimine ugurdaşlykda ýerleşdirilen sterženler, — işçi, perpendikulýarlar — paýlaýjy. İşçi sterženleri plitanyň ýazylan gyraňyna ýakyn ýerleşdirýärler. İşçi armaturanyň keseleýin kesiginiň meýdanyny hasaplamak bilen kesgitleýärler, paýlaýjynyňkyny bolsa konstruktiwleýin kabul edýärler. Bir ara gerimli erkin ýatan plitalarda işçi armaturany diňe ara gerimde goýýarlar (5.2, a surat.), gapjadylanlarda we köp ara gerimlilerde, pursatlaryň epýuryna laýyklykda — ara gerimde we daýançlarda (5.2 surat.) goýýarlar. Egrediji pursatlar iki ugurda täsir edenlerinde, plitalary iki ugurda, işçi armaturaly torlar bilen armirleýärler.

Plitalary armirlemek üçin dikleýin we keseleýin işçi armaturaly kebşirlenen torlary ulanýarlar. Dikleýin armaturaly rulon torlary plitanyň ara geriminiň ugry boýunça ýazýarlar (5.2, w surat.), işçi armaturany ara gerimiň ortasynda aşakda, daýançada bolsa — plitanyň ýokarsynda ýerleşdirýärler. Bu hilli armirlemegi üzňüksiz diýip atlandyrýarlar hem-de deňeşdireniňde uly bolmadyk ýüklemelerde we plitanyň galyňlygy $h=6...10$ sm bolanda ulanýarlar. $h=11$ sm we ondan ýokary bolanda plitalary keseleýin işçi armaturaly rulon ýa-da tekiz torlar bilen armirleýärler; ara gerimlerde we daýançlarda, giňlikleri plitanyň ara gerimine bagly (bölekleýin armirlemek) aýratyn torlary goýýarlar (5.2, g surat.).

Kebşirlenen torlary diametri 3...5 mm bolan B-I, Bp-I we A-III — 6...10 mm klaslarly polatlardan taýýarlaýarlar, örülenleri — diametri 6...10 mm bolan A-I we A-III klaslarly polatlardan, galyň plitalarda — 12 mm we ondan uly diametrliilerden. İşçi armaturanyň sterženlerini 100...200 mm aralykdan goýýarlar, 3...6 mm diametrli paýlaýjynyňkyny bolsa 250...300 mm, emma 350 mm-den az däl aralykdan

goýýarlar. Bu armatura bilen işçi sterženleriň taslamalaşdyrylan ýagdaýy üpjün edilýär, betonyň girmeklik we temperaturae deformasiýalary azaldylýarlar, ýerli ýüklemeler uly meýdana paýlanylýar. Paýlaýjy armaturanyň umumy kesigini işçi armaturanyň kesiginden 10%-den az däl kabul edýärler. Kontur boýunça daýanýan plitalarda işçi sterženleriň bölegi, tygşytlamak maksady bilen, daýanja çenli eltilmeýär we pursatlaryň epýuryna laýyklykda ara gerimde tamamlanylýarlar. Ara gerimdäki iň uly položitel pursada laýyk

gelyän sterženleriň kesiginiň meýdanynyň $\frac{1}{3} \frac{1}{3}$ –inden az bolmadygy daýanja çenli eltilýär. İşçi armatura üçin gorag gatlagyny 10 mm-0dan az däl, galyňlygy 100 mm-dan uly plitalarda bols a — 15 mm kabul edýärler.



Surat. 5.3. Demirbeton pürsleriniň keseleýin kesiginiň görnüşleri we armirlenilişi:

a — kesigiň bolup biläýjek görnüşleri; b — kesikde dikleýin armaturanyň ýerleşdirilişi; w — bir ara gerimli Demirbeton pürsüň armirlenilişi; g — $h > 700$ mm bolanda pürsleriň gapdal gyraňlaryndaky goşmaça armaturanyň meýdanyny kesgitlemeklige; 1 — işçi armatura; 2 — montaj armaturasy; 3 — keseleýin sterženler; 4 — birleşdiriji sterženler

Pürsler. Armaturasy öňünden dartylmadyk Demirbeton pürsleriň keseleýin kesikleri adatça göniburçly, tagmaly (*tawroly*) wroly (ýokarda ýa-da aşakda tekjeli), trapesiýa görnüşinli we ş.m. bolýarlar (5.3, a surat.). Öňünden dartgynlandyrylan pürsler üçin ösen ýokarky we aşaky tekjeli kesikler rasionaldyrlar. Aşaky tekjegiň giňelmegine zerurlyk dartgynlandyrylan armaturany ýerleşdirmegiň we öňünden dartgynlandyrmagyň güýji armaturadan betona geçirilende kesigiň berkligini üpjün etmekligiň gerekdigi bilen ýüze çykýar. Pürsleriň beýikligini, eger-de ol 600 mm-dan uly bolmasa 50 mm we ondan uly ölçeglerde 100 mm-e galyndysyz bölünýän kratny ululykda kabul edýärler.

Pürsleriň armirlenilmegini dikleýin işçi sterženler, keseleýin armatura we öz aralarynda kebşirlenen (seýrek ýagdaýlarda örülen) karkaslara birikdirilen montaj sterženleri bilen ýerine ýetirilýär (5.3, w surat.). Dikleýin işçi armaturany egreldiji pursatlaryň epýuryňa laýyklykda süýnen zonalarda ýerleşdirýärler. Armaturany kesigiň beýikligi boýunça betonyň syk guýulmagyny amala aşyrmaga we onuň armatura bilen ygtybarly çatyşmasyny üpjün etmäge mümkinçilik berýän şeýle aralyklary goýmak bilen, bir ýa-da iki hatarda (5.3, w surat.) ýerleşdirýärler.

Bu talaby üpjün etmek üçin dikleýin armaturanyň aýratyn sterženleriniň arasyndaky ýşykdaky aralyklaryň sterženiň iň uly diametrinden az däl kabul edilmegi gerek: aşaky armatura üçin — 25 mm-dan az däl, ýokarky üçin — 35 mm-dan. Sterženler pürsüň kesiginiň giňligi boýunça ýerleşdirilenlerinde olaryň arasyndaky aralyklary az däl kabul etmek maslahat berilýär: — aşaky armatura üçin — 25 mm-dan, ýokarky üçin — 30 mm-dan.

Öňünden dartgynlandyrylmadyk dikleýin işçi armaturany, adatça, 12...32 mm diametrli A-III klasly polatdan, seýrek ýagdaýlarda — A-II klasly polatdan bolan periodiki profillisini ulanýarlar. Diametri 32 mm-dan uly bolan armatura işler amala aşyrylanda kynçylyklary döredýär, şonuň üçin seýrek

ulanylýar. Pürsüň giňligi 150 mm we ýokary bolanda kesikde işçi sterženler ikiden az bolmaly däl. Giňligi 150 mm-dan az pürsleri bir işçi sterženli tekiz karkaslar bilen armirlemäge ýol berilýär. Pürsleriň \dikleýin işçi armaturasynyň kesikleriniň meýdany betonyň işçi meýdanyndan 0,05%-den az bolmaly däl. A-I, A-II, A-III klaslarly polatlardan montaž armaturasy üçin diametri 10...12 mm, keseleýiniňki üçin — 6...10 mm alýarlar. Uly beýikligi bolmadyk pürslerde diametri 3...5 mm Bp-I, B-I klaslarly polady ulanýarlar.

Pürsleri kebşirlenen we örülen giňişleýin karkaslar bilen armirleýärler; birinji ýagdaýda aýratyn tekiz kebşirlenen karkaslar, kontaktlaýyn ýa-da dugalaýyn kebşirmek bilen 1...1,5 m aralykdan kebşirlenen, gorizonta birleşdiriji sterženleriň kömegi bilen giňişleýin karkasa birleşdirilýärler (5.3, w surat.).

Keseleýin armaturany ýapgyt kesiklerde hereket edýän keseleýin täsirleri kabul etmek üçin goýýarlar. Keseleýin armaturanyň sany, onuň diametri we sterženleriň arasyndaky aralyk hasaplamak bilen (ser. §5.4_) we konstruktiw talaplar bilen kesgitlenilýär. Beýikligi 150 mm we ondan az pürslerde we gapyrgalarda hem-de beýikligi 300 mm çenli köp boşlukly panellerde keseleýin armaturany, eger-de, ol hasaplamak boýunça talap edilmese, goýman hem bolar. Beýleki ýagdaýlarda keseleýin armatura hökmandyr.

Pürsleriň beýikligi 700 mm-dan uly bolanda beýikligi boýunça 400 mm-dan köp bolmadyk aralyklary bolan dikleýin konstruktiw sterženleri gapdal gyraňlarda goýýarlar. Bu sterženleriň meýdanynyň, elementiň giňliginiň ýarysyna deň, emma 200 mm-dan köp bolmadyk ölçegi bolan betonyň kesiginiň meýdanynyň 0,1%-inden az däl kabul edýärler (5.3, g surat.). 9.3 a suratatda kesilmeyän ikinji derejeli monolit örtgi pürsüň armirlenilişi görkezilendir.

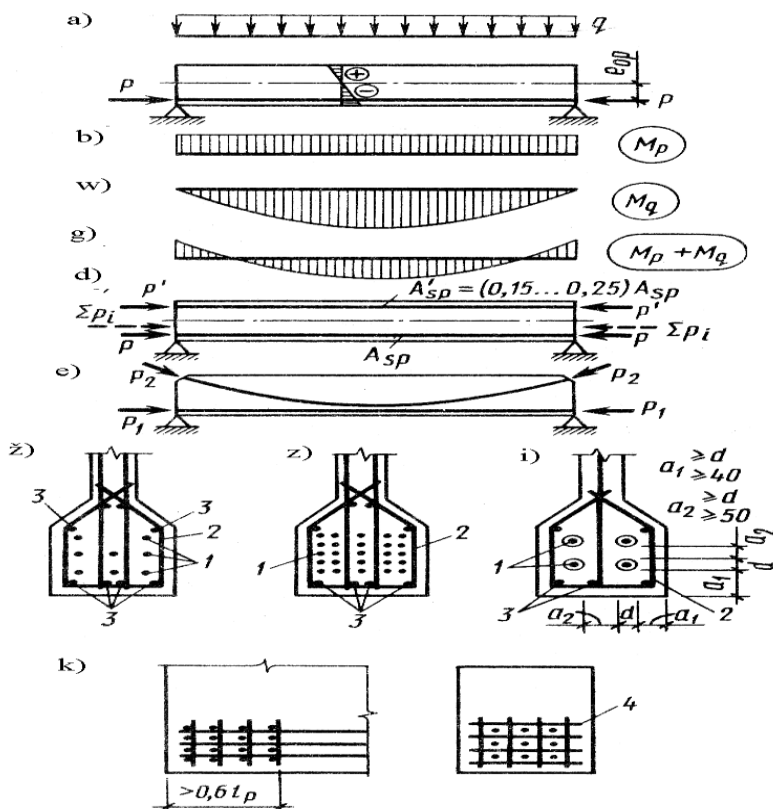
Öňünden dartgynlandyrylan elementleri konstruirlemegiň aýratynlyklary.

Öňünden datgynlandyrylan armatura karkaslaryň düzümine girmeyär hem-de pursatlaryň wee keseleýin güýçleriň epýuryna laýyklykda ýerleşdirilýär. Bir ara gerimli uly bolmadyk beýiklikli pürslerde hem-de uly bolmadyk ýüklemelerde we ara gerimlerde öňünden dartgynlandyrylan armaturany süýnen zonada göniçyzykly we elementiň ähli uzynlygy boýunça ýerleşdirýärler (5.4, b surat.). Öňünden gysylmagyň P güýjünden, eger-de ol kesigiň ýadrosyndan daşarda goýlan bolsa, pürs egrelýär we ýokarky süýümlerde, pürsüň ähli uzynlygy boýunça hemişelik süýndüriji dartgynlyklar peýda bolýarlar (5.4, b surat.). Ulanyş ýüklemesiniň täsiri bolanda ýokarky zonada, elementiň uzynlygy boýunça parabaola lo görnüşli üýtgeýän gysyjy dartgynlyklar ýüze çykýar (5.4, w surat.). Dartgynlyklaryň epýurlaryny jemläp (5.4, g surat.), daýançlaryň golaýynda pürsüň ýokarky süýümlerinde, jaýryklaryň emele gelmegine sebäp bolup biljek süýndüriji dartgynlyklaryň ýüze çykmagynyň gutulgysyzdygyny görýäris. Bu dartgynlyklary söndürmek üçin, eger-de olar howply ululyga ýetýän bolsalar, uly beýiklili pürsleqrdde, aşakydan 15...25% möçberde bolan ýokarky dartgynlandyrylan A_{sp}' armaturany ýerleşdirýärler (5.4, d surat.).

Dartgynlandyrylýan armaturalaryň güýçleriniň deň täsir edijisi $\sum P_i$ bu ýagdaýda kesigiň ýadrosynyň serhediniň golaýynda ýerleşmelidir.

Uly ýüklemelerde we ara gerimlerde dartgynlandyrylýan armaturtanyň bölegini göniçyzykly ýerleşdirýärler, bölegini bolsa ýokary egredýärler (5.4, e surat.). Bu pürsüň daýanjyň golaýyndaky bölekleriniň esasy süýndüriji dartgynlyklara işini gowulandyrýar, hem-de, öňünden gysylmagyň güýçleriniň deň täsir edijisiniň eksentrisitetini azaltmaklyk sebäpli daýançlaryň golayýynda ýokarky süýümlerde süýndüriji dartgynlyklary peseldýärar.

Öňünden dartgynlandyrylan pürsde, dartgynlandyrylan armaturadan başga dartgynlandyrylmadygy hem ýerleşdirilýär (hasaplamadaky ýa-da konstruktiv), ony, keseleşin armatura (hamytlar) ähli dikleşin armaturany gurşap alar ýaly, elementiň daşarky üstlerine ýakyn ýerleşdirýärler (5.4, ž, z, i surat.).



Surat. 5.4. Pürsleri öňünden dartgynlandyrylan armatura bilen armirlemegiň shemalary (a...e); pürsleriň süýnen zonasynda dartgynlandyrylan armaturanyň ýerleşdirilişi (ž...i); elementiň kese kesilen tarapyny gytaklaýyn armirlemek bilen güýçlendirmek (k);

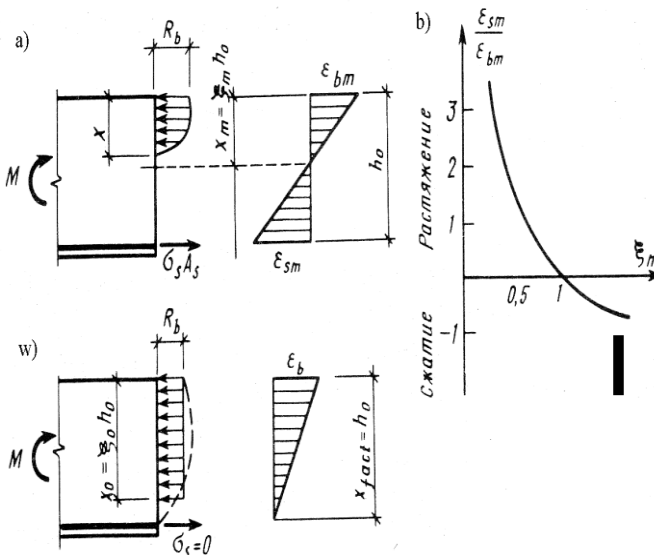
1 — dartgynlandyrylýan armatura; 2 — hatmytlar; 3 — dartgynlandyrylmaýan dikleýin armatura; 4 — gytaklaýyn armirlemegiň torlary

Öňünden dartgynlandyrylýan pürslerde elementleriň uçlaryny konstruirlemek aýratyn ähmiýete eýedir. Bu ýerde gysylmagyň ep-esli täsirleriniň armaturadan betona geçirilmegi bolup geçýär, onuň netijesinde pürsüň kese kesilen tarapynyň böleginde ep-esli ýerli gysyjy we süňdüriji dartgynlyklar emele gelýär, bu bolsa kese kesilen tarapda we elementiň daýanç böleginde dikleýin jaýryklaryň emele gelmegine getirýär. Şonuň üçin öňünden dartgynlandyrylýan pürsleriň soňky meýdançalaryny daýançlarda kesigiň ölçeglerini ulaltmak ýoly, betonyň gorag gatlagynyň galyňlaşdyrmak, hem-de goşmaça keseleýin armaturany goýmak bilen güýçlendirýärler. Soňkyny, adatça, kebşirlenen torlar $d=4$ mm ýa-da 50...100 mm ädimli hamytlar görnüşinde ulanýarlar, o.

Olar öňünden dartgynlandyrylýan armaturanyň ähli dikleýin sterženlerini gurşap alýarlar we $0,6l_p$ -den az bolmadyk meýdançada ýerleşdirilýärler, bu ýerde l_p (4.1) formula boýunça kesgitlenilýär (5.4, k surat.).

Öňünden dartgynlandyrylýan elementleriň uçlaryndaky gorag gatlagynyň galyňlygyny ankerlemäniň zonasynyň uzynlygynda (2...3) d –dan az däl we 40 mm-dan az däl kabul edýärler.

5.2. Armaturadaky dartgynlyklaryň betonyň gysylan zonasynyň beýikligine baglylygy



Surat. 5.5 Betonyň gysylan zonasynyň serhet otnositel ξ_R be beýikligini kesgitlemeklige:

a — pürsüň normal kesiginiň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň shemasy;

b — deformasiýalaryň $\frac{\epsilon_{sm}}{\epsilon_{bm}}$ gatnaşygynyň $\xi_m = \frac{x_m}{h_0}$

ululyga baglylygy;

w — gysylan zonanyň hasaplanylýan we hakyky beýiklikleri

Kesikdäki süýnen armaturanyň sanyna baglylykda weýran bolmaklygyň iki ýagdaýynyň mümkindigi §3.1 paragrafda —de görkezilipdi (5.5 surat.).

Ýagdaý 1. Kadaly armirlenen pürslerde, haçan-da armaturanyň sany kesgitli çäkdən geçmese, süýnen zonada armaturanyň süýşmekligi zerarly weýran bolmaklyk başlanýar we gysylan zonanyň betonynyň pytradylmagy bilen tamamlanýar.

Ýagdaý 2. Armaturanyň çendenäşe köp sany bolan kesiklerde (kesigi aşa armirlenen) weýran bolmaklyk ondaky dartgynlyklar R_b bolanda gysylan zonanyň betonynyň böleklenmegi bilen başlanýar, bu ýagdaýda, süýnen armaturada R_s ululykdan -den kiçi σ_s dartgynlyk hereket edýär.

Hasaplamagyň usulyňy gurmak üçin weýran bolmaklygyň 1-nji ýa-da 2-nji ýagdaýy bolup geçýän şertleri kesgitlemek we σ_s dartgynlygy kesgitlemek üçin baglylygy almak gerek. Süýnen we gysylan zonalardaky dargyтынlyklaryň gysylan zonanyň x beýikligine baglydygyny tejribeler görkezýär. Bu baglylygy fiziki göz önüne getirmek üçin egrelýän elementiň normal kesiginiň deformirlenmeginiň shemasyna seredeliň. Onda, tekiz kesikler gipotezasyny dogry diýip hasap edip, betonyň ε_{bm} we armaturanyň ε_{sm} aortaça gyraky deformasiýalaryny baglanyşdyrýan baglanyşygy alýarys (5.5, a surat.):

$$\frac{\varepsilon_{sm}}{h_0 - x_m} = \frac{\varepsilon_{bm}}{x_m}; \quad \varepsilon_{sm} = \varepsilon_{bm} \cdot \frac{1 - \xi_m}{\xi_m} = \varepsilon_{bm} \left(\frac{1}{\xi_m} - 1 \right), \quad (5.1)$$

bu ýerde x_m — betonyň gysylan zonasynyň orta beýikligi;

$\xi_m = \frac{x_m}{h_0}$ — betonyň gysylan beýikliginiň orta otnositel beýikligi.

$$\frac{\varepsilon_{sm}}{\varepsilon_{bm}}$$

gatnaşygyň ξ_m ululyga, -e 5.5, w suratatda görkezilen baglanyşygy giperboliki häsiýete eýe, ýagny $x_m = h_0$ bolanda süýnen armaturanyň deformasiýalary nula deň, bu bolsa fiziki mana laýyk gelýär. Demirbeton konstruksiýalarynyň berkligini hasaplamagyň häzirki zaman usullarynda ýönekeýleşdiriji öňünden döreýän şertleriň birnäçesini ulanýarlar, aýratyn ýagdaýda, betonyň gysylan zonasyn da dartgynlyklaryň epýuryny göniburçly diýip kabul edýärler, bu bolsa praktiki hasaplamalarda (5.1) teoretiki formulany gös-göni ulanmaga mümkinçilik bermerýär. Şunuň bilen baglylykda, armaturada deformasiýalary (dartgynlyklary) kesgitlemek üçin hasaplama baglanyşyklary tejribe maglumatlarynyň esasynda korrektirlenilmelidirler.

Demirbeton konstruksiýalary üçin armatuarnyň armaturanyň deformasiýalarynyň we betonyň weýran bolmak pursadyndaky gysylan zonasynyň ξ otносител beýikliginiň, 5.5, w suratatda görkezilene meňzeş giperboliki baglanyşyk bilen baglanyşýandyklaryny köpsanly barlaglaryň netijeleri kesgitlemäge mümkinçilik berdiler. Tejribe maglumatlaryny gaýtadan işlemekligiň esasynda bu baglanyşygy beýan etmek üçin deňleme alyndy:

$$\varepsilon_s = \frac{\varepsilon_{bu}}{1 - \frac{\xi_0}{\xi}} \left(\frac{\xi_0}{\xi} - 1 \right) + \varepsilon_{op},$$

1,1
(5.2)

bu ýerde ε_{bu} — gysylan zonanyň betonynyň çäk deformasiýalary, ol kabul edilýär: 0,002 (gysga wagtlaýyn ýüklemede, $\gamma_{b2} = 1$); 0,0025 (uzak wagtlaýyn täsir edýän ýüklemede $\gamma_{b2} < 1$); $\varepsilon_{s,op}$ — armaturanyň, ony öňünden

dartandaky deformasiýalary, ýitgileri hasaba almak bilen (öňünden dartgynlandyрма ýok konstruksiýalar üçin $\varepsilon_{s,op}=0$);

$\frac{h}{h_0} = 1,1$
 h ($h_0 = 1,1$ — kesigiň beýikliginiň işçi beýiklige gatnaşygy).

ξ_0 ululyk, dikleýin armaturada deformasiýalar we dartgynlyklar nula deň ýagdaýda, dartgynlyklaryň göniburçly epýury bolan betonyň gysylan zonasynyň odnositel beýikligidir, ýagny haçan-da dartgynlyklaryň hakyky egriçyzykly epýurynda hakyky neýtral çyzyk dikleýin armaturanyň agyrlık merkezinden geçende we gysylan zonanyň hakyky beýikligi h_0 ululyga -a deň bolanda (5.5, w surat.). Şeýlelik-de, ξ_0 ululyk dartgynlyklaryň hakyky epýuryňyň göniburçlydan gysarmasyny, ýagny şundan buýana ω bilen belleniýän, gysylan zonadaky dartgynlyklaryň epýuryňyň dolulygyny häsiýetlendirýär.

ω ululygy -ny hasaplamak üçin, betonyň deformatiwliginiň we onuň berkliginiň baglanyşygyny hasaba alýan çyzykly baglanyşygy ulanýarlar:

$$\omega = \alpha - 0,008R_b$$

α koeffisiýent agyr beton üçin 0,85-e deň, ýeňil beton üçin — 0,8; R_b — MPa birliginde -ada ölçenilýär.

(5.2) aňlatmanyň çep we sag taraplaryny E_s maýyşgaklyk modulyna köpeldip, dartgynlandyrylmadyk armaturaly elementler üçin alýarys:

$$\sigma_s = \frac{\sigma_{sc,u}}{1 - \frac{\omega}{1,1}} \left(\frac{\omega}{\xi} - 1 \right), \quad (5.3)$$

bu ýerde $\sigma_{sc,u} = \varepsilon_{bu} E_s = R_{sc}$ — gysylan zonanyň armaturasyndaky çäk dartgynlyk, $\gamma_{b2} \geq 1$ bolanda 400 MPa deň, $\gamma_{b2} < 1$ bolanda (ýüklemäniň uzak wagtlaýyn täsiri) 500 MPa deň kabul edilýär.

(5.3) deňleme diňe armaturanyň maýyşgak işi üçin dogrudyr.

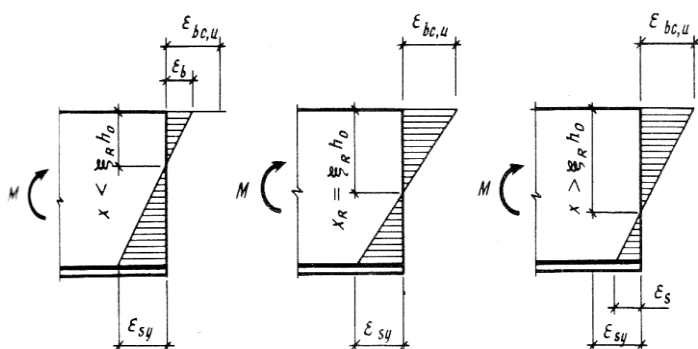
Eger-de (5.3) deňlemä $\sigma_s = R_s$ we $\xi = \xi_R$ bahalary goýsak, onda bu bahada armaturadaky dartgynlyklaryň poladyň akaganlyk çäğine ýetýän, betonyň gysylan zonasynyň serhet ξ_R beýikligini kesgitlemek üçin aňlatma alnar:

$$\xi_R = \frac{x_R}{h_0} = \frac{\omega}{1 + \frac{R_s}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right)}, \quad (5.4)$$

Dartgynlandyrylmadyk A-I...A-III klaslarly armatura bilen armirlenen B30 we ondan aşak klasly betondan bolan elementler üçin, R_s — den $R_{sc} = -R_s$ interwalda $\sigma_s = f(\xi)$ dartgynlyklar üçin ýönekeýleşdirilen çyzykly baglanyşygy ulanmak maslahat berilýär:

$$\sigma_s = \left(2 \frac{1 - \xi}{1 - \xi_R} - 1 \right) R_s. \quad (5.5)$$

Wweýran bolmaklygyň, ýa-da süýnen armaturada akaganlygyň çäGINE (fiziki ýa-da şertli) dogry gelýän $\sigma_s = R_s$ dartgynlyga ýetilmegi we ondan soňraky, gysylan zonanyň betonynyň weýran bolmagy netijesinde (ýagdaý 1), ýa-da armaturadaky akaganlygyň çäGinden az $\sigma_s < R_s$ dartgynlyklarda (ýagdaý 2) bolup geçmekliginiň şertlerine seredeliň.



Surat. 5.6. Gysylan zonanyň serhet beýikligini kesgitlemeklige.

$$\varepsilon_{sy} = \frac{R_s}{E_s}$$

5.6 suratatda armaturada akaganlygyň başyna laýyk gelýän deformasiýalar a ýetilende, dikleýin armaturanyň dürli möçberleri bolan Demirbeton elementleriň kesiklerinde deformasaiýalaryň paýlanylyşlary görkezilemndirler. Armaturanyň A_s meýdany kân uly bolmanda gysylan zonanyň x beýikliginiň hem uly dældigi we armaturanyň deformasiýalarynyň ε_{sy} bahalara, gysylmada betonyň deformasiýalarynyň öz ε_{bu} çäk bahalaryna ýetmeginden öň ýeatýändig, ýagny 1-nji ýagdaýyň bolýandygy suratatdan görünyär. Armaturanyň möçberiniň artdyrylmagy bilen

gysylan zonanyň betonynyň beýikligi we deformasiýalary artýarlar.

$x = x_R$ ululykda betondaky deformasiýalar çäk ε_{bu} ululyga armaturada akaganlygyň başlanmagy bilen bir wagtda ýeterler. Bu ýagdaýyň 1 we 2 ýagdaýlaryň arasynda serhet boljakdygy aýdyňdyr.

Armaturanyň kesiginiň A_s meýdanynyň uly bahalarynda, haçan-da $x > x_R$ bolanda, weýran bolmaklyk gysylan beton boýunça bolup geçýär (ýagdaý 2).

Şeýlelik-de, $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R = \frac{x_R}{h_0}$ bolanda hasaplamagy 1-

nji ýagdaý boýunça, $\xi = \frac{x}{h_0} > \xi_R = \frac{x_R}{h_0}$ $\xi = x/h_0 > \xi_R = x_R/h_0$

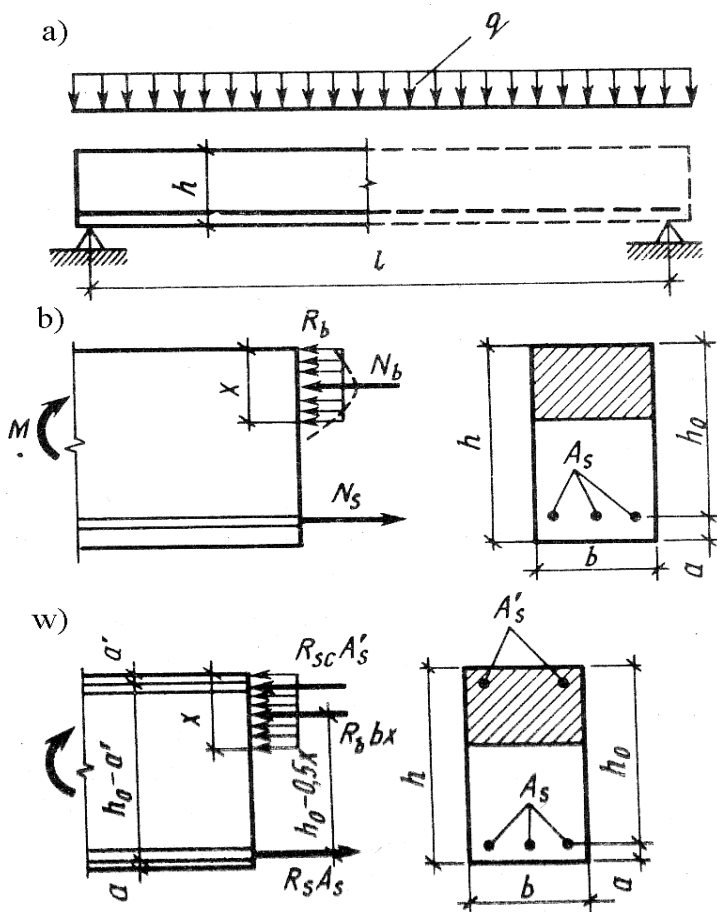
bolanda 2-nji ýagdaý boýunça amala aşyrmalydyr.

5.3. Normal kesikler boýunça berkligi hasaplamak

Egrelýän elementleriň, egremiň tekizligine görä simmetrik bolan, normal kesikleri olarda bir wagtda süýndüriji we gysyjy dartgynlyklaryň bolmagy bilen häsiýetlendirilýärler (ser. 1.1. surat.). Gysyjy täsirler beton, süýndürijiler — armatura tarapyndan kabul edilýärler.

Normal kesikler boýunça berkligi üpjün etmekligiň gerekdigi daşarky egreldiji pursadyň täsiri astynda bu kesiklerde elementleriň döwürlemek mümkinçiligi bilen şertlendirilendir. WWeýran bolmaklygyň bu hilli häsiýetiniň önüni almaklyk aşakda seredilýän hasaplamaklygyň maksadyny düzýändir. Ol ýerine ýetirilende, desganyň berlen gulluk möhleti döwründe konstruksiýanyň ygtybarly işini kepillendirýän, elementiň keseleýin kesiginiň ölçegleri we süýndürilen, käwagtlar bolsa gysylan armaturanyň kesiginiň meýdany kesgitlenilýärler.

Demirbeton konstruksiýalaryň hasaplanylmagynda gurluşyk mehanikasynyň klassyki usullaryny ulanmaklyk täsirli nätakyklyklara getirýär: beton Gukuň kanunyna boýun egmeýär, oňa tekiz kesikleriň gipotezasyny ulanmak hem bolmaýar. Ondan başga-da, süýnen zonada jaýryklaryň emele gelmeginden soňra elementiň tutuşlaýynlygy бүтewiligi bozulýar. Häzirki wagtda işlenilip düzülýän, elementiň işine täsir edýän köpsanly, köp ýagdaýlarda ýeterlikli öwrenilmedik faktorlary hasaba alýan, şertli takyk usullar praktiki taýdan ulanmak üçin örän çylşyrymlydyrlar. Şonuň üçin, Demirbeton konstruksiýalaryny hasaplamaklygyň usullary işlenilip düzülide, ol ýa-da beýleki faktoryň täsirini ýüze çykarmaga gönükdirilen ýörite eksperimentleriň netijesinde alnan tejribe maglumatlary giňden ulanylýar.



Surat 5.7. Ýekeleýin (a, b) we goşalaýyn (w) armaturaly kesikleri hasaplamaklyga

Häzirki wagda işlenilip düzülýän, elementiň işine täsir edýän köpsanly, köp ýagdaýlarda ýeterlikli öwrenilmedik faktlary hasaba alýan, şertli takyk usullar praktiki taýdan ulanmak üçin örän çylşyrymlydyrlar. Şonuň üçin, Demirbeton konstruksiýalaryny hasaplamaklygyň usullary işlenilip düzülende, ol ýa-da beýleki faktoryň täsirini ýüze çykarmaga

gönükdirilen ýörite eksperimentleriň netijesinde alnan tejribe maglumatlary giňden ulanylýar.

Ýekeleýin armaturaly göniburçly kesigiň elementleri. Egrelýän elementleriň normal kesikleri boýunça hasaplamaklygy dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň III stadiýasy boýunça amala aşyýarlar (ser. §3.1). Hasaplamaklyk baglanyşyklaryny almak üçin, pürsde kesik geçireliň (5.7, a surat.), sag tarapy zyňalyň we onuň täsirini içerki güýçler bilen çalyşalyň. Kesik boýunça dartgynlyklary paýlamaklygyň hakyky kanunlarynyň ýeterlikli çylşyrymlydygy üçin, köp halatlarda şu ýönekeýleşdiriji öňünden berlen şertleri ulanýarlar: 1) betondaky çäk ýagdaýdaky dartgynlyk hasaplamadaky R_b garşylyga deň; 2) gysylan zonadaky betonyň dartgynlyklarynyň hakyky egriçyzykly epýuryny göniçyzykly bilen çalyşýarlar (5.7, b surat.); bu hilli epýuryň hasaplamadaky hökmünde ulanylmagy, 2...8%-den geçmeýän nätakyklyklara getirýär, emma hasaplama baglanyşyklaryny ymykly ýönekeýleşdirmäge mümikinçilik berýär; 3) süýnen betonyň jaýrygyň agzynyň üstünde Kkabal edilýän täsirlerini, olaryň kiçiligi sebäpli, hasaba almaýarlar; 4) armaturadaky deformasiýalary (dartgynlandyrmalary) betonyň gysylan zonasynyň beýikligine baglylykda öňünden dartmaklykdan bolan deformasiýalary (dartgynlandyrmalary) hasaba almak bilen kesgitleýärler; 5) armaturadaky süýndüriji dartgynlandyrmalary süýnmä hasaplamadaky R_s garşylykdan uly däl kabul edýärler.

Elementiň kesiginiň berkligi üpjün ediler, eger-de daşarky ýüklemenden bolan hasaplanylýan pursat süýnen armaturanyň kesiginiň agyrylyk merkezine otnositel içerki güýçleriň hasaplanylýan pursadyndan geçmese (5.7, b surat.)

$$M \leq N_b \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \quad (5.6)$$

ýa-da betonyň süýnen zonasynyň agyrlyk merkezine otnositel

$$M \leq N_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) = \sigma_s A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right), \quad (5.7)$$

bu ýerde h_0 — kesigiň işçi (hasaplamadaky) beýikligi, ol $h_0 = h - a$ deň (a — kesigiň ýazylan gyraňyndan armaturanyň agyrlyk merkezine çenli aralyk; plitalarda $a=1,5...2$ sm, pürslerde, armatura bir hatarda ýerleşen bolsa $a=3...4$ sm, iki hatarda bolsa $a=5...6$ sm); x — gysylan betonda dartgynlyklaryň göniburçly epýuryna jogap berýän jaýrygyň üstündäki gysylan zonanyň beýikligi; ol elementiň dikleýin okuna ähli güýçleriň proyeksiýalarynyň jeminiň nula deňlik şertinden kesgitlenilýär (5.7, b surat.)

$$N_s = \sigma_s A_s = N_b = R_b b x, \quad (5.8)$$

bu ýerde σ_s — süýnen armaturadaky dartgynlandyrmalar, R_b — gysylma betonyň hasaplamnanadaky garşylygy (prizma berkligi).

Ozal bellenilişi ýaly, $\xi \leq \xi_R$ bolanda elementleriň hasaplamalaryny $\sigma_b = R_b$, $\sigma_s = R_s$ diýip hasaplap, 1-nji ýagdaý boýunça; $\xi > \xi_R$ bolanda $\sigma_b = R_b$, $\sigma_s < R_s$ bolandaky ýagdaý boýunça geçirmek gerek.

Ýagdaý 1 ($\xi \leq \xi_R$). Ýokarda aýdylanlary hasaba almak bilen (5.6), (5.7) we (5.8) formulalar şu görnüşi alarlar:

$$M \leq R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \quad (5.9)$$

$$M \leq R_s A_s \left(h_0 - \frac{x}{2} \right), \quad (5.10)$$

$$R_s A_s = R_b b x, \quad (5.11)$$

(5.11) formuladan gysylan zonanyň beýikligi

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}, \quad (5.12)$$

Gysylan zonanyň otnositel beýikligi

$$\xi = \frac{x}{h_0} = \frac{R_s A_s}{R_b h_0} = \mu \frac{R_s}{R_b}, \quad (5.13)$$

bu ýerde μ — armirmek koeffisiýenti. Taslama praktikasynda “normirmek görümi” $\mu \% = \mu \cdot 100\%$ düşüňjesini hem köplenç ulanýarlar.

Alnan formulalary ulanmak arkalybilen, kesikleri hasaplamak bilen bagly dürli meseleleri çözmek mümkin. Praktiki hasaplamalary ýönekeýleşdirmek üçin formulalary

α_m we φ parametrleri girizmek bilen özgerdýärler. (5.9)
formula $x = \xi h_0$ goýup, alýarys

$$M = R_b b h_0^2 \xi \left(1 - \frac{\xi}{2} \right) = \alpha_m R_b b h_0^2, \quad (5.14)$$

bu ýerden

$$\alpha_m = \xi \left(1 - \frac{\xi}{2} \right); \quad \xi = 1 - \sqrt{1 - 2\alpha_m};$$

$$h_0 = \sqrt{\frac{M}{\alpha_m R_b b}}. \quad (5.15)$$

Şuňa meňzeşlikde, (5.10) deňlemäni özgerdip, alýarys

$$M = R_s A_s h_0 \left(1 - \frac{\xi}{2} \right) = R_s A_s \varphi h_0,$$

$$\varphi = \left(1 - \frac{\xi}{2} \right), \quad (5.16)$$

bu ýerden

$$A_s = \frac{M}{R_s \varphi h_0}. \quad (5.17)$$

Alnan formulalar

$$\alpha_m = \xi \left(1 - \frac{\xi_R}{2} \right) \leq \alpha_R = \xi_R \left(1 - \frac{\xi_R}{2} \right) \quad (5.18)$$

bolanda dogrudylar.

Ýekeleýin armaturaly kesigiň kabul edip biljek maksimal pursady

$$M_{\max} = \alpha_R R_b b h_0^2. \quad (5.19)$$

ξ, α, φ ululyklar biri-birleri bilen özara baglanyşyklydyrlar. Olaryň birini bilmek bilen, 5.1 tablisanyň kömegi bilen islendik beýlekisi kesgitlenilýär.

Tablisa 5.1. Egrelýän elementleri hasaplamak üçin ξ, φ we α_m koeffisiýenrleriň bahalary

$\xi = \frac{x}{h_0}$	φ	α_m	$\xi = \frac{x}{h_0}$ $\xi = x/h_0$	φ	α_m
0,01	0,995	0,01	0,12	0,94	0,113
0,02	0,99	0,02	0,13	0,935	0,121
0,03	0,98	0,03	0,14	0,93	0,13
0,04	0,985	0,039	0,15	0,925	0,139
0,05	0,975	0,048	0,16	0,92	0,147
0,06	0,97	0,058	0,17	0,915	0,155
0,07	0,965	0,067	0,18	0,91	0,164
0,08	0,96	0,077	0,19	0,905	0,172
0,09	0,955	0,085	0,20	0,9	0,18
0,1	0,95	0,095	0,22	0,89	0,196
0,11	0,945	0,104	0,24	0,88	0,211
0,26	0,87	0,226	0,47	0,765	0,359
0,28	0,86	0,241	0,48	0,76	0,365

0,30	0,85	0,255	0,49	0,755	0,37
0,32	0,84	0,269	0,5	0,75	0,375
0,34	0,83	0,282	0,51	0,745	0,38
0,35	0,82	0,295	0,52	0,74	0,385
0,37	0,815	0,301	0,53	0,735	0,39
0,38	0,81	0,309	0,54	0,73	0,394
0,39	0,805	0,314	0,55	0,725	0,399
0,4	0,8	0,32	0,57	0,715	0,408
0,41	0,795	0,211	0,59	0,705	0,416
0,42	0,79	0,332	0,61	0,695	0,424
0,43	0,785	0,337	0,63	0,685	0,432
0,44	0,78	0,343	0,65	0,675	0,439
0,45	0,775	0,349	0,67	0,665	0,446
0,46	0,77	0,354	0,69	0,665	0,452

Elementiň deň göterijilik ukybyny kesigiň dürli ölçeglerinde we deňşililikde armirlemegiň dürli göterimlerinde üpjün etmek mümkindir. Meselem, kesigiň beýikligi ulaldylanda armaturanyň möçberini azaltmak mümkiin, hem-de tersine. Taslamalaşdyrylanda, konstruksiýanyň gymmaty iň az bolan, iň ýokary tygşytlylykly çözüwlerden ugur almak gerek. Tygşytlylykly çözüwleriň pürsler üçin $\xi = 0,25 \dots 0,4$ we plitalar üçin $\xi = 0,1 \dots 0,2$ bolanda alynýandyklaryny barlaglar görkezýärler.

Kesigiň entek 1-nji ýagdaý boýunça işleýän, armirlenmegiň koeffisiýentiniň maksimal bahasyny, gysylan zonanyň otnositel beýikliginiň serhet ξ_R bahasyny (5.13) formula goýup alýarys, ol ýerden

$$\mu_R = \xi_R \left(\frac{R_b}{R_s} \right) \quad (5.20)$$

A-II, A-III, Bp-I klaslarly polatlar bilen armirlenen B15...B30 klaslarly betondan bolan egrelýän Demirbeton elementler üçin $\mu_R \text{ \%}=1,2\dots3,2\%$.

Akaganlygyň şertli çägi bolan armatura üçin

$$\mu_R = \frac{\omega R_b}{\left[1 + \frac{\sigma_{sR}}{\sigma_{sc,u}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1} \right) \right] R_s} .$$

(5.21)

Göniburçly kesigiň elementleri üçin armirlemegiň görteriminiň minimal bahalaryny betonyň we armaturanyň klaslaryna baglylykda olaryň beton ($M_b = W_{pl} R_{bt,ser}$) we

$$\left[M_{sb} = R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) \right]$$

Demirbeton kesiklerdäki hasaplanyşdaky pursatlarynyň deňlik şertinden alýarlar. Egrelýän elementler üçin $\mu_{\min}=0,05\%$. Eger-de, elementi armirlemegiň görterimi görkezilen minimumdan pes bolsa, onda hasaplamaklygy armaturany hasaba almazdan, ýagny armirlenilmedik beton kesigi hökmünde amala aşyrmak gerek.

Alnan formulalar dürli praktiki meseleleri çözmäge mümkinçilik berýärler. Häsiýetli meseleleriň çözülişiniň blok-shemalary 1-3 goşundylarda getirilendirler.

Ýagdaý 2 ($\xi > \xi_R$). Ýekeleýin armaturaly elementleri hasaplamakda (5.6)...(5.8) şertleri ulanýarlar. Dartgynlandyrylmadyk A-I, A-II, A-III klaslarly armaturasy bolan B30 we ondan aşak klasly betondan bolan elementleriň hasaplamalaryny $x > \xi_R h_0$ bolanda, 1-nji ýagdaýyň formulalary boýunça, olara $x = \xi_R h_0$ goýmak bilen geçirmeklige ýol berilýär. Bu ýagdaýda, kesik tarapyndan kabul edilýän pursat deň bolýar:

$$M = R_b b h_0^2 \xi_R \left(1 - \frac{\xi_R}{2} \right) = \alpha_R R_b b h_0^2$$

(5.22)

Armaturanyň artykmaç möçberi bolan (“aşa armirlenen”), $\xi > \xi_R$ şert ýerine ýetýän elementler ykdysady taýdan bähbitli däldirler, sebäbi armaturanyň berklik häsiýetleri doly ulanylmaýarlar, bu bolsa polady artyk sarp etmeklige getirýär. Şonuň üçin egrelüýän elementleri

$$x \leq \xi_R h_0 \quad (5.23)$$

şertiň ýerine ýetmegini saklamak bilen taslamalaşdyrmak gerek.

Goşa armaturaly göniburçly kesigiň elementleri. Goşa armaturaly diýip, süýnen armaturadan başga hasaplamak boýunça olarda gysylan armatura hem goýlan kesikler atlandyrylýar. Gysylan armatura zerurlyk, gysylan zonanyň betonynyň ýeterlikli däl berkligi netijesinde (2-nji ýagdaý boýunça weýran bolmak), haçan-da ýekeleýin armaturaly kesik daşarky ýüklemenden hasaplanylýan pursady kabulk edip bilmände, ýagny $M > \alpha_R R_b b h_0^2$ bolanda ýüze çykýar. Bu hilli konstruksiýalarda gysylan zonany ol ähli gysyjy täsirleri kabul eder ýaly, ony armatura bilen güýçlendirmek zerur.

Goşalaýyn armaturaly kesikler polady sarp etmek boýunça tygşytly däldirler, sebäbi dikleýin armaturanyň sarp edilişi artýar we gysylan dikleýin işçi sterženleri gübermekden berkitmegi üpjün edýän keseleýin sterženleri (örülen karkaslarda 15 d-dan we kebşirlenilenlerde 20d-dan köp bolmadyk ädim bilen) goýmaklyk talap edilýär. Şonuň üçin, gysylan armaturany hasaplamak boýunça diňe aýratyn ýagdaýlarda goýýarlar: ellementiň keseleýin kesiginiň çäklendirilen ölçeglerinde; betonyň klasyny ýokarlandyrmak

mümkin bolmanda, iki alamatly egrediji pursatlaryň täsirinde ýa-da beýleki ýörite talaplarda. Gysylan zonadaky armatura diňe betonyň mümkin bolan deformasiýalarynyň çäginde ulanylýar. Gysga wagtlaýyn täsir edýän ýüklemäniň ε_{bu} gysyşynda betonyň çäk deformasiýalarynyň orta bahasyny 0,002-ä deň kabul edýärler. Onda, gysylan armaturada ýüze çykýan iň uly dartgynlyklary, betonyň we poladyň deformasiýalarynyň bir bolmaklyk: $\sigma_{sc} = \varepsilon_s E_s = \varepsilon_{bu} E_s = 0,002 \cdot 2 \cdot 10^5 = 400$ MPa şertinden ugur alyp kesgitleýärler. Şonuň üçin, gysylan hökmünde hasaplamadaky $R_s \leq 400$ MPa (A-II, A-III) garşylykly armatura ulanylanda, onuň berkligi doly ulanylýar diýlip hasaplanylýar. Konstruksiýa uzak wagtlaýyn hereket edýän ýükleme bilen ýüklenilen, betonyň berkligi bolsa hasaplama işiň şertleriniň $\gamma_{b2} < 1$ koeffisiýenti bilen girizilýän ýagdaýlarynda, $\varepsilon_{bu} = 0,0025$ kabul edilýär we armaturadaky çäk dartgynlandyrmalar ulaldylyp bilnerler, emma ähli ýagdaýlarda $R_{sc} \leq 500$ MPa.

Goşa armaturaly elementleriň normal kesiklerini hasaplamak üçin formulalary ýekeleşinli bolan elementlerdäki ýaly şol bir şertlerden alýarys. Hasaplama shemasyna laýyklykda (5.7, w surat.) egrelýän elementiň çäk ýagdaýdaky berklik şerti şu görnüşe eýe bolar:

$$M \leq M_b + M'_s = R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') = \\ = \alpha_m R_b b h_0^2 + R_{sc} A'_s (h_0 - a'), \quad (5.24)$$

bu ýerde M_b — betonyň gysylan zonasy we süýnen armaturanyň deňişli bölegi tarapyndan kabul edilýän pursat; M'_s — gysylan A'_s armatura we süýneniň galan bölegi

tarapyndan kabul edilýän pursat; ähli güýçleriň proyeksiýalarynyň gorizontala deňleşmesi

$$R_b b x + R_{sc} A'_s = R_s A_s, \quad (5.25)$$

bu ýerden

$$x = \frac{R_s A_s - R_{sc} A'_s}{R_b b}. \quad (5.26)$$

Goşalaýyn armaturaly elementler hasaplanylýanda meseleleriň iki görnüşine düşüp bolar:

1) gysylan armatura betonyň gysylan zonasyny güýçlendirmek üçin gerek (eger-de kesigiň ölçeglerini ulaltmak islenilmeýän bolsa); 2) gysylan armatura konstruktiw pikeir ýöretmeler boýunça boýunça göz önünde tutulan ýa-da dürli alamatly egrediji pursatlaryň täsir edýän şertlerinde.

Birinji görnüşli meseleler çözülende başdaky iki (5.24) we (5.25) deňlemelerde üç näbelli bar: x , A_s , A'_s . Şu zerarly ykdysady talaplara laýyk gelýän goşmaça şert kabul edilýär.

Betona maksimal gysyjy täsir geçirilen ýagdaýynda kesigiň iň tygşytly boljakdygyny barlaglar görkezýärler. Bu $\xi = \xi_R$, $\alpha_m = \alpha_R$ bolanda bolup geçýär. Onda gysylan we süýnen armaturanyň bölegi aşadaky pursady kabul ederler

$$M'_s = R_{sc} A'_s (h_0 - a') = M - \alpha_R R_b b h_0^2, \quad (5.27)$$

bu ýerden

$$A'_s = \frac{M - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}, \quad (5.28)$$

bu ýerde $\alpha_R=0,4$ — süýnen we gysylan armaturanyň kesikleriniň meýdanlarynyň optimal gatnaşygynda B25 we ondan aşak klasly betonlar üçin, onda

$$A'_s = \frac{M - 0,4 R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}, \quad (5.29)$$

$x = x_R = \xi_R h_0$ kabul edip, süýnen armaturanyň A_s meýdanyny (5.25) şertden alýarlar:

$$A_s = \frac{R_{sc} A'_s}{R_s} + \frac{R_b \xi_R h_0 b}{R_s}. \quad (5.30)$$

(5.24) we (5.26) formulalary $x \geq 2a'$ bolanda ulanyp bolýar. $x < 2a'$ ýagdaýlarda, gysylan armatura neýtral okuň golaýynda bolar we ondaky dartgynlandyrmalar R_{sc} ululykdan -dan kiçi bolarlar. Onda, kesigiň berkligi gysylan zonanyň betonyny hasaba almazdan kesgitlenilip bilner:

$$M = R_s A_s (h_0 - a'). \quad (5.31)$$

Seredilýän meseleleriň blok-shemalary 4, 5 goşundylarda getirilendirler.

Tagma (tawr) profilli elementler. Demirbetony ulanmaklygyň birinji döwründe desgalaryň örtgüleri bitin

plitalar görnüşinde ýerine ýetirilýärdiler. Emma bu konstruksiýalar rasional däl, sebäbi gysylan zona olaryň

$\frac{1}{10} \dots \frac{1}{5}$ beýikliginiň $1/10 \dots 1/5$ -ini düýzär, süýnen zsona bolsa berkligiň hasaplamasynda hasaba alynmaýar we armaturany ýerleşdirmek üçin hyzmat edýär (5.8, a surat.).

Eger-de ony diňe ony toparlara birikdirilen, armatura sterşženleriniň golaýynda galdyryp, süýnen zonadan betonyň bölegini aýyrsak, onda gapyrgaly plita alnar (5.8, b surat.). Plitanyň göterijilik ukyby şunda üýtgemez, betonyň sarp edilişi we konstruksiýanyň massasy bolsa ep-esli azalarlar. Bu hilli, tagma (tawr(tawr) görnüşli atlandyrylýan elementler, aýratyn pürsler, düşekler, monolit gapyrga görnüşli örtgüleriň düzüminde we ş.m. görnüşde giňden ulanylýarlar. Tagma kesigi tekjeden we gapyrgadan durýar (5.8, w surat.). Kesilmeýän gurnama ýa-da daýançlardaky monolit örtgülerde tekje süýnen zona düşýär we şonuň üçin berkligiň hasaplamasynda hasaba alynmaýar. Tekjäniň süýşüriji täsirler tarapyndan gapyrga bilen bilelikdäki işe çekilýändigini we gapyrgadan daşlaşdygyça ondaky gysyjy dartgynlandyrmalaryň azalýandygyny tejribeler görkezýärler (5.8, w surat.). Şonuň üçin kadalar tagma kesigiň gapyrgalaryndan her tarapa, tekjäniň hasaplanylýan sallanyp durýan ýerleriniň giňligini,

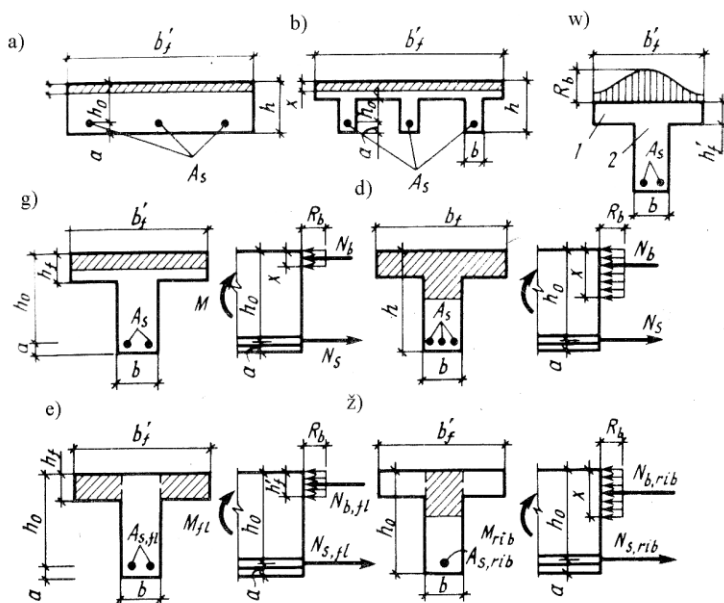
$\frac{1}{6}$ elementniň ara geriminden $1/6$ -den köp bolmadyk hem-de şulardan köp bolmadyk ululyk bilen çäklendirýärler: a)

$h'_f \geq 0,1 - \frac{1}{2}$ bolanda ýa-da bolanda keseleýin gapyrgalar bar bolanda ýa-da bolanda dikleýin gapyrgalaryň arasyndaky yşyk aralyklarda; b) keseleýin gapyrgalar bolmanda ýa-da olaryň arasyndaky aralyklar dikleýin gapyrgalaryň arasyndaky aralyklardan uly bolanda we $h'_f < 0,1h - 6h'_f$. Käbir pürsler üçin tekjäniň konsol sallanyp durýan ýerlerinde bu ýerleriň giňligini we

tekjaniň b_f' giňligini kabul edýärler: 1)

$$h_f' \geq 0,1h - 6h_f' \quad \text{bolanda} \quad b_f' = b + 12h_f'; \quad 2)$$

$0,1h > h_f' \geq 0,05h - 3h_f'$ bolanda $b_f' = b + 6h_f'$. $h_f' < 0,05h$ bolanda tekjeleriň sallanyp durýan ýerleri hasaplamada hasaba alynmaýarlar.



Surat. 5.8. Tagma kesiklerini hasaplamaklyga:

1 — tekje; 2 — gapyrga

Tagmna kesikli pürsler hasaplanylanda iki ýagdaýa seredýärler: gysylan zona tekjaniň çäklerinde (5.8, g surat.) ýa-da tekjeden aşakda (5.8, d surat) ýerleşýär.

Ýagdaý 1 ($x \leq h_f'$) adatyňda ösen tekjeli kesiklerde duş gelýär, haçan-da daşarky hasaplanylýan pursat, armaturanyň agyrylyk merkezine otnositellikde, kesigiň gysylan tekjesi

tarapyndan kabul edilýän içerki täsirleriň pursadyndan az bolanda:

$$M \leq M_{(x=h_f')} = R_b b_f' h_f' \left(h_0 - \frac{h_f'}{2} \right). \quad (5.32)$$

Bu görnüşli tagma kesikleri b_f' we h ölçegli göniburçly hökmünde hasaplaýarlar, sebäbi süýnen betonyň meýdany gösterijilik ukybyna täsir etmeýär. Hasaplar üçin, ýekeleýin armaturaly kesikleri hasaplamak üçin ozal alnan (5.9)...(5.12) formulalary olarda b ululygy b_f' ululyga çalyşmak bilen ulanýarlar. Ýuka tekje bolanda ($h_f' \leq 0,2h$) $x = h_f'$ diýip kabul edip we armaturanyň meýdanyny kesgitlemek üçin takmynan formulany ulanyp bolar:

$$A_s = \frac{M}{R_s (h_0 - 0,5h_f')}.$$

1-nji ýagdaý boýunça hasaplanylýan kesikler üçin armirlemek koeffisiýentini $\mu = A_s / bh_0$ kabul edýärler.

Süýnen armaturanyň kesiginiň berlen meýdanynda 1-nji ýagdaý

$$R_s A_s \leq R_b b_f' h_f' \quad (5.33)$$

şert ýerine ýetende bolup geçýär.

Ýagdaý 2 ($x > h_f'$), eger-de daşarky hasaplanylýan pursat, armaturanyň agyrylyk merkezine otnositellikde, gysylan tekje tarapyndan kabul edilýän içerki täsirleriň pursadyndan uly bolanda bolup geçýär. Bu ýagdaýda kesigi tekjeedäki we gapyrgadaky gysylmany hasaba almak bilen hasaplaýarlar. Bu görnüşli tagma kesikler tekjesiniň sallanyp durýan ýerleriniň az

giňligi bolan pürs konstruksiýalaryň hasaplamalarynda düş gelýärler.

Hasaplamaklygyň baglanyşyklaryny almak üçin kesik tarapyndan kabul edilýän egrediji pursady (5.8, d surat.) iki sany çalşyjy pursatlara bölýärler: M_{fl} (5.8, e surat.), tekjeleriň sallanyp durýan ýerleri we degişli $A_{s,fl}$ armatura tarapyndan kabul edilýan we M_{rib} pursat (5.8, ž surat.), gapyrganyň gysylan betony we oňa degişli $A_{s,rib}$ armatura tarpyndan kabul edilýän; $M = M_{fl} + M_{rib}$. Onda, 5.8, e suratatdan

$$M_{fl} = N_{b,fl} \cdot z = R_b (b'_f - b) h'_f \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right), \quad (5.34)$$

$$M_{fl} = N_{s,fl} \cdot z = R_s A_{s,fl} \left(h_0 - \frac{h'_f}{2} \right). \quad (5.35)$$

(5.34) formula boýunça M_{fl} ululygy kesgitlep, (5.35) formuladan alýarys:

$$A_{s,fl} = \frac{M_{fl}}{R_s (h_0 - 0,5h'_f)}. \quad (5.36)$$

Ondan soňra kesgitleýärler:

$$\alpha_m = \frac{M_{rib}}{R_b b h_0^2}. \quad (5.37)$$

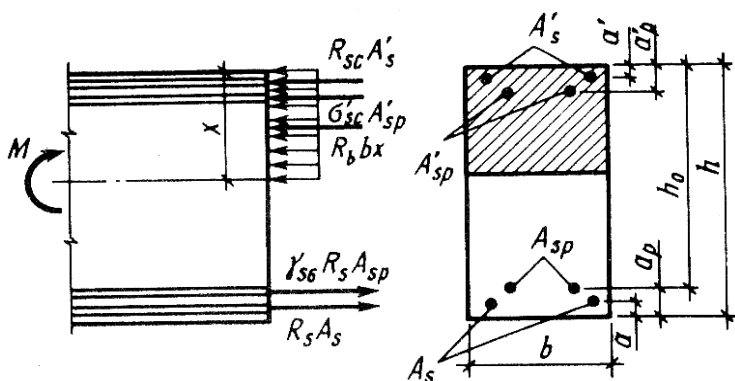
Soňara 5.1 tablisa boýunça φ ululygynyň deňişli bahasyny tapýarlar, onda

$$A_{s,rib} = \frac{M_{rib}}{R_s \varphi h_0} . \quad (5.38)$$

Dikleýin işçi armaturanyň tagma kesikdäki umumy meýdany

$$A_s = A_{s,rib} + A_{s,fl} . \quad (5.39)$$

Tagma kesigi hasaplamaklygynyň blok-shemasy 6-njy goşundyda getirilendir.



Surat. 5.9. Aday we dartgynlandyrylan armaturaly elementiň kesiginde berklik hasaplanylýanda täsirleriň shemasy

Dartgynlandyrylmadyk we dartgynlandyrylan armatura bilen armirlenen göniburçly kesigiň elementleri. Ýokary berklikli polatdan dartgynlandyrylan armaturasý (gysylan we süýnen zonalarda), dartgynlandyrylmadygy bolsa gysylan we süýnen zonalarda — akaganlygynyň fiziki çäğine eýe ýumşak polatdan bolan pürse seredeliň. Egrelýän elementiň

gysylan zonasynda öňünden dartgynlandyrylan armaturanyň bolmagy adaty betonnyň gysylan zonasynyň beýikliginiň ulalmagyna we konstruksiýanyň göterijilik ukybynyň kiçelmegine getirýär. Şonuň üçin, diňe ulanmak stadiýasynda gysylan, emma öňünden gysylmak (taýýarlamak), konstruksiýany daşamak we montaj etmek stadiýalarynda süýndürilen zonanyň jaýryga durnuklylygyny üpjün etmek gerek bolan, hem-de egrelýän elementiň köp gezek gaýtalanýan ýa-da alamaty üýtgeýän ýüklemeleriniň täsiri astynda işläň şertleri ýagdaýynda onuň ulanylmagy maksadalaýykdyr.

Gysylan zonadaky öňünden dartgynlandyrylýan armaturanyň A'_{sp} meýdanyny, adaty, süýnen öňünden dartgynlandyrylan armaturanyň A_{sp} meýdanynyň 15...20% çäklerde belleýärler.

Elementiň berkliginiň hasaplanylmasy $\xi \leq \xi_R$ (ýagdaý 1) bolanda dartgynlandyrylan—deformirlenen ýagdaýyň III stadiýasy boýunça amala aşyrylar. Berklik şertini kesikde hereket edýän täsirlere seretmekden alýarlar (5.9 surat):

$$M \leq R_{sc} A'_s (h_0 - a') + \sigma'_{sc} A'_{sp} (h_0 - a'_p) + R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right). \quad (5.40)$$

Neýtral okuň ýagdaýyny ähli güýçleriň gorizontala okla proyeksiýalarynyň jeminiň nula deňlik şertinden kesgitleýärler:

$$R_s A_s + \gamma_{s6} R_s A_{sp} - R_b b x - R_{sc} A'_s - \sigma'_{sc} A'_{sp} = 0, \quad (5.41)$$

bu ýerden gysylan zonanyň beýikligi

$$x = \frac{R_s A_s + \gamma_{s6} R_s A_{sp} - R_{sc} A'_s - \sigma'_{sc} A'_{sp}}{R_b \cdot b} .$$

(5.42)

Dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň III stadiýasy üçin $\xi \leq \xi_R$ (ýagdaý 1) bolanda betonda we dartgynlandyrylmadyk armaturada dartgynlandyrmalar çäk ýagdaýda hasaplamadaky R_b, R_s, R_{sc} ululyklara ýetýärler. Akaganlygyň fiziki çägene eýe bolmadyk, süýnen dartgynlandyrylan armaturada dartgynlandyrmalar $\gamma_{s6} R_s$ köpeltmek hasyly bilen kesgitlenilýärler, m bu ýerde γ_{s6} — işiň şertleriniň koeffisiýenti

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1) \left(2 \frac{\xi}{\xi_R} - 1 \right) \leq \eta ,$$

(5.43)

bu ýerde η — koeffisiýent, ol deň diýlip alynýar: A-IV klasly armatura üçin — 1,2; A-V, B-II, K-7 we K-19 — 1,15; A-VI — 1,10.

γ_{s6} koeffisiýentiň girizilmeginiň zeryurlygy armaturada dartgynlandyrmalaryň σ_{02} (eger-de $\xi \leq \xi_R$ bolsa) baha ýetende, gysylan zonanyň betonynyň tejribeleriň görkezişi ýaly, weýran bolmaýandygy bilen şertlendirilýär. Daşarky ýükleme betonyň weýran bolýan ululygyna çenli ulaldylanda, süýnen armaturanyň uzalmalary artýarlar, bu onda dartgynlandyrmalaryň ulalmagyna getirýär. Akaganlygyň fiziki çägi bar bolan polatlar bielen armirlenen elementlerde bu hadysa ymykly gowşak aňladylandyr we adaty hasaba alynmaýar. Dartgynlandyrmalaryň ýokarlandyrylmagy akaganlygyň şertli çägi bar bolan poladyň süýnmekliginiň diagrammasynyň häsiýetine we ξ ululyga bagly. ξ

ululygyň azalmagy bilen, gysylan zonanyň weýran bolýan pursadynda, süýnen armaturanyň deformasiýalary ulalýarlar, olardaky dartgynlandyrmalar artýarlar.

Gysylan zonada ýerleşen, öňünden dartgynlandyrylan A'_{sp} armaturadaky dartgynlandyrmalar, şu formula boýunça kesgitlenilýärler:

$$\sigma'_{sc} = \sigma_{sc,u} - \gamma_{sp} \sigma'_{sp}, \quad (5.44)$$

bu ýerde $\sigma_{sc,u}$ — gysylan zonanyň armaturasyndaky çäk dartgynlandyrmalar.

(5.44) formula daşarky ýükleme goýulmazyndan öň A'_{sp} armaturada σ'_{sp} süýndüriji dartgynlandyrmalaryň hereket edýändiginiň faktyny aňladýar (ýitgileri we dartmaklygyň $\gamma_{sp} > 1$ takyklyk koeffisiýentini hasaba almak bilen). Daşarky ýükleme gysyjy dartgynlandyrmalary ýüze çykarýar, betonyň işiniň şertleriniň $\gamma_{b2} \geq 1$ koeffisiýentinde olaryň çäk bahalary 400 MPa ululygy düzýärler, $\gamma_{b2} < 1$ bolanda bolsa — 500 MPa. Eger-de $\gamma_{sp} \sigma'_{sp} > 400$ (ýa-da 500) MPa bolsa, onda öňünden dartgynlandyрма söndürilmez ($\sigma'_{sp} < 0$) we armaturta, kesige daşarky gysyjy güýç hökmünde täsir etmek bilen, süýnenligine galar. Öňünden dartgynlandyrylan armaturaly kesigi hasaplamagyň blok-shemasy 7-nji goşundyda getirilendir.

5.4. Ýapgyt kesikler boýunça berkligi hasaplamak

Hasaplamagyň esasy düzgünleri. Egrelýän elementlerde daýançlaryň golaýynda keseleýin güýjüň we egrelidiji pursadyň

bilelikdäki hereketi netijesinde esasy süýndüriji we esasy gysyjy dartgynlandyrmalar ýüze çykýar:

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} \pm \sqrt{\frac{(\sigma_x - \sigma_y)^2}{4} + \tau_{xy}^2}, \quad (5.45)$$

bu ýerde σ_x — x okuň ugrunda normal dartgynlandyrmalar, σ_y — şol, y okuň ugrunda (5.10, a surat.); τ_{xy} — galtaşýan dartgynlandyrmalar.

σ_y ululygy onuň azlygy sebäpli adatça hasaba almaýarlar we (5.45) formula şu görnüşe eýe bolar

$$\sigma_{mt} = \frac{\sigma_x}{2} \pm \sqrt{\frac{\sigma_x^2}{4} + \tau_{xy}^2},$$

$$\sigma_x = \frac{My}{J}; \quad \tau_{xy} = \frac{QS}{Jb}. \quad (5.46)$$

Göniburçly kesikli pürs üçin neýtral okdaky, ol ýerde $\sigma_x = 0$, esasy dartgynlandyrmalar:

$$\sigma_{mt} = -\sigma_{mt} = \tau = \frac{Q}{bz}, \quad (5.47)$$

bolýarlar, bu ýerde $z \cong \frac{J}{S}$ — kesikdäki güýçleriň içerki jübütiniň egni.

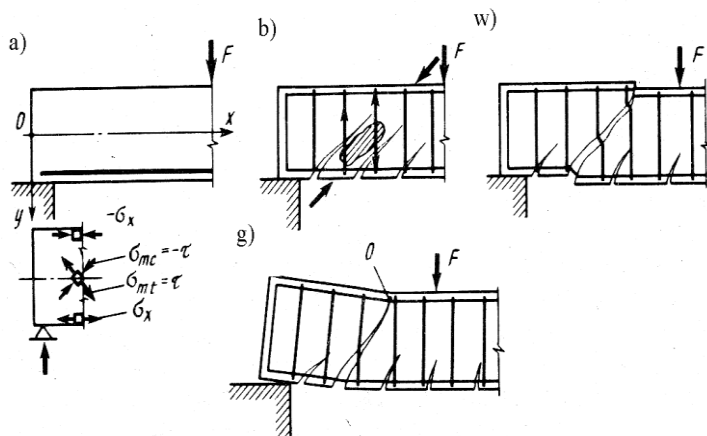
Elementiň weýran bolmagy esasy süýndüriji dartgynlandyrmalaryň R_{bt} ýa-da esasy gysyjy

dartgynlandyrmalaryň R_b baha ýetmegi netijesinde bolup geçip biler. Beýle elementiň berkligi esasy gysyjy we esasy süýndüriji dartgynlandyrmalaryň hereketinde

$$Q \leq R_b bz; \quad Q \leq R_{bt} bz \quad (5.48)$$

bolanda üpojün ediler.

Bu şertleri Demirbeton elementleriň ýapgyt kesik boýunça maksimal we minimal göterijilik ukybyny bahalandyryan baglanyşyklary almak üçin esas hökmünde ulanýarlar.



Surat. 5.10. Esasy dartgynlandyrmalaryň hereket etmek (a) we egrelýän elementiň ýapgyt kesik boýunça esasy gysyjy dartgynlandyrmalardan (b), keseleýin güýçden (w) we egreldiji pursatdan (g) weýran bolmaklygynyň bolmaklygynyň shemalary.

Betonyň gysylma gowy işleýändigini sebäpli, esasy gysyjy dartgynlandyrmalar, esasan, ýuka diwarly elementlerde howpludyr. Esasy süýndüriji dartgynlandyrmalar has howpludyr. Haçan-da σ_{mt} betonyň süýnmekdäki R_{bt} berkligine ýetenlerinde, onda ýapgyt jaýryk emele egelýär, ol Demirbeton elementiň daýanç ýanyndaky meýdançasyny iki

bölege bölýär, bu bölekler öz aralarynda gysylan zonada jaýrygyň üstündäki beton bilen, süýnen zonada bolsa jaýryk bilen kesilip geçilýän dikleýin armatura, hamytlar we epin ýerleri bilen baglanyşandyrlar. Daşarky ýüklemäniň ýokarlanmagy bilen egrelýän elementiň ýapgyt kesik boýunça weýran bolmagy üç sany mümkin bolup biljek ýagdaýlaryň biri boýunça bolup geçýär.

Ýagdaý 1. Egrelýän elementleriň keseleýin kesiginiň diwarynyň az giňliginde (tagmaly, iki tagmaly, gapyrjak görnüşli) we güýçli keseleýin armaturada, esasy gysyjy dartgynlandyrmalaryň emele getiren ýapgyt jaýryklarynyň arasyndaky diwaryň betonynyň pytradylmagy sebäpli elementler, keseleýin güýçleriň hereketiniň zonasynada weýran bolup bilerler (5.10, w surat.).

Ýagdaý 2. Elementiň daýanç ýanyndaky blogynyň jaýryk bilen bölünen bölekleriniň özara aýlanmaklygyna päsgel berýän, ýeterlik güýçli, gowy ankerlenen dikleýin armatura bar bolanda, weýran bolmaklyk gysylan zonanyň betonynyň kesilmegi netijesinde bolup geçýär. Özi hem, daýanç ýanyndaky blogyň iki bölegi hem biri-birine otnositel süýşýärler (5.10, w surat.), keseleýin we ýapgyt armaturanyň sterženlerindäki dartgynlandyrmalar akaganlyk çägene ýetýärler. Weýran bolmaklygyň bu hilli häsiýeti, esasan, keseleýin güýçleriň hereketi bilen bolup geçýär.

Ýagdaý 3. Gowşak dikleýin armaturada, ondaky hem-de ýapgyt jaýryk bilen kesilip geçilýän hamytlardaky we epin ýerlerdäki dartgynlandyrmalar akaganlygyň çägene ýetýärler. Egrediji pursadyň täsiri astynda, gysyjy täsirleriniň deň täsir edijisiniň goýulan O nokadyna otnositellikde, elementiň daýanç ýanyndaky blogynyň bölekleriniň özara aýlanmagy bolup geçýär (5.10, g surat.). Ýüklemäniň artmagy bilen jaýryk açylýar, gysylan zonanyň beýikligi azalýar we betonyň pytradylmagy bolup geçýär. Elementiň weýran bolmagynyň häsiýeti $\xi \leq \xi_R$ bolanda normal kesikler üçin ýokarda seredilene meňzeşdir. Dikleýin armaturada akaganlygyň

çäginden az dartgynlandyrmalarda hem, eger-de, ankerlemek bozulan bolsa we armaturanyň taýyp geçip gitmekligi bolup geçse, element bu shema boýunçaa weýran bolup biler.

Egrelýän elementleriň ýapgyt kesikler boýunça weýran bolmaklygy egrediji M pursadyň we keseleýin Q güýjüň bilelikdäki hereketiniň netijesi bolsa-da, häzirki wagtda beýle kesikleri weýran bolmaklygyň seredilen shemalaryna laýyklykda aýratynlykda hasaplaýarlar: a) pürsüň diwarynyň ýapgyt jaýryklaryň arasyndaky beton zolagynda gysylmaklyga (5.10, b surat.); b) ýapgyt jaýryk boýunça keseleýin güýjüň hereketine (5.10, w surat.); w) ýapgyt jaýryk boýunça egrediji pursadyň hereketine (5.10, g surat.); g) keseleýin armaturasyz elementler üçin — ýapgyt jaýryklaryň ösmegini çäklendirýän şertden.

Pürsüň diwaryny ýapgyt jaýryklaryň arasyndaky beton zolagynda gysylmaklyga hasaplamaklyk. Egrelýän elementleriň diwarda ýapgyt jaýryklar arasyndaky gysylan zolak boýunça weýran bolmaklygy, haçan-da öňünden gysmaklygyň we daşarky ýüklemeleriň bilelikdäki hereketinden diwarda ep-esli gysyjy täsirler ýüze çykan halatynda, ýuka diwarly Demirbeton elementlerde (esasan, öňünden dartgynlandyrylanlarda) mümkindir. Şol bir wagtda eksperimental maglumatlaryň derňewi beýik, öňünden dartgynlandyrylan pürsleriň ýapgyt jaýryklar arasyndaky gysylan zolak boýunça weýran bolmaklygynda, diwardaky esasy gysyjy dartgynlandyrmalaryň oklaýyn gysylmadaky betonyň berkliginden gös-görtele azdygyny görkezdi. Bu ýagdaý esasy gysyjy dartgynlandyrmalardan we keseleýin armaturadan süýndüriji täsirlerden bu ýerde iki okly dartgynlandyrylan ýagdaýyň barlygy bilen düşündirilýär (ser. 5.10, b surat.). Soňkular betonyň gysylma berkliginiň ymykly azalmagynyň sebäbi bolýandyrlar. Şu hem-de beýleki faktorlar sebäpli, ýapgyt jaýryklaryň arasyndaky (keseleýin armaturaly elementlerde) gysylma betonyň berkligini üpjün etmek üçin

(5.48) formulany we eksperimental maglumatlary hasaba almak bilen alnan (5.49) şert berjaý edilmelidir:

$$Q \leq 0,3\varphi_{wl} \cdot \varphi_{bl} R_b b h_0, \quad (5.49)$$

bu ýerde φ_{wl} — elementiň dikleýin okuna normal bolan hamytlaryň täsirini hasaba alýan koeffisiýent

$$\varphi_{wl} = 1 + 5\alpha\mu_w \leq 1,3$$

$$\alpha = \frac{E_s}{E_b}; \quad \mu_w = \frac{A_{sw}}{b_s}; \quad \varphi_{bl} \text{ — betonyň berkliginiň täsirini}$$

hasaba alýan koeffisiýent

$$\varphi_{bl} = 1 - \beta R_b$$

bu ýerde β — agyr beton üçin — 0,01, ýeňil üçin — 0,02 kabul edilýän koeffisiýent.

Eger-de (5.49) şert berjaý edilmeyän bolsa, onda elementiň kesiginiň ölçeglerini ulaltmak gerek. Pes berklikli betonlar ulanylanda, betonyň klasyny ulaltmak bilen kesigiň ölçeglerini saklamak mümkin.

Göniburçly kesigiň elementlerini ýapgyt jaýryk boýunça keseleýin güýjüň hereketine hasaplamak. Eger-de $\sigma_{mt} \leq R_{bt}$ **bolsa, elementde ýapgyt jaýryk emele gelmeýär [ser. (5.48) formulany]**. Demirbeton konstruksiýalary üçin bu şerte tejribelerden alnan takmynan baglanyşyk laýyk gelýär

$$Q \leq \varphi_{b3} R_{bt} b h_0, \quad (5.50)$$

bu ýerde φ_{b3} — agyr beton üçin 0,6, ýeňil üçin 0,4 kabul edilýän koeffisiýent.

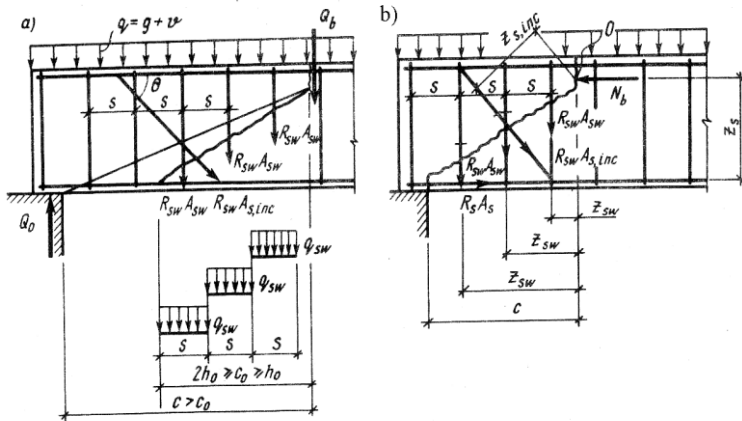
Şeýlelik-de, (5.50) şert berjaý edilende, Demirbeton elementleriň ýapgyt kesikler boýunça keseleýin güýjüň hereketine berkligine hasaplanylmagy talap edilmeyär we armatura konstuktiv piker ýöretmeler boýunça belenilip bilner. Egerde, $Q > \varphi_{b3} R_{bt} b h_0$ bolsa, onda keseleýin, kăwagtlar bolsa ýapgyt armaturalary hem hasaplama laýyklykda ýerleşdirmek bilen elementleriň berkligini üpjün etmek zerurdyr.

Hasaplama baglanyşyklaryny almak üçin ýapgyt kesikde hereket edýän täsirleriň shemasyna seredeliň (5.11, a surat.). Inžener hasaplamalarynda şeýle şert kabul edilendir, oňa laýyklykda, seredilýän ýapgyt kesikden bir tarapda ýerleşýän daşarky ýüklemenden keseleýin güýç, keseleýin armaturadaky, ujy gaňrylan sterženlerdäki we gysylan zonanyň betonyndaky hasaplama täsirleriniň elementiň okuna normala proyeksiýalarynyň jeminden ýokary geçmeli dälidir:

$$Q_A \leq Q_{sw} + Q_{s,inc} + Q_b = \sum R_{sw} A_{sw} + R_{sw} A_{s,inc} \sin \theta + Q_b, \quad (5.51)$$

bu ýerde Q_{sw} , $Q_{s,inc}$ — ýapgyt kesigi kesip geçýän hamytlar we epin ýerler tarapyndan degişlilikde kabul edilýän keseleýin güýçler; Q_b — beton tarapyndan kabul edilýän keseleýin güýç; A_{sw} we $A_{s,inc}$ — degişlilikde keseleýin sterženleriň we epin ýerleriň kesikleriniň meýdanlary; θ — gorizonta epin ýerleriň ýapgytlyk burçy; R_{sw} — keseleýin güýjüň hereketinde hamytlaryň we ujy gaňrylan sterženleriň hasaplamadaky garşylygy; $R_{sw} = 0,8 R_s$; 0,8 koeffisiýent ýapgyt jaýrygyň depesinde ýerleşen hamytlarda (epin ýerlerde)

dartgynlandyrmalaryň çäk bahalaryndan aşak bolup biljekdigini hasaba alýar. R_{sw} ululygynyň bahalary 4.2 tablisada getirilendirler.



Surat. 5.11. Ýapgyt kesikde hasaplama täsirleriniň shemasy:
a — keseleýin güýjyň hereketine hasaplama;
b — egreldiji pursadyň hereketine.

Keseleýin armaturaly (hamytly) elementleri hasaplamak.

Taslamalaşdyrmaklygynyň praktikasynda hamytlar (epin ýerlersiz) görnüşinde keseleýin armirmek has köp ýaýramaklyga eýe boldy. Bu ýagdaýda (5.51) hasaplamak şerti şu görnüşli alar

$$Q_A \leq Q_{sb} = Q_{sw} + Q_b, \quad (5.52)$$

Ýapgyt jaýrygynyň depesinde beton tarapyndan kabul edilýän Q_b keseleýin güýç betonyň süýnmä R_{bt} berkligine, kesigiň b giňligine, işçi h_0 beýiklige, hem-de kesik ýeriň otnositel $\frac{c}{h_0}$ ara gerimine bagly. Kesik ýeriň ara gerimi diýip

ýapgyt kesigiň proyeksiýasyna aýdylýar (5.11, a surat.). $\frac{c}{h_0}$ gatnasygyň ulalmagy bilen, keseleýin Q_b güýjüň güýçli peselmegi bolup geçýär, ol $\frac{c}{h_0}$ gatnasygyň orta bahalary üçin takmynan giperboliki baglanyşyk bilen beýän edilýär:

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0}{\frac{c}{h_0}} \quad \text{ýa-da} \quad Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c}.$$

Köpsanly tejribe maglumatlarynyň derňewi, kesik ýeriň otnositel ara geriminiň kiçi we uly bahalarynda, keseleýin Q_b güýjüň käbir hemişelik, degişlilikde $Q_{b,\max} = 2,5 R_{bt} b h_0$ we $Q_{b,\min} = \varphi_{b3} R_{bt} b h_0$ ululyklara deň bahalara ymtylýandygyny görkezdi. Şuny hasaba almak bilen göniburçly kesikli adaty egrelýän elementler üçin keseleýin güýji şu formula boýunça

$$Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c} = \frac{M_b}{c}, \quad (5.53)$$

ýöne, $2,5 R_{bt} b h_0$ ululykdan uly däl, hem-de $\varphi_{b3} R_{bt} b h_0$ ululykdan kiçi däl diýip kesgitleýärler.

φ_{b2} we φ_{b3} koeffisiýentler tejribe maglumatlaryny gaýtadan işlemek netijesinde alnandyrlar we betonyň görnüşiniň täsirini hasaba alýarlar. Agyr beton üçin bu bahalar degişlilikde deňdirler $\varphi_{b2} = 2$; $\varphi_{b3} = 0,6$.

Eger-de elementiň käbir meýdançasynnda keseleýin sterženler deň ölçegli ýerleşen bolsalar (şol bir ädimli we şol bir diametrli), onda olara elementiň uzynlygy boýunça üznüksiz paýlanan keseleýin armatura hökmünde seretmek mümkin, hem-de Q_{sw} täsiri şu formula boýunça tapýarlar

$$Q_{sw} = q_{sw}c_0, \quad (5.54)$$

bu ýerde q_{sw} — ýapgytlaýyn kesigiň çäklerinde elementiň uzynlygynyň birligine keseleýin sterženler tarapyndan kabul edilýän güýçler

$$q_{sw} = \frac{R_{sw}nA_{sw,i}}{s},$$

$A_{sw,i}$ — bir keseleýin sterženiň kesiginiň meýdany; n — elementiň okuna normal, bir tekizlikdäki keseleýin sterženleriň sany; c_0 — onda hamytlaryň täsiri hasaba alynýan ýapgyt jaýrygyň proyeksiýasynyň uzynlygy.

(5.54) we (5.53) formulalary göz önünde tutup, (5.52) formuladan hamytlar we beton tarapyndan kabul edilýän Q_{sw} keseleýin güýji kesgitlemek üçin aňlatmany alýarys:

$$Q_{sb} = Q_{sw} + Q_b = q_{sw}c_0 + \frac{M_b}{c}. \quad (5.55)$$

(5.55) formuladan c ululyk artdyrylanda hamytlar tarapyndan kabul edilýän Q_{sw} keseleýin güýjüň artýandygy (5.12, a surat.), beton tarapyndan kabul edilýän Q_b keseleýin güýjüň, tersine, azalýandygy (5.12, b surat.) görünýär. Ol bahada keseleýin sterženler we gysylan beton in az keseleýin

täsiri kabul edýän ýapgyt jaýrygyň proyeksiýasynyň c_0 howply uzynlygyny kesgitlemek üçin funksiýanyň ekstremumyny tapmak düzgünini ulanalyň (5.12, w surat.), ýagny bölekleyin $\frac{\partial Q_{sb}}{\partial c_0}$ önümiň nula deňlik şertinden

$$\frac{\partial Q_{sb}}{\partial c_0} = q_{sw} - \frac{M_b}{c_0^2} = 0, \quad (5.56)$$

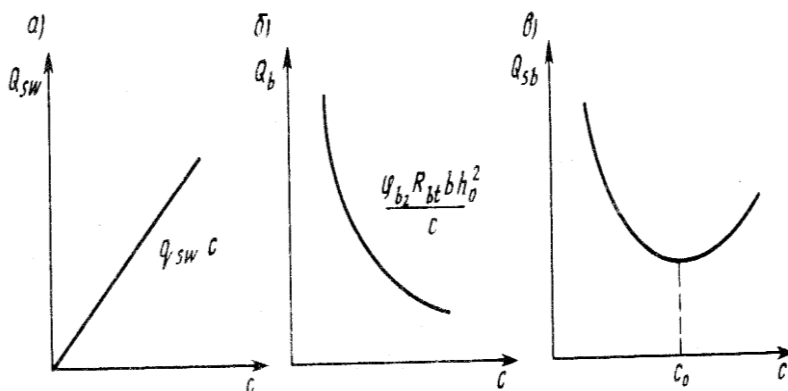
bu ýerden

$$c_0 = \sqrt{\frac{M_b}{q_{sw}}} = \sqrt{\frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{q_{sw}}}. \quad (5.57)$$

Tejribe maglumatlarynyň esasynda, c_0 bellenilende, kadalar $h_0 < c_0 < 2h_0$ şerti berjaý etmegi maslahat berýärler.

Surat. 5.12. Baglanyşyklaryň grafikleri:

a — $Q_{sw} = f(c)$; b
—



Sur. 5.12. Baglanyşyklaryň grafikleri:

a — $Q_{sw}=f(c)$; b — $Q_b=f(c)$; b — $Q_{sb}=f(c)$

$$Q_b = f(c); \quad w - Q_{sb} = f(c)$$

Hasaplamadaky keseleýin güýç kesgitlenilende (seret, 5.11, a surat.), daşarky keseleýin güýji azaldýan ýüklemäni, diňe ol hereket edýän (suwuň, topragyň basyşy we ş.m.) ýagdaýdalarynda hasaba almak gerek. Ol hasaba alnanda

$$Q_A = Q_0 - v c. \quad (5.58)$$

Bu ýagdaýda (5.52) hasaplamak serti şu görnüşli alar

$$Q_0 = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c} + q_{sw} c_0 + v c. \quad (5.59)$$

Iki goňşy hamytlaryň arasynda jaýryklaryň emele gelmek mümkinçiligini aradan aýyrmak üçin, bu meýdançada keseleýin güýjüň diňe beton tarapyndan kabul edilmegi gerek, ýagny (5.53) şert kanagatlandyrylmalydyr:

$$Q \leq Q_b = \frac{\varphi_{b2} R_{bt} b h_0^2}{c}.$$

$c=s$ kabul edip we hamytlar goýlanda mümkin bolup biljek nätakyklyklary hasaba alýan 0,75 koeffisiýenti girizip, alýarys

$$s_{\max} = \frac{0,75 \varphi_{b2} R_b b h_0^2}{Q}.$$

[1] kadalara laýyklykda keseleýin sterşženleriň arasyndaky aralyklar konstruktiv talaplary hem kanagatlandyrmalydyrlar. Deňölçegli paýlanylan ýüklemelerde ara gerimiň $\frac{1}{4}$ -ine deň daýanjyň golaýyndaky meýdançalarda, keseleýin armaturany şu ädimler bilen goýmaly: elementiň kesiginiň h , 450 mm-e deň we ondan az beýikliginde, — $\frac{h}{2}$ -den köp däl we 150 mm-dan köp däl; 450 mm-dan ýokary bolanda — $\frac{h}{3}$ -den köp däl we 500 mm-dan köp däl.

Ara gerimiň beýleki böleginde elementiň kesigiň 300 mm-
 $\frac{3}{4}$
 dan köp beýikliginde keseleýin armaturany beýikligiň $\frac{3}{4}$ -inden köp däl we 500 mm-dan köp däl ädim bilen goýýarlar.

Keseleýin armatura işe R_{sw} hasaplanma garşylygy bilen girişer ýaly, onuň uçlarynda ygtybarly ankerlemegiň bolmagy gerek. Bu ankerlemeklige, adatça, keseleýin armaturany dikleýine kebşirmek bilen ýetilýär.

Ýapgyt kesikleriň keseleýin güýje hasaplanylyşynyň blok-shemasy 8-nji goşundyda berlendir.

Göniburçly kesigiň elementlerini ýapgyt jaýryk boýunça egreldiji pursadyň hereketine hasaplamak. Ýapgyt kesikleriň

egreldiji pursadyň hereketine hasaplanylmagy, olaryň berkligini, armaturanyň belli möçberinde we ýerleşişinde barlamakdan ybaratdyr. Kesigiň berkligi üpjün ediler, eger-de daşarky güýçleriň O nokada (gysylan zonada täsirleriň deň täsir edijisiniň goýulýan) otnositel, hasaplamadaky M_0 pursady dikleýin armaturada, hamytlarda we uýy gaňrylan sterženlerde, şol bir nokada otnositel, hasaplamadaky täsirleriň pursatlarynyň jeminden geçmese (ser. 5.11, b surat.):

$$M_0 \leq M_s + M_{sw} + M_{s,inc} \cdot \quad (5.60)$$

Gysylan zonada täsirleriň deň täsir edijisiniň goýulan nokadyna otnositel dikleýin armaturadaky hasaplamadaky täsiriň M_s pursadyny

$$M_s = R_s A_s z_s$$

formula boýunça kesgitleýärler, keseleýin sterženlerdäki täsiriň M_{sw} pursadyny

$$\underline{M_{sw} = \sum R_{sw} A_{sw} z_{sw}}$$

formula boýunça, ýa-da keseleýin armaturadaky elementiň uzynlygy boýunça üznüksiz paýlanan hökmünde seretmekden kesgitleýärler

$$M_{sw} = \frac{q_{sw} c_0^2}{2},$$

bu ýerde c_0 — elementiň dikleýin okuna ýapgyt kesigiň proyeksiýasynyň uzynlygy. Hasaplamadaky täsirleriň $M_{s,inc}$ pursady epin ýerlerde şol nokada otnositel

$M_{s,inc} = \sum R_{sw} A_{s,inc} z_{s,inc}$ deňdir. Bu formulalardaky z_{sw} we

$z_{s,inc}$ ululyklaryň bahalary degişli armaturadaky (dikleýin, keseleýin we ujy eplenen) täsirleriň deň täsir edijisinden gysylan betondaky täsiriň deň täsir edijisine çenli aralyklara deňdir.

Ýapgyt kesigiň gysylan zonasynyň beýikligini, Demirbeton elementiň ýapgyt kesik bilen bölünen blogyna täsir edýän ähli daşarky we içerki keseleýin güýçleriň deňagramlyk şertinden kesgitleýärler. Elementiň dikleýin okuna normal bolan keseleýin sterženlerli egrelýän element üçin alýarys

$$N_b - N_s = 0 \quad \text{ýa-da} \quad R_b b x = R_s A_s. \quad (5.61)$$

Bu ýerden, ýapgyt kesigiň gysylan zonasynyň beýikligini, ýokarda, normal kesik üçin alnana meňzeşlikde, şu

$$x = \frac{R_s A_s}{R_b b}, \quad (5.62)$$

formula boýunça tapýarlar, dikleýin süýnen N_s armaturadaky täsirleriň deň täsir edijisinden betonyň gysylan zonadaky täsirleriniň deň täsir edijisine çenli aralygy

$$z_s = h_0 - \frac{x}{2}$$

Ýapgyt kesikler boýunça egrediji pursadyň hereketine berkligiň hasaplanylmagy pürsleriň daýançlaryň ýakynyndaky zonalarynda, dikleýin armaturanyň gutarýan, elementiň konfigurasiýasynyň düýpgöter üýtgeýän (ýonmalar we ş.m) ýerlerinde amala aşyrylmalydyr.

Daýançlaryň ýanyndaky zonada hasaplamaklyk (ser. 5.11, b surat.) umumy ýagdaýda

$$M \leq N_s z_s + \frac{q_{sw} c^2}{2}, \quad (5.63)$$

şertden ýerine ýetirilýär, bu ýerde N_s — onuň ankerlenmeginiň berkliginiň hasabyna ýapgyt kesikdiki dikleýin armaturanyň kabul edip biljek täsiri.

Eger-de ýapgyt A — A kesik, ýörite ankerleri (şaybalar, goýulýan detallar) bolmadyk dikleýin süýndürilen armaturany ankerlemegiň lan zonasynyň çäklerinde (5.13, a surat.), ýa-da ankerleri bolmadyk öňünden dartgynlandyrylan armaturany dartgynlandyrmalary geçirmegiň zonasynyň lp çäklerinde (5.13, b surat.) kesýän bolsa, onda degişli armaturanyň hasaplamadaky garşylygynyň bahasy ony işleriň şertiniň γ_s koeffisiýentine köpeltmek bilen peseldilýär.

Öňünden dartgynlandyrylmasy bolmadyk elementler üçin γ_s koeffisiýent kesgitlenilende, As armaturany ankerlemegiň zonasynyň çäklerinde ondaky dartgynlandyrmalar sterženiň başynda nuldан başlap, ankerlemegiň zonasynyň soňunda hasaplamadaky garşylyga çenli artyp bilerler diýlip hasap

edilýär. Onda $\gamma_s = \frac{l_x}{l_{an}}$, (5.63) hasaplama formulasyna geçirilýän güýç

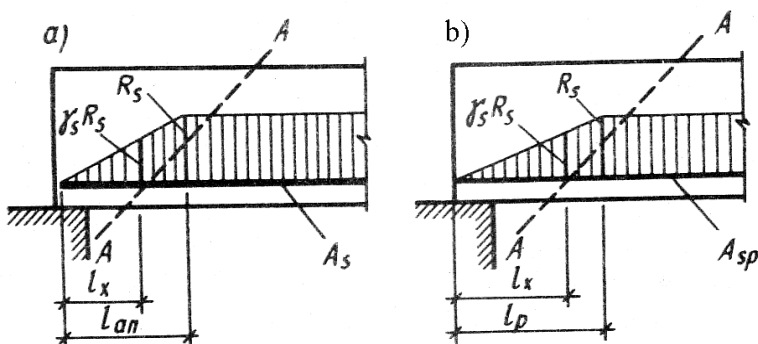
$$N_s = \gamma_s R_s A_s \quad (5.64)$$

bolar.

Eger-de ankerlemegiň zonasynyň çäklerinde ýörite gytaklaýyn ýa-da keseleýin armatura bar bolsa, onda, (5.64) formula boýunça hasaplanylýan N_s täsir, betonyň döwürmä garşylygyny ýokarlandyrmagyň hasabyna artýar.

Onuň doly hasaplamadaky garşylygy bilen ulanylmagyny üpjün edýän, ähli sterženleri daýançlara çenli eltilen we

ankerlenmesi bolan keseleýin armaturaly adaty elementler üçin ýapgyt kesikler boýunça egrediji pursadyň hereketine berkligiň hasaplanylmagy ýerine ýetirilmeyär. Normal kesikler boýunça elementiň berkligi üpjün edilende we dikleýin armaturany ankerlemegiň düzgünleri berjaý edilende ýapgyt kesikler boýunça berkligiň hem gös-görtele kepillendiriljekdigi aýdyndyr: hasaplamadaky täsiriň dikleýin armaturadaky M_s pursady elementiň uzynlygy boýunça üýtgeşsiz we normal kesikdäki çäk pursada deňligine galýar. Özi hem soňka, (5.60) şerte laýyklykda, keseleýin we gaňrylan sterženlerdäki hasaplamadaky täsirlerden pursatlar goşulýarlar, şol wagtda bolsa, daşarky ýüklemeden egrediji pursat degişli normal kesikdäki öz bahasyndan geçmeyär.



Surat. 5.13. Dikleýin işçi armaturany ankerlemegiň zonasynyň çäklerinde kesip geçýän hasaplama kesiklerindäki armaturanyň hasaplama garşylygyny kesgitlemeklige

Ýapgyt kesikler boýunça egrediji pursadyň hereketine elementleriň berkliginiň hasaplamasyny şu ýagdaýlarda geçirmän hem bolar: a) hasaplama boýunça keseleýin armatura talap edilmeyär, dikleýin bolsa daýanjyň gyraňynyň aňyrsyna $10d$ ululykdan az bolmadyk aralyga eltilen; b) hasaplama boýunça keseleýin armatura gerek, dikleýin bolsa daýanjyň

gyraňynyň aňyrsyna $15d$ ululykdan az bolmadyk aralyga eltilen;

Egrelýän elementler armirlenilende metaly tygşytlamak üçin dikleýin süýnen armaturanyň bir bölegini (maksimal hasaplama meýdanyndan 50%-e çenli) daýançlara çenli eltmezlige, ara gerimde, egrelýän pursat boýunça normal kesikleriň berkligini üpjün etmek şertinden ol talap edilmeýän ýerde ony tamamlamaklyga ýol berilýär (5.14, a surat., 1 — 1 kesik). Emma, MA pursat hereket edýän (5.14, b surat.), 2 — 2 ýapgyt kesigiň berkligini üpjün etmek üçin, dikleýin armaturanyň böleginiň tamamlanylmagy, seredilýän ýapgyt kesik bilen kesilen, keseleýin armaturanyň degişli möçberi bilen kompensirlenen bolmagy gerek, ýagny

$$R_s A_s z_s \leq \sum R_s A_{sw} z_w$$

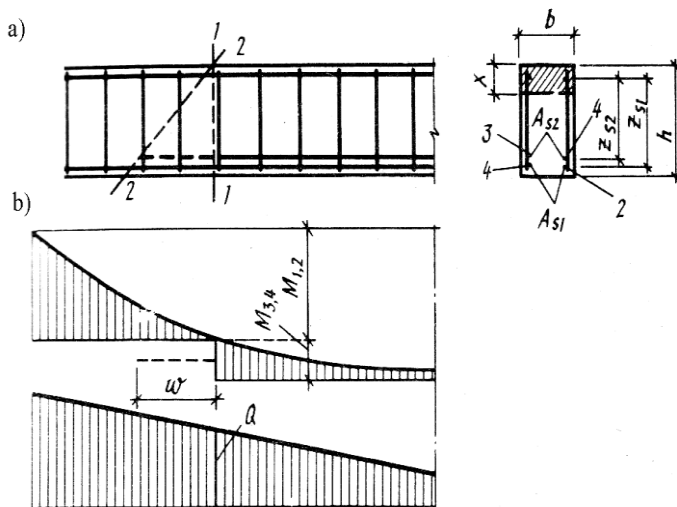
şert berjaý edilmelidir.

Adatça, armatura teoretiki tamamlanmak nokadynda tamamlanylanda (1 — 1 kesik) ýapgyt kesikleriň berkligi pursat boýunça üpjün edilmeýär we şonuň üçin, tamamlanýan sterženleri olaryň teoretiki tamamlanýan ýeriniň aňyrsyna, aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýän ω ululyga çenli eltmeك gerek

$$\omega = \frac{Q}{2q_{sw}} + 5d \geq 20d, \quad (5.65)$$

bu ýerde Q — teoretiki tamamlanylmagyň nokadyndan geçýän, normal kesikdäki daşarky ýüklemeden keseleýin güýç; q_{sw} — teoretiki tamamlanylmagyň ýerinde hamytlar tarapyndan elementiň uzynlygynyň birligine kabul edilýän täsir.

Sterženleriň teoretiki tamamlanýan ýerini grafoanalitiki usul bilen kesgitleýärler. Bu maksat bilen daşarky ýüklemeden egrediji pursatlaryň epýuryna (5.14, b surat.), hakykat ýüzünde süýnen armaturasy bar bolan elementiň kesikleri tarapyndan kabul edilýän pursatlaryň epýuryny şol bir masştabda geçirýärler. Alnan, armaturanyň epýury atlandyrylýan grafik, armaturanyň hasaplamadaky garşylyklaryndaky we hakykatdaky kesiklerindäki ol ýa-da beýleki meýdançada konstruksiyanyň kabul etmäge ukyply egrediji pursatlarynyň ululyklarynyň daşarky ýüklemeden pursatlarynyň ululyklaryndan näçeräk ýokary bolýandygyny anyk görkezýär. Poladyň tygşytlanylmagyny almak üçin artykmaç armaturany ara gerimde tamamlamak bilen, bu ýokary bolmagyň minimumyna ymtylmak gerek. Goý, meselem, pürsde iň uly pursat boýunça 1, 2, 3, 4 dört sterženlerden armatura saýlanylan bolsun (5.14, a surat.). Olaryň ikisini, 1 we 2 belgililerini daýançlara çenli eltýärler, 3 we 4 sterženleri ara gerimde tamamlaýarlar. Olaryň teoretiki tamamlanmagynyň ýerini kesgitlemek üçin grafikde (ser. 5.14, b surat.) kabul edilen masştabda, $A_{s1,2}$ ($M_{1,2} = R_s A_{s1,2} z_{s1}$) meýdanly 1 we 2 sterženler bilen armirlenen kesik tarapyndan kabul edilýän pursady ölçäp goýýarlar we oka parallel gorizonta çyzygy geçirýärler. Bu çyzygyň egrediji pursatlaryň epýury bilen (1 — 1 kesik) kesişýän ýeri teoretiki tamamlanmagyň ýeri bolar.



Surat. 5.14. Egrelýän elementň ara geriminde armaturanyň ankerlenilmegini üpjün etmek (a); armaturanyň epýuryny gurmak (b):

1 — 1 — sterženleriň teoretiki tamamlanýan ýeri; 2 — 2 — şol, hakykat ýüzündäkiniki.

Keseleýin armaturasyz elementleri hasaplamak. Demirbeton konstruksiýalaryň käbir görnüşlerinde (bitin plitalar, beýikligi 150 mm çenli pürsler, beýikligi $h \leq 300$ mm-dan köp, boşlukly gurnama plitalar we ş.m.) keseleýin armaturany goýmazlyga ýol berilýär. Bu ýagdaýda ýapgyt kesikler boýunça berkligiň hasaplanylmagyny, $Q_{sw} = Q_{s,inc} = 0$ bolanda, (5.51) şertden ugrur alyp, amala aşyrýarlar.

Tejribe maglumatlaryny hasaba almak bilen, betonyň kabul edýän Q_{b1} keseleýin güýjüni, (5.53) formula meňzeş formula boýunça kesgitleýärler. Onda, berklik şerti

$$Q_b = \varphi_{b4} R_{bt} \frac{bh_0^2}{c},$$

(5.66)

ýöne $2,5R_{bt}bh_0$ ululykdan ýokary we $\varphi_{b3}R_{bt}bh_0$ ululykdan az bolmaly däl.

(5.66) formulanyň (5.53) formuladan tapawudy φ_{b4} san koeffisiýentiniň keseleýin armaturasyz elementleriň howpsuzlygyny ýokarlandyrmak maksady bilen, (5.53) formuladaky φ_{b2} koeffisiýent bilen deňeşdireniňde peseldilen görnüşde kabul edilýändigidir. Agyr beton üçin $\varphi_{b4}=1,5$.

Giň plitalarda kesigiň giňligi boýunça galtaşygy dartgynlandyrmalaryň paýlanylmagynyň deňölçeqliden gyşarýandygy maýyşgaklyk nazaryýetinden belli. Gyalarda galtaşygy dartgynlyklar artýarlar, plitanyň ortasynda bolsa azalýarlar. Ýokarlandyrylan galtaşygy dartgynlandyrmalary kabul etmek üçin plitalaryň gyalarynda ýörite keseleýin armaturany ýerleşdirýärler.

1. Demirbeton plitalaryny konstruirlemeklige bildirilýän talaplar. 2. Demirbeton pürslerini konstruirlemeklige bildirilýän talaplar. 3. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary konstruirlemegiň aýratynlyklary. 4. Dikleýin we keseleýin armaturanyň niýetlenilişi. 5. Demirbeton pürsleriň normal kesik boýunça weýran bolmaklygynyň esasy ýagdaylary. Elementiň gysylan we süýnen zonalar boýunça weýran bolmaklygyny kesgitleýän şertler, olar haýsy faktorlara bagly? 6. Ýekeleýin armaturaly normal kesikleri hasaplamak üçin kabul edýän öňünden döreýän şertler haýsylar? $\xi \leq \xi_R$ bolanda A-II we A-III süýnen armaturada dartgynlyklar nämä deň? 7. Ýekeleýin armaturaly kesikleri hasaplamak üçin formulalaryň getirilip çykarylşy. 8. Nähili esasy meseleler ýekeleýin armaturaly kesikleri hasaplamakda

duş gelyär ? Eger-de ýekeleýin armaturaly pürsün kesigi barlanylanda $\xi > \xi_R$ alnan bolsa, hasaplamada näme etmeli?

9. Aşa armirlenen kesikleri hasaplamaklygyň aýratynlyklary.

10. Armirlemegiň maksimal we minimal göterimi näme bilen kesgitlenilýär ?

11. Ýekeleýin armaturaly göniburçly profilli elementiň normal kesik boýunça göterijilik ukybyny nähili kesgitlemeli ?

12. M, h, b, R_b, R_s belli bolanlarynda pürsün dikleýin armaturasynyň kesiginiň meýdanyny nähili kesgitlemeli ?

13. Eger-de h we b näbelli bolsalar bu meseläni nähili çözmeli ?

14. Haýsy ýagdaýda goşa armaturany goýmaklygy ulanýarlar?

15. Goşa armaturaly egrelýän elementleriň göniburçly kesiklerini hasaplamak üçin formulalary getirip çykaryň.

16. Gysylan armaturany goýmaklygyň gerekdigini kesgitleýän şertleri ýazyň we ony hasaplamaklygyň yzygiderligini görkeziň.

17. Tagma kesigiň hasaplamasyna girizilýän tekjäniň giňligi nähili bellenilýär ?

18. Tagma kesigi göniburçly hökmünde seretmäge mümkinçilik berýän şertleri ýazyň.

19. Tagma kesigi hasaplamak üçin formulalary getirip çykaryň.

20. Gysylan we süýnen zonalarda adaty we dartgynlandyrylýan armatura bilen armirlenen elementleriň normal kesiklerini hasaplamaklygyň aýratynlyklary.

21. Ýapgyt jaýryklaryň emele gelmeginiň ýüze çykmagynyň sebäpleri haýsylar ?

Ýapgyt kesikler boýunça egrelýän elementleriň weýran bolmaklygynyň shemasyny beýan ediň.

22. Egrelýän elementiň ýapgyt kesiginiň gysyjy dartgynlandyrmalaryň hereketine berkligini nähili barlamaly ?

23. Ýapgyt jaýryklaryň emele gelmeginiň şerti nähili ?

Jaýryklar bar bolanda keseleýin güýje hamytlary hasaplamagyň formulalaryny getirip çykaryň.

24. Göniburçly ýapgyt kesigiň egreldiji pursat boýunça berklik şertlerini ýazyň.

25. Ara gerimde armaturanyň teoretiki tamamlanýan ýeri we sterženleriň goýulýan uzynlygy nähili kesgitlenilýärler ?

26. Keseleýin armaturasyz elementleri hasaplamagyň aýratynlyklary haýsylar ?

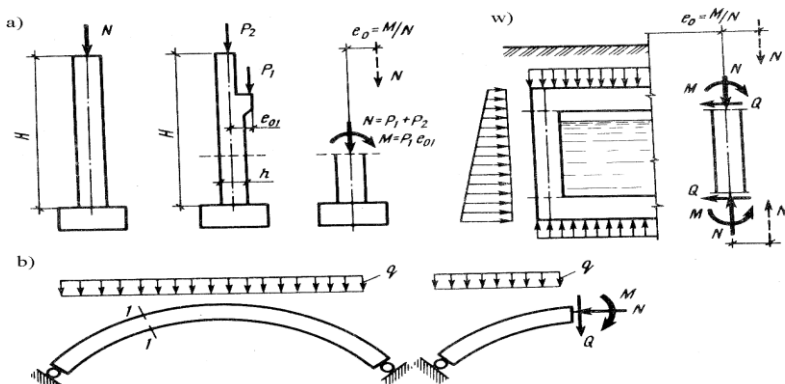
27. Keseleýin armaturany

goýmaklyga konstruktiv talaplar haýsylar ? 28. Keseleýin armaturanyň hasaplamasyny haçan geçirmek gerek ? 29. Haýsy ýagdaýlarda keseleýin kesigiň ölçeglerini ulaltmak gerek ? 30. Dikleýin sterženlerde epin ýerler näme üçin ýerine ýetirilýärler?

BAP 6. MERKEZDEN DÄL GYSYLAN WE MERKEZDEN DÄL SÜÝNDÜRILEN ELEMENTLERIŇ BERKLIGINI HASAPLAMAKLYK

6.1. Merkezden däl gysylan elementleriň görnüşleri

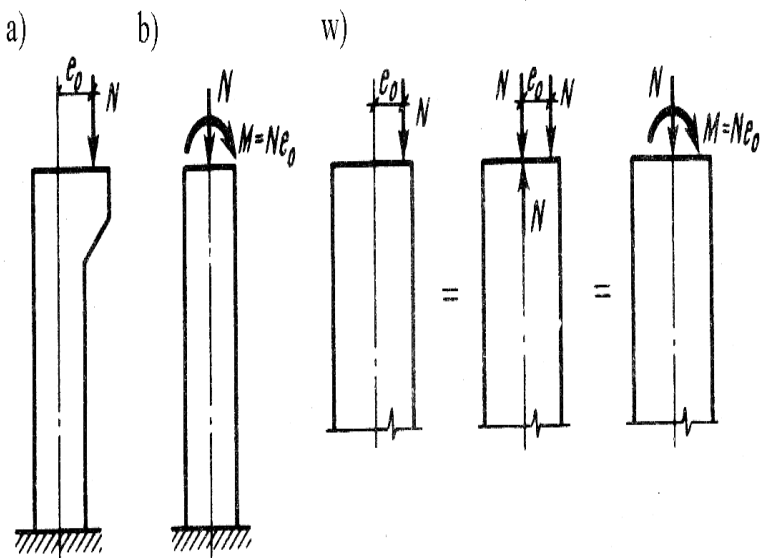
Merkezden däl gysylma şertlerinde kran ýüklemeleri bolan bir gatly önümçilik jaýlarynyň kolonnalary (6.1, a surat.), rama konstruksýalarynyň elementleri, arkalar (6.1, b surat.); topragyň gapdal basyşyny kabul edýän göniburçly rezerwuarlaryň diwarlary (6.1, w surat.), gyýa goýulmadyk fermalaryň elementleri we ş.m. bolýandyrlar. Merkezden däl gysylan elementler agyrylyk merkezine otnositellikde ekssentrisitet bilen goýlan dikleýin N güýjüň (6.2, a surat.) täsirine ýa-da N güýjüň we M pursadyň täsirine (6.2, b surat.) sezewardyrlar. N güýjüň we M pursadyň bir wagtdaky täsiri, kesigiň agyrylyk merkezine otnositellikde $e_0 = \frac{M}{N}$ ekssentrisitet bilen goýlan diňe bir N güýjüň täsirine ekwiwalentdir (6.2, w surat.).



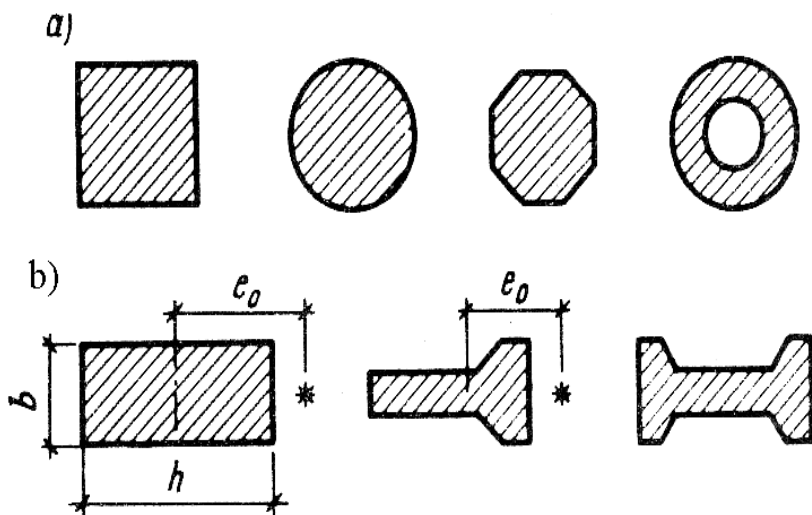
Surat. 6.1. Merkezden däl gysylan konstruksýalaryň görnüşleri

Konstruksýalaryň şeýle klaslary bardyr, olarda statiki hasaplamaklyga laýyklykda dikleýin güýç kesigiň agyrylyk

merkezinden geçyän ok boýunça täsir edýär. Emma, hakykatda bu konstruksiýalarda hem, tötänleýin gorizontaýl güýçler, elementiň başlangyç egrelmegi, montažyň nätaýyklygy, elementiň kesigi boýunça betonyň häsiýetleriniň bir jynsly bolmazlygy, dikleýin işçi armaturanyň ýerleşişiniň nätaýyklygy we ş.m. bilen şertlendirilen tötänleýin e_a ekssentrisitet bardyr.



Surat. 6.2 . Gysylan elementler



Surat. 6.3. Merkezden däl gysylan elementleriň keseleýin kesikleri

e_a ululygy $e_a = \frac{l}{600}$, $e_a = \frac{h}{30}$ bahalaryň ulusyna deň kabul edýärler, bu ýerde l — elementiň uzynlygy; h — keseleýin kesigiň ölçegi. Ondan başga-da, gurnama elementlerden emele getirilen konstruksiýalar üçin, konstruksiýanyň görnüşine, montažyň usulyňa we ş.m. bagly bolan süýşmekligi hasaba almaklyk gerek.

[1] kadalara laýyklykda, statiki kesgitlenilip bolunýan konstruksiýalar hasaplanylanda, e_a tötänleýin ekssentrisitet

hasaplamak boýunça kesgitlenilen $e_0 = \frac{M}{N}$ ekssentrisitet bilen

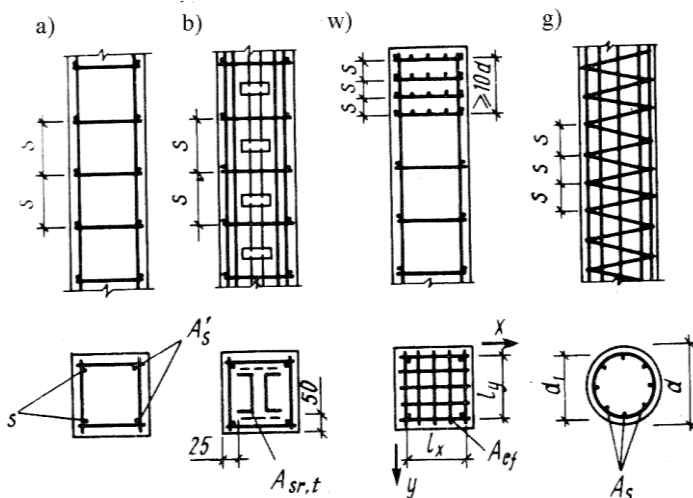
goşulyşýar; statiki kesgitlenilip bolunmaýan konstruksiýalar üçin, konstruksiýanyň elementlerinde täsirleri täzedan paýlamaklygyň mümkinçiligi bilen şertlendirilen talaby gowşatmaklyga ýol berilýär we ekssentrisitetiň bahasy hasaplamadaka deň, emma tötänleýinden az däl kabul edilýär.

6.2. Gysylan elementleriň konstruktiv aýrratynlyklary

Elementleriň keseleýin kesiklerini olaryň işiniň häsiýetine baglylykda belleýärler. Tötänleýin ekssentrisitetli gysylan elementler üçin keseleýin gysylan kesigiň köplenç kwadrat, tegelek ýa-da köpburçly görnüşlerini ulanýarlar (6.3, a surat.). Tygşylylyk üçin beýle elementleriň içi boş bolup biler.

Hasaplanylýan ekssentrisitet bilen işleýän elementleriň keseleýin kesiklerini daşarky pursadyň hereket ediş tekizliginde ösdürýärler we göniburçly, tagma we iki tagmaly görnüşli kabul edýärler (6.3, b surat.). Taraplaryň gatnaşygy $h = (1,3...3) b$ çäklerde bolan göniburçly kesikler has giň ýaýrandyrlar.

Kolonnalaryň keseleýin kesiginiň ölçeglerini hasaplamak bilen kesgitleýärler hem-de galyby we armirlemegi unifikirlmek maksady bilen olary, eger-de kesik 500 mm-den ýokary däl bolsa, 50-ä galyndyzys bölünýän, uly ölçeglerde 100-e galyndyzys bölünýän belleýärler. Betonlamagyň hilini ýokarlandyrmak üçin monolit kolonnalar üçin keseleýin kesigiň 250 mm-den az ölçegleri maslahat berilmeýär.



Surat. 6.4. Gysylan elementleri armirlemegiň görnüşleri

Gysylan kolonnalar üçin B15...B30 klaslarly betonlary ulanýarlar. Soňky ýyllarda has ýokary klaslarly betonlardan bolan elementleriň taslamalary işlenilip düzüldi we girizilmegi başlanyldy, bu bolsa materiallaryň ymykly tygşytlanylmagyny almaga, aýratyn hem tötänleýin eksentrisitetli elementlerde, mümkinçilik berýär.

Gysylan elementleri armirlemegiň ulgamlaryny dikleýin we keseleýin armaturanyň görnüşi boýunça klassifisirleýärler. Dikleýin ugurda armurlenmek çäýe (6.4, a surat.) ýa-da gaty (göteriji) armatura (6.4, b surat.) bilen, keseleýin ugurda — hasaplamada hasaba alynýan hamytlaryň, torlaryň (gytaklaýn atlandyrylýan armirmek, 6.4, w surat.) we spiral armaturanyň (6.4, g, surat.) kömegi bilen ýerine ýetirilip bilner.

Gysylan elementleri dartgynlandyrylmadyk we datrtgynlandyrylan armatura bilen taslamalaşdyrýarlar. Öňünden dartgynlandyrylan armaturany, haçan-da egrediji pursatlar ep-esli bolanlarynda we kesigiň böleginiň süýnmegini emele getirenlerinde, hem-de elementleriň uly çäýeliginde,

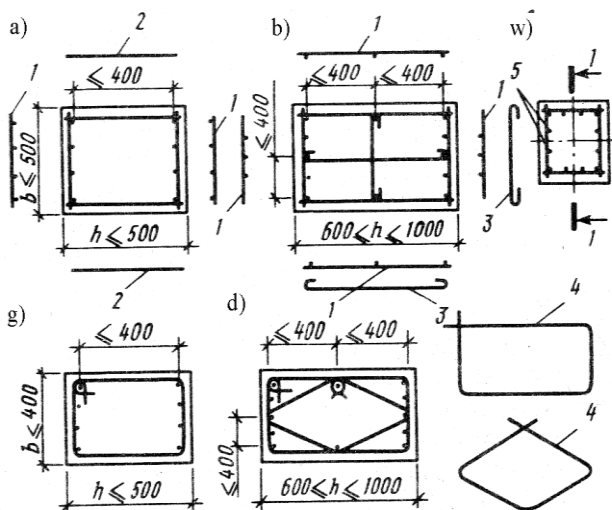
otnositel uly ekssentrisitetlerde ulanmak maksadalaýykdyr. Çeýe elementler üçin önünden dartgynlandyрма, taýýarlamaklyk, daşamaklyk we montaj döwründe, keseleýin egrelmä işleýändigleri sebäpli, işiň gowy şertlerini döredýärler.

Gysylan elementleri, esasan, A-II...A-III klaslary dartgynlandyrylmaýan armatura bilen armirleýärler. Bu ýagdaýda dikleýin sterženleriň diametrine adaty 40 mm-dan köp däl we gurnama elementlerde 16 mm-dan we monolitlerde 12 mm-dan az däl belleýärler. Diametri 40 mm-dan ýokary sterženleri gaýtadan işlemek kyn, 12...16 mm-dan azlary bolsa montajda karkasyň berkligini üpjün etmeýärler.

Işçi armaturanyň ähli sterženlerini deň diametrli bellemeklik maslahat berilýär. Eger-de işçi armatura dürli daimetrlilerden konstruirilen bolsa, onda ikiden köp bolmadyk dürli diametrleri ulanmaklyga ýol berilýär. Özi hem uly diametrli sterženleri kesigiň burçlarynda ýerleşdirýärler. Işçi sterženleri, keseleýin kesikde elementiň üstüne mümkin boldugyça ýakyn, betonyň gorag gatlagynyň minimal galyňlygyny berjaý etmek bilen, ol sterženiň diametrinden az däl we 20 mm-dan az däl bolmalydyr, ýerleşdirýärler. Sterženleriň arasyndaky ýşykdaý aralyklary gurnama kolonnalarda (gorizontal betonlamada) 30 mm-dan az däl, monolit kolonnalarda (wertikal betonlamada) 50 mm-dan az däl, hem-de, iki ýagdaýda hem sterženiň diametrinden az däl belleýärler (6.5 surat). Sterženleriň arasyndaky maksimal ýol berilýän aralyk 400 mm.

Tötänleýin ekssentrisitetli elementlerde kolonna, tötänleýin, gapdaldan bolan täsirlerden we hasaplamadaky täsirlerden egrediji pursatlary gowy kabul edip biler ýaly, sterženleri burçlarda hökman goýmak bilen, dikleýin armaturany kesigiň perimetri boýunça deňölçepli paýlaýarlar. Kesigi 40 x 40 sm çenli bolan kolonnalary dört steržen bilen armirlemek bolar, olaryň arasynda 400 mm-dan ýokary aralyklarda kesigiň perimetri boýunça aralyk sterženleri göz önünde tutmak gerek.

Pursadyň hereket ediş tekizliginde ösen, hasaplamalardaky eksentrisitetli ($e_0 > e_a$) we kesiklerli elementlerde dikleýin işçi sterženleri gysga gyraňlaryň uzaboýuna ýerleşdirýärlər (6.5 surat.).



Surat. 6.5. Çeýe armaturaly gysylan elementleri armirmek: a, b, w — kebşirlenen karkaslar bilen; g, d — örülenler bilen; 1 — kebşirlenen karkaslar; 2 — birleşdiriji sterženler; 3 — şpilkalar; 4 — örülen hamytlar; 1—1 — e_a eksentrisitetiň ýatan tekizligi

Dikleýin armaturanyň ýerleşdirilişi kesigiň agyrylyk merkezine otnositellikde simmetriki ($A_s = A'_s$) we simmetriki däl ($A_s \neq A'_s$) bolup biler. Armirmegiň birinji wariantyny dikleýin güýjüň goýulmagynyň az eksentrisiteti bolan elementlerde we dürli alamatly, bahalary boýunça ýakyn pursatlar hereket edende ulanýarlar. Simmetriki armirmek taýýarlanylanda ýönekeýdir, ýöne uly eksentrisitetler ýagdaýynda az tygşytydyr.

Gysylan elementlerde keseleýin armaturany (hamytlary) dikleýin armaturanyň taslamalaşdyrylan ýagdaýyny üpjün etmek üçin we daşarky ýükleme hereket edende onuň sterženleriniň pökgermeginiň önüni almak üçin, gerek bolanda bolsa, keseleýin güýji kabul etmek üçin konstruktiv ýerleşdirýärler. Şundan ugur alyp, hamytlaryň arasyndaky aralyklary belleýärler : $R_{sc} \leq 400$ MPa bolanda — 500 mm-dan köp däl we 20d-dan köp däl kebşirlenen karkaslarda ýa-da 15d-dan örülenlerde; $R_{sc} \geq 450$ MPa bolanda — 400 mm-dan köp däl we 15d-dan köp däl kebşirlenen karkaslarda we 12d-dan örülenlerde. Işçi sterženleriň saýgylanmak bilen kebşirlenmän sepleşen ýerlerinde hamytlaryň arasyndaky aralyklary 10d-dan köp däl kabul edýärler. Eger-de elementi dikleýin armatura bilen umumy doldurmaklyk 3%-den köp bolsa, onda hamytlary 10d-dan we 300 mm-dan köp däl aralyklarda ýerleşdirýärler. Ähli ýagdaýlarda hamytlaryň ädimini 50 mm-e galyndysyz bölünýän ölçeglere çenli tegelekleyärler.

Gysylan elementlerde dikleýin we keseleýin armaturany kebşirlenen we örülen giňişlikdäki karkaslara birikdirýärler. Kontaktlaýyn, nokatlaýyn kebşirleme bilen burçdaky dikleýin sterženlere kebşirlenilýän keseleýin, birleşdiriji sterženleriň kömegi bilen ýa-da, aýratyn tekiz karkaslary öz aralarynda kebşirmek ýoly bilen, kolonnanyň garşylykly gyraňlarynda ýerleşen tekiz karkaslardan kebşirlenen, giňişleýin karkaslary emele getirýärler. Eger-de kolonnanyň garşylykly gyraňlarynyň karkaslarynyň aralyk dikleýin sterženleri bar bolsalar, onda olaryň iň bolmanda birsinden soňra kebşirlenilýän keseleýin sterženleriň ýa-da şpilkalaryň kömegi bilen birikdirýärler (6.5, b surat.). Özi hem berkidilen sterženleriň arasyndaky aralyk 400 mm-dan köp bolmaly däl.

Kolonnanyň gyraňynyň giňligi 500 mm we ondan az bolanda, eger-de bu gyraňdaky dikleýin sterženleriň sany dörtten geçmese, şpilkalary goýmazlyga ýol berilýär (6.5, a surat.).

Örülen giňişleýin karkaslary, dikleýin sterženleri uçlary birleşdirilen hamyt bilen daşyny gurşap almak ýoly arkaly emele getirýärler. Özi hem dikleýin sterženler, in bolmanda birsinden soň hamytlaryň egrelýän ýerlerinde ýerleşmelidirler, egremleriň arasyndaky aralyk bolsa elementiň gýraňynyň giňligi boýunça 400 mm-dan köp bolmaly däl (6.5, d surat.).

Dikleýin armatura hökmünde A-III, AT-III we A-II klaslarly gyzygynlygyna sozulan polatlary ulanmak maksadalaýykdyr. Armaturadaky maksimal gysyjy dartgynlandyrmalar betonyň çäk gysylmaklygyna bagly we $\sigma_s = 400$ MPa ýetýärler, ýüklemäniň uzak wagtlaýyn hereketinde bolsa $\sigma_s = 500$ MPa. Şonuň üçin, gysylan elementlerde $R_s > \sigma_s$ hasaplamadaky garsylygy bolan armaturany ulanmak peýdaly däl, sebäbi poladyň berklik häsiýetleri ulanylmaýarlar. Uly ýüklemelerde we uly ekssentrisitetlerde, örülen karkaslarda AT-IV, AT-V, A-V klaslarly diametri 32 mm çenli bolan armaturany, betonyň deformatiwligini ýokarlandyran, gytaklaýyn armirlemegiň torlary bilen utgaşdyryp ulanmak mümkin.

Gysylan elementleriň keseliýin kesiginiň dikleýin armatura bilen doldurylmagyny armirlemegiň μ (μ %) koeffisiýenti (göterimi) bilen bahalandyrylar. Özi hem tötänleýin

$$\mu = \frac{(A_s + A'_s)}{bh_0},$$

ekssentrisitetli elementlerde kabul edýärler

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0}$$

hasaplanylýan ekssentrisitetli elementlerde bolsa

$$\mu' = \frac{A'_s}{bh_0}$$

. Ykdysady piker ýöretmeler boýunça armirlemegiň optimal göterimini 1...2% kabul edýärler. $\mu > 3\%$ bolan elementleri taslamalaşdyrmak maslahat berilmeýär.

Armaturanyň minimal möçberini elementňiň çeyeligine baglylykda kesgitleýärler: ol hasaplamada hasaba alynmaýan täsirleriň (temperatura, girmeklik we ş.m) kabul edilmegini üpjün edýär we jaýryklaryň emele gelmeginden bolan port weýran bolmaklygyň önüni alýar. Hasaplanylýan eksentrisitetli elementlerde A_s ýa-da A'_s armaturanyň kesiginiň meýdany boýunça kesgitlenilen armirlemegiň minimal görterimi 0,05...0,25% çäklerde üýtgeýär, tötänleýin eksentrisitetli we ähli kontur boýunça ýerleşen dikleýin armaturaly elementlerde armirlemegiň minimal görterimi betonyň kesiginiň doly meýdanyna deňdir we görkezilen bahalardan iki esse köp kabul edilýär.

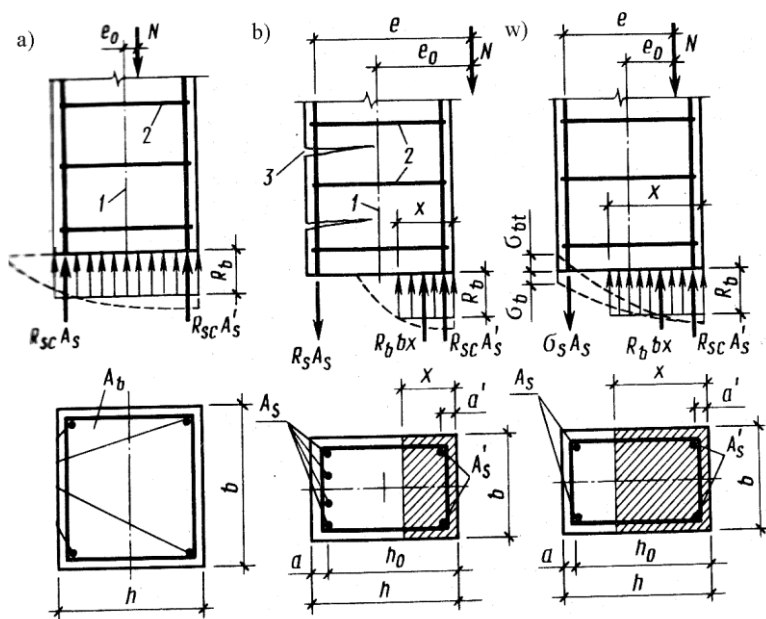
6.3. Gysylan elementleriň berkligini hasaplamagyň esaslary.

Merkezden däl gysylan elementleriň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň III stadiýasynda normal kesikler boýunça iki ýagdaýda weýran bolýandygyny tejribeler görkezýär: gysylan we süýnen zonalaryň armirlenilmegine, hem-de gysyjy güýjüň goýulmagynyň eksentrisitetine baglylykda.

Ýagdaý 1. Uly eksentrisitet bilen ýüklenen we uly bolmadyk süýnen armaturasy bolan elementlerde syn edilýär. Bu ýagdaýda, egrelmede bolşy ýaly, weýran bolmakdan kän ön süýnen zonada jaýryklar emele gelýär we ýüklemäniň artmagy bilen olaryň açylyşynyň giňligi ulalýar, neýtral ok bolsa gysylan gyraňa ýakyn süýşýär. Weýran bolmaklyk süýnen armaturada akaganlygyň çägene (fiziki ýa-da şertli) ýetilmegi bilen başlanýar we gysylan zonada betonyň we armaturanyň çäk garşylygyna ýetilmegi bilen tamamlanýar (6.6, b surat.)

Ýagdaý 2. Deňşdirilende az eksentrisitetli elementlerde syn edilýär. Bu ýagdaý bilen kesigiň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň iki warianty gurşalyp alynýar. Eger-de gysyjy güýç kesigiň ýadrosynyň çäginde ýerleşse, ähli kesik gysylar,

emma deňölçegli däl (6.6, a surat.). Kesigiň, güýjüň goýulan nokadyndan has köp daşlaşan böleginde birneme uly ekssentrisitet bolanda, süýndüriji dartgynlandyrmalar ýüze çykýarlar. Bu ýagdaýda elementiň weýran bolmaklygy kesigiň iň köp gysylan bölegindäki betonda we armaturada çäk garşylyklara ýetmegi netijesinde bolup geçýär. Garşylyklaýyn gyraňda ýerleşen armaturadaky (gysylan ýa-da süýnen) dartgynlandyrmalar, adatça, akaganlygyň çäğine ýetmeýärler (6.6, w surat.)



Surat. 6.6. Tötänleýin (a) we hasaplamadaky (b, w) ekssentrisitetli gysylan Demirbeton elementleriň kesiklerindäki hasaplama täsirleriniň shemalary

Armaturanyň uly möçberi bolmadyk kesikde uly bolmadyk ekssentrisitet bilen goýlan uly dikleýin güýçde, kesikdäki gysyjy dartgynlandyrmalar has deňölçegli paýlanandyrlyr we weýran bolmaklyk ähli kesik boýunça

betonda we armaturada çäk garşylyklara ýetilmegi netijesinde bolup biler (6.6, a surat.).

Ýagdaý 1 $\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$ bolanda, ýagdaý 2 — $\xi > \xi_R$ bolanda bolup geçýär. Gysylan zonanyň otnositel beýikliginiň serhet bahasyny (5.4) formula boýunça kesgitleýärler.

6.4. Simmetriki däl armaturasy bolan göniburçly kesigiň elementleriniň berkliginiň hasaplanylşy

Ýagdaý 1. ($\xi = \frac{x}{h_0} \leq \xi_R$). Ýokarda aýdylyşy ýaly, merkezden däl gysylmanyň birinji ýagdaýy, kesigiň böleginiň gysylan, böleginiň bolsa süýnen we weýran bolmaklygyň süýnen zonadan başlanmagy bilen häsiýetlendirilýär. Hasaplama baglanyşyklaryny egrelýän elementler üçin kabul edilene meňzeş, öňünden kabul edilen şertleriň esasynda alýarlar: hasaplamaklyk dargtynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň III stadiýasy boýunça alnyp barylýar (ýagdaý 1); berklik boýunça çäk ýagdaýda kabul edilýärler $\sigma_s = R_s$, $\sigma'_{sc} = R_{sc}$, $\sigma_b = R_b$; gysylan zonanyň betonyndaky dargtynlandyrmalaryň epýury göniburçly; süýnen betonyň işi hasaba alynmaýar.

Berklik şertini, daşarky M pursady we süýnen S armaturanyň agyrylyk merkezine otnositellikdäki kesikde içerki güýçleriň pursatlarynyň jemini deňeşdirmekden alýarlar (6.6, b surat.)

$$Ne \leq M_b + M'_s = R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a'), \quad (6.1)$$

bu ýerde M_b — gysylan zonanyň betony tarapyndan kabul edilýän pursat; M'_s — gysylan armatura tarapyndan kabul edilýän pursat; $e = e_0 + \frac{h}{2} - a$.

Betonyň gysylan zonasynyň beýikligini kesikdäki ähli hereket edýän güýçleri gorizontala oka proyektirmek bilen tapýarlar:

$$N = N_b + N'_s - N_s = R_b b x + R_{sc} A'_s - R_s A_s. \quad (6.2)$$

Alnan baglanyşyklary ulanmak bilen, kesigiň görterijilik ukybyny barlamak ýa-da talap edilýän armaturany saýlap almak mümkin. Göterijilik ukyby kesgitlenilende (6.2) formuladan tapýarlar:

$$x = \frac{N - R_{sc} A'_s + R_s A_s}{R_b b}. \quad (6.3)$$

Eger-de $x \leq x_R = \xi_R h_0$ (ýagdaý 1) bolsa, onda ony (6.1) formula goýýarlar we berklik şertini barlaýarlar. $x > x_R$ bolanda hasaplamaklygy 2-nji ýagdaýyň formulalary boýunça alyp barýarlar.

Armaturanyň kesigi saýlanylyp alnanda alnan iki (6.1) we (6.2) deňlemelerde üç näbelli bardyr: x, A_s, A'_s . Bu ýagdaýda in tygşyly kesigi (goşa armaturaly egrelýän elementlerdäki ýaly) $x = x_R$ kabul edip aldýarlar. Onda (6.1) formuladan gysylan armaturanyň meýdany

$$A'_s = \frac{N \cdot e - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')}$$

(6.4)

(6.2) formuladan bolsa süýneniň meýdany

$$A_s = \frac{R_b b \cdot \xi_R h_0 + R_{sc} A'_s - N}{R_s} .$$

(6.5)

$$A_s = \frac{R_b b \xi h_0 + R_{sc} A'_s - N}{R_s} .$$

(6.10)

Simmetriki armirlemekde $A_s = A'_s$ we $R_s = R_{sc}$ bolanda
(A-II we A-III klaslarly armatura üçin) $x = \frac{N}{R_b b}$. Onda (6.1)
formuladan

$$A_s = A'_s = \frac{Ne - R_b b x (h_0 - 0,5x)}{R_{sc} (h_0 - a')} .$$

(6.11)

$$F \leq \alpha R_{bt} u_m h_0 + 0,8 R_{sw} A_{sw} , \quad (6.37)$$

6.5. Tötänleýin eksentrisitetli elementleri hasaplamaklyk

A-I, A-II, A-III we A_T-III klaslarly simmetriki armaturaly göniburçly kesigiň elementlerini $l_0 \leq 20h$ bolanda we $e_0 = e_a$ başlangyç ekssentrisitetde berklik boýunça hasaplamaklyga

$$N \leq \eta \varphi [R_b A + R_{sc} (A_s + A'_s)], \quad (6.17)$$

şertden ýol berilýär, bu ýerde N — hasaplamadaky dikleýin güýç; $A = bh$ — keseliň kesikdäki betonyň meýdany; η — koeffisiýent ($h \leq 200$ mm bolanda $\eta = 0,9$; $h > 200$ mm bolanda $\eta = 1$); φ — elementiň çýeligini, ýüklemekligiň dowamlylygyny, armirlenilmegiň häsiýetini hasaba alýan koeffisiýent, ol şu empiriki formula boýunça kesgitlenilýär

$$\varphi = \varphi_b + 2(\varphi_{sb} - \varphi_b) \frac{R_{sc} (A_s + A'_s)}{R_b A} \leq \varphi_{sb}, \quad (6.18)$$

bu ýerde φ_b we φ_{sb} — 6.1 tablisa boýunça kabul edilen koeffisiýentler, ol ýerde N_l — hemişelik we uzak wagtlaýyn ýüklemeleriň täsirinden bolan dikleýin güýç, N — ähli ýüklemeleriň (hemişelik, uzak wagtlaýyn, gysga wagtlaýyn) täsirinden bolan dikleýin güýç.

(6.17) formula merkezden gysylan elementiň berklik şertidir. Emma, bu diňe hasaplamaklygyň görnüşidir, sebäbi tötänleýin ekssentrisitetiň täsiri φ koeffisiýent bilen hasaba alnandyr, ol elementiň çýeligine we ýüklemekligiň

dowamlylygyna baglydyr. Onuň bahasy merkezden däl gysylmaklyga hasaplamaklykdan alnandyr.

Tablisa 6.1. φ koeffisiýentiň bahalary.

$\frac{l_0}{h}$ gatnaşygy	$\frac{N_l}{N}$ bahalar üçin φ_b koeffisiýent			$\frac{N_l}{N}$ bahalar üçin φ_{sb} koeffisiýent		
	0	0,5	1	0	0,5	1
0	0,93	0,92	0,92	0,93/0,92	0,92/0,92	0,92/0,92
10	0,91	0,90	0,89	0,91/0,91	0,91/0,90	0,90/0,89
14	0,89	0,86	0,82	0,89/0,87	0,88/0,85	0,87/0,82
16	0,88	0,82	0,76	0,88/0,85	0,86/0,81	0,84/0,77
18	0,86	0,78	0,69	0,86/0,82	0,83/0,76	0,79/0,70
20	0,84	0,72	0,61	0,84/0,79	0,79/0,71	0,74/0,63

Bellik: l_0 — hasaplama uzynlygy: gurnama köp gatly jaýlaryň kolonnalary üçin $l_0 = H$; monolit örtükli jaýlaryň kolonnalary üçin $l_0 = 0,7H$ (H — gatyň beýikligi). Sanawjyda aralyk sterženleriň kesiginiň $A_{s,i} < \frac{A_{s,tot}}{3}$ meýdanynda φ_r ululygyň bahalary getirilendir (6.5, w surat.), maýdalawjyda — $A_{s,i} \geq \frac{A_{s,tot}}{3}$; h — elementiň kesiginiň beýikligi.

Gysylan elementiň berkligini elementiň keseleýin kesiginiň ölçegleri, armirmek, materiallar we ýüklemek belli

bolanda (6.17) formula boýunça barlaýarlar, özi hem φ ululygy (6.18) formula boýunça kesgitleýärler.

Eger-de keseleýin kesigiň ölçegleri berlen bolsalar, onda armaturanyň kesiginiň meýdanyny (6.17) formuladan kesgitleýärler

$$A_s + A'_s = \frac{N}{\eta\varphi R_{sc}} - \frac{AR_b}{R_{sc}}, \quad (6.19)$$

bu ýerde φ yzygiderli ýakynlaşma usuly bilen kesgitlenilýär.

Kesgitli ýüklemede we hasaplamadaky uzynlykda armaturanyň kesiginiň h we b ölçeglerini, hem-de meýdanyny kesgitlemek talap edilýän bolsa, onda $\varphi = \eta = 1$ we $\mu \% = 1\%$ ($\mu = 0,01$) bahalary alýarlar. $A_s + A'_s = \mu A$ kabul edip, (6.17) şertden kesgitleýärler

$$A = \frac{N}{[\eta\varphi(R_b + \mu R_{sc})]} \quad (6.20)$$

we keseleýin kesigiň ölçeglerini belleýärler. Soňra, kesgitlenilen ölçegler boýunça $l_0/h, \varphi, \eta$ ululyklary kesgitleýärler we (6.19) formula boýunça $(A_s + A'_s)$ saýlap alýarlar.

Eger-de armirlemegiň görterimi ýokary bolaýsa, onda kesigiň ölçeglerini ulaldýarlar we hasaplamaklygy gaýtalýarlar.

Kesik kanagatlanarly saýlanyp alyndy diýip hasaplap bolar, eger-de $\mu\%=1\ldots2\%$.

Armaturanyň kesiklerini saýlap almaklygyň blok-shemalary 10-njy goşundyda getirilendirler.

6.6. Gytaklaýyn armirmek bilen güýçlendirilen gysylan elementler

Eger-de gysga gysylan elementde keseleýin deformasiýalaryň önüni netijeli almaga ukyply keseleýin armatura goýulsa, onda bu bilen onuň göterijilik ukybyny mykly artdyryp bolar. Beýle armirmekgi gytaklaýyn atlandyýarlar. Tejribelikde tegelek ýa-da köpburçly keseleýin kesikli elementler üçin spirallar ýa-da kebşirlenen halkalar görnüşli gytaklaýyn armirmek ýaýramaklyga eýe boldy (6.4, g surat.). Göniburçly kesikli elementler üçin ýygy ýerleşdirilen keseleýin kebşirlenen torlar görnüşindäki göwrümleýin gytaklaýyn armirmekgi ulanýarlar (6.4, w surat.). Keseleýin torlar görnüşindäki gytaklaýyn armirmekligi Demirbeton gurnama kolonnalaryň sepleriniň golaýynda ýerli güýçlendirmek üçin hem-de önünden dartgynlandyrylýan armaturanyň ankerleriniň aşagynda we ankerlemegiň zonasynnda giňden ulanýarlar.

Spiralyň ýa-da kebşirlenen toruň konturynyň içinde ýerleşen ýadronyň serhetlerinde betonyň ýokarlandyrylan garşylygyna syn edilýär. Bu gytaklaýyn armaturanyň dikleýin gysylmada ýüze çykýan betonyň keseleýin deformasiýalarynyň önüni saklaýandygy bilen düşündirilýär. Netijede, hatda birinji dikleýin jaýryklar emele geleninden soňra hem, gysylma garşylyk ýokarlanýar. Şeýle armirmek hatda betonyň gorag gartlagynyň gat-gat aýrylmagyndan hem soňra daşarky täsirlere garşylyga kömek edýär. Haçan-da keseleýin armaturadaky dartgynlandyrmalar akaganlygyň çägene ýetseler,

elementiň berkliginiň soňuna barylýar. Elementleriň dikleýin deformasiýalary uly we keseleýin armirlenmegiň ýokarlanmagy bilen artýarlar. Bu adatdakydan (A-II, A-III) has ýokary berklikli (A-IV, A-V klaslarly) polatlardan bolan dikleýin armaturany ulanmaklyga mümkinçilik beryär.

Gytaklaýyn armirmek üçin A-I, A-II we A-III klaslarly diametri 6...14 mm bolan armatura poladyny ýa-da öňünden dartgynlandyrylan simi ulanýarlar. Kolonnalarda torlar we spirallar (halkalar) ähli işçi dikleýin armaturany gurşap almalydyrlar. Spiralyň towlarynyň ýa-da oklardaky halkalaryň arasyndaky aralyk elementiň diametrinden 1/5-den köp däl we 100 mm-dan köp däl bolmalydyr. Spiralyň minimal ädimi çäklendirilmedikdir, emma betonlamagyň amatlylygy üçin ony 3 sm-dan az bolmadyk belleýärler.

Kebşirlenen torlar bilen gytaklaýyn armirmek ulanylanda öýjükleriň ölçeglerini 45 mm-dan az däl, kolonnanyň kiçi tarapyndan 1/4-den köp däl we 100 mm-dan köp däl; torlaryň ädimini — 60...150 mm kabul edýärler. Ähli ýagdaýlarda kolonnanyň dikleýin armaturasy torlaryň konturynyň içinden geçmelidir (6.4, w surat.).

Merkezden däl gysylan elementleriň ahyrky meýdançalary güýçlendirilenlerinde gytaklaýyn armirmegiň kebşirlenen torlaryny kese kesilen tarapda ýerleşdirýärler, olar dörtten az däl torlar möçberinde, 20*d*-dan az däl uzynlykda (elementiň kese kesilen tarapyndan hasaplanyňda), eger-de dikleýin armatura ýylmanak sterženlerden ýerine ýetirilen bolsa hem-de 10*d*-dan az däl — periodiki profilli sterženlerden bolsa, bolmalydyrlar. Islendik görnüşli gytaklaýyn armirlenilen gysylan elementleriň berkligini ýokarda getirilen formulalar boýunça hasaplaýarlar (ser. §6.4), olarda, toruň ýa-da spiralyň gyraky sterženleri bilen çäklendirilen A_{ef} beton kesiginiň meýdanynyň diňe bölegi hasaba alynýar, hem-de betonyň R_b garşylygynyň ornuna onuň elementlere keseleýin

kebsirlenilen torlar bilen armirlenilende aşakdaky formula boýunça kesgitlenilýän $R_{b,red}$ getirilen garşylygyny ulanýarlar

$$R_{b,red} = R_b + \varphi \mu_{xy} R_{s,xy}, \quad (6.21)$$

bu ýerde φ — gytaklaýyn armirlemegiň netijeliliginiň koeffisiýenti $\varphi = \frac{1}{0,23 + \psi}$, $\psi = \frac{\mu_{xy} R_{s,xy}}{R_b + 10}$; μ_{xy} — gytaklaýyn armirmek koeffisiýenti

$$\mu_{xy} = \frac{n_x A_{sx} l_x + n_y A_{sy} l_y}{A_{ef} s}, \quad (6.22)$$

n_x, A_{sx}, l_x — degişlilikde, bir ugurda, sterženleriň sany, bir sterženiň kesiginiň meýdany, onuň uzynlygy (gyraky sterženleriň oklarynda hasaplamak bilen); n_y, A_{sy}, l_y — şol, beýleki ugurda; A_{ef} — torlaryň konturyňyň içinde ýerleşen betonyň kesiginiň meýdany; s — torlar arasyndaky aralyk; $R_{s,xy}$ — armatura torlarynyň sterženleriniň hasaplamadaky garşylygy.

Merkezden bolan gysylmada ($e_0 = 0$) halkalaýyn armaturanyň netijeliligi maksimaldyr. e_0 ululygynyň artdyrylmagy bilen spiral armirlemegiň netijeliligi peselýär. Bu, betonyň gysylan zonasynyň spiral armatura bilen diňe kesigiň daşarky kontury boýunça gurşalyp alnandygy bilen

düşündirilýär, bu keseleýin deformasiýalaryň ösmegini ýeterlik derejede çäklendirip bilmeýär. Emma, torlar görnüşinde gytaklaýyn armirlemeklik ulanylanda gysylan zonada, adatça, toruň birnäçe öýjügi bar, olaryň her haýsysy özbaşdak işleýär we şonda merkezden däl gysylan elementlerdäki betonyň berkligi praktiki taýdan peselmeýär.

ξ_R ululygynyň serhet bahasyny (5.4) formula boýunça hasaplaýarlar, onda ω gytaklaýyn armirlemekli elementleriň uly deformatiwligini hasaba alýan empiriki baglanyşyk boýunça tapylýar [1].

Gytaklaýyn armirlemek hasaplamalarda $\frac{l_0}{i} \leq 35$ çetelikde (bu ýerde i — keseleýin armaturanyň gyraky sterženleriniň oklary bilen çäklendirilen kesigiň ýadrosynyň inersiýa radiusy), hem-de, ýokarda getirilen formulalar boýunça (A_{ef} we $R_{b,red}$ bolanda) hasaplanylýan, elementiň göterijilik ukyby, doly A kesik we betonyň R_b hasaplamadaky garşylygy (gytaklaýyn armaturany hasaba almazdan) boýunça kesgitlenen, onuň göterijilik ukybyndan ýokary bolan şertinde, hasaba alynýar.

Berkligi hasaplamakdan başga ulanmak stadiýasynda gorag gatlagynda dikleýin jaýryklar emele gelmez ýaly we betonyň wagtyndan öň gat-gat aýrylmany bolup geçmez ýaly goşmaça hasaplamaklygy geçirýärler.

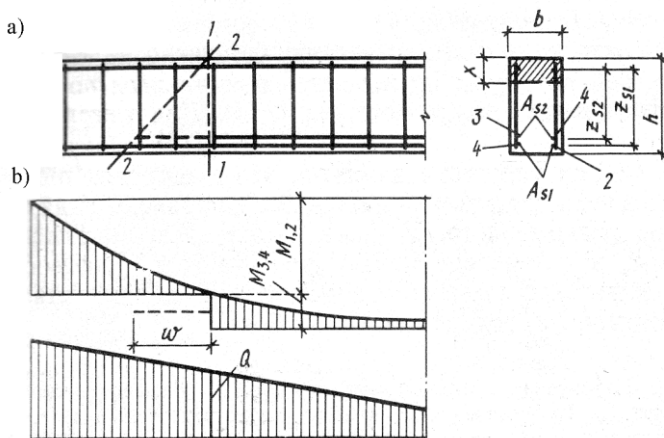
6.7. Süýnen elementleri konstruirlemek we berkligini hasaplamak

Işň häsiýeti boýunça konstruksiýalaryň elementleri ýa-da kesikleri merkezden — we merkezden däl süýndürilen bolup bilerler.

Merkezden-süýndürilen elementlerde suwuklyklaryň içerki basyşyna sezewar bolýan silindriki rezerwuarlaryň we basyşly turbageçirijileriň diwarlary, arkalaryň berkitmeleri we asgyçlary, fermalaryň aşaky guşaklary we beýleki elementler degişlidirler. Merkezden-süýndürilen elementleri aýratyn sterženler ýa-da kebşirlenen karkaslar bilen kesik boýunça işçi armaturany deňölçegli ýerleşdirip armirleýärler. Dikleýin armaturanyň diametrini giň çäklerde (3...32 mm) ulanýarlar. Emma, merkezden-süýndürilen elementleriň jaýryga durnuklylygyny ýokarlandyrmak üçin kiçi diametrli sterženleriň uly sanynda ulanmak, ýagny kesikde armaturanyň pytraňny (paýlanan) ýerleşdirilmegine ymtylmak maksadalaýykdyr. Merkezden-süýndürilen elementleri, adaty, önünden dartgynlandyryp ulanýarlar, bu olaryň jaýryklaryň emele gelmegine garşylyk görkezijiligini ýokarlandyrmagyň radikal serişdesi bolýandyr. Betona täsirler geçirilende elementiň merkezden bolmadyk gysylmasýndan mümkin boldugyça gaça durmak üçin dartgynlandyrylan armaturany çyzykly elementlerde kesikde simmetrik ýerleşdirýärler.

Merkezden däl süýnme şertlerinde göniburçly rezerwuarlaryň diwarlary, fermalaryň we düwünden daşary ýüklemeli arkalaryň aşaky guşaklary we ş.m. bolýandyrlar. Bu elementler bir wagtda dikleýin N güýç we egrediji M pursat bilen süýndürilýärler, bu bolsa elementiň dikleýin okuna otnositellikde $e_0 = \frac{M}{N}$ ekssentrisitet bilen N täsir bilen merkezden däl süýndürilmä deňgüýçlidir (6.8 surat.).

Merkezden däl süýndürilen elementleri armirlemegiň häsiýeti merkezden däl gysylan we egrelýän elementleri armirlemegiňkä meňzeşdir: dikleýin işçi armatura egrelmäniň tekizligine perpendikulýar kesigiň taraplary boýunça ýerleşdirilýär we kebşirlenen ýa-da örülen hamytlar bilen daňylýar (ser. 6.5 surat.). Jaýryga durnuklylygy ýokarlandyrmak üçin merkezden däl süýndürilen elementler merkezden-süýndürilen ýaly, önünden dartgynlandyрма sezewar edilýärler. Elementleriň işçi sterženleriniň seplerini, adatça, kebşirlemede ýerine ýetirýärler.



Surat. 6.8. Merkezden däl süýndürilen elementleriň kesiklerindäki hasaplama täsirleriniň shemalary:

a — 1-nji ýagday; b — 2-nji ýagday

Keseleýin armatura (hamytlar) çyzykly süýnen elementlerde, adatça, konstruktiv ýerleşdirilýärler we ol ähli dikleýin armaturany gurşap almalydyr. Hamytlaryň arasyndaky aralygy kesigiň iň kiçi gyraňynyň ikeldilen giňliginden köp däl, ýagny $s \leq 2b$ kabul edýärler. Kesikde işçi armaturany ýerleşdirmekligi, armatura önümlerini

konstruirlemegi 5-nji bapda beýan edilen talaplara laýyklykda amala aşyýarlar.

Dartgynlandyrylmadyk armaturaly süýnen elementler üçin B15...B25 klaslarly betonlary ulanýarlar. Öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary B25 –den pes däl klasly betondan taýýarlaýarlar. Suwuklyklaryň basyşy astynda bolan konstruksiýalarda, dartgynlandyrylmadyk armatura üçin A-II, A-I klaslarly gyzgynlygyna sozulan polady, öňünden dartgynlandyrylan üçin — ýokary berklikli simi, A-V, A-VI, A_T-V, A_T-VI klaslarly tanaplary we gyzgynlygyna sozulan polady ulanmak gerekdir.

Armirmekiniň minimal göterimini jaýryklar açylanda duýdansyz weýran bolmagyň öňüni almak şertinden kesgitleýärler we merkezden-süýndürilen elementler üçin 0,1%, merkezden däl süýndürilenler üçin — 0,05% kabul edýärler.

Merkezden-süýndürilen elementler ýükleme astynda işläinde, egrelýän elementlerdäki ýaly, dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň üç stadiýasy bolup geçýär: I stadiýa — betonda jaýryklar emele gelmeginden öň; II stadiýa — jaýryklar emele gelmeginden soňra armaturada akaganlyga ýetilýänçä we III stadiýa — weýran bolmaklyk. Weýran bolmaklyk pursadynda element içinden geçen jaýryklar arkaly böleklere bölünendir. Şuňa laýyklykda berklik boýunça hasaplamaklyk çäk ýagdaýynda betonyň süýnmä işini hasaba almaýarlar, dikleýin güýç bolsa diňe A_{sp} meýdanly dartgynlandyrylan armatura we A_s meýdanly dartgynlandyrylmadyk tarapyndan kabul edilýär. Merkezden-süýnen elementiň berkligi

$$N \leq \gamma_{s6} R_{sp} A_{sp} + R_s A_s ,$$

(6.23)

şert ýerine ýetende üpjün ediler, bu ýerde γ_{s6} — akaganlygyň şertli çäginde geçýän dartgynlandyrmalarda ýokary berklikli armaturanyň işini hasaba alýan koeffisiýent (ser. 5 baba).

Merkezden däl süýnen elementleriň weýran bolmaklygynyň häsiýeti dikleýin güýjüň ýagdaýyna bagly. Bu ýerde iki ýagdaýy tapawutlandyryňlar.

Ý a g d a ý 1 (az ekssentrisitetli) bolup geçýär, haçan-da daşarky dikleýin güýç armaturadaky täsirleriň deň täsir edijileriniň arasynda goýlanda. Merkezden—süýndürilen elementlerde bolşy ýaly, beton içden geçen jaýryklar bilen kesilip geçilendir, daşarky güýç bolsa diňe armatura tarapyndan kabul edilýär. Weýran bolmaklyk haçan-da dikleýin armaturadaky dartgynlandyрма çäk ululygyna ýetende başlanýar.

Ý a g d a ý 2 (uly ekssentrisitetli) bolup geçýär, haçan-da daşarky dikleýin güýç armaturadaky deň täsir edijileriň arasyndaky aralygyň çäginde daşarda bolanynda. N güýçden daşda bolan gyraňdaky kesigiň bölegi gysylandyr, kesigiň garşylykly bölegi — süýnendir (6.8, b surat.). Weýran bolmaklyk süýnen armaturanyň we kesigiň gysylan zonasynyň (betonyň we gysylan armaturanyň) göterijilik ukybynyň gutarmagy sebäpli bolup geçýär.

Ý a g d a ý 1. Berklik şertini, A_s we A'_s armaturanyň agyrylyk merkezine oňnositellikde pursatlaryň deňlemelerini düzmeklikden alýarlar:

$$Ne \leq R_s A'_s (h_0 - a'); \quad Ne' \leq R_s A_s (h_0 - a') .$$

(6.24)

Bu formulalary göterijilik ukybyny barlamak we armaturany saýlap almak üçin ulanýarlar.

Ý a g d a ý 2. $x \leq \xi_R h_0 = x_R$ bolanda berklik şertini daşarky pursady we süýnen armaturanyň agyrlýk merkezine otnositellikde içerki güýçleriň pursatlarynyň jemini deňeşdirmekden alýarlar:

$$Ne \leq M_b + M'_s = R_b b x \left(h_0 - \frac{x}{2} \right) + R_{sc} A'_s (h_0 - a') .$$

(6.25)

Gysylan zonanyň beýikligini

$$N + R_b b x + R_{sc} A'_s - R_s A_s = 0 .$$

(6.26)

şertden tapýarlar.

Kesigiň göterijilik ukyby barlanylanda x ululygy (6.26) deňlikden kesgitleýärler we onuň bahasyny (6.25) aňlatma goýýarlar.

Armaturanyň kesiginiň meýdany saýlanylyp alnanda armaturanyň minimal $A_s + A'_s$ kesigini almak üçin $x = x_R = \xi_R h_0$ kabul edýärler we (6.25) aňlatmany ulanyp, tapýarlar

$$A'_s = \frac{Ne - \alpha_R R_b b h_0^2}{R_{sc} (h_0 - a')} .$$

(6.27)

Süýnen armaturanyň kesiginiň meýdanyny (6.26) deňlikden kesgitleýärler

$$A_s = \frac{N}{R_s} + \frac{R_b b \xi_R h_0}{R_s} + \frac{R_{sc} A_s'}{R_s}. \quad (6.28)$$

Eger-de hasaplamak boýunça gysylan armatura gerek däl bolsa ($A_s' \leq 0$) ýa-da onuň möçberi konstruktiw talaplar boýunça ýeterlikli däl bolsa ($A_s' \leq \mu_{\min} b h_0$), onda gysylan armaturanyň möçberini $\mu_{\min} b h_0$ deň kabul edýärler. Bu ýagdaýda

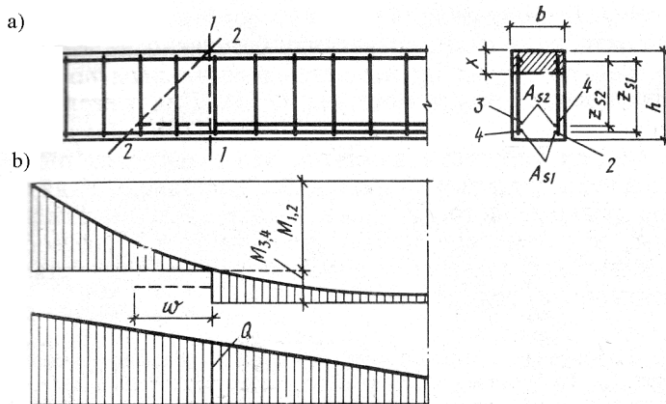
$$\alpha_m = \frac{Ne - R_{sc} A_s' (h_0 - a')}{R_b b h_0^2}$$

hasaplaýarlar, ξ ululygy we süýnen armaturanyň meýdanyny kesgitleýärler

$$A_s = \frac{N}{R_s} + \frac{R_b b \xi h_0}{R_s} + \frac{A_s' R_{sc}}{R_s}. \quad (6.29)$$

Eger-de (6.26) deňlemiden tapylan baha $x > \xi_R h_0$ bolsa, onda (6.25) formula $x = x_R = \xi_R h_0$ goýýarlar, bu ýerde ξ_R (5.4) formula boýunça kesgitlenilýär.

Dikleýin N güýji goýmagyň e_0 eksentrisitetine we onuň hereketiniň ugruna (gysylma, süýnme) bagly merkezden däl gysylan we merkezden däl süýnen elementleriň kesiginiň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň häsiýeti 6.9 [11] suratatda görkezilendir.



Surat. 6.9. Dikleýin N güýjüň we egrediji M pursadyň bilelikdäki hereketinde elementleriň görterijilik ukybynyň diagrammasy we kesiklerdäki hasaplama täsirleriniň shemalary

Eger-de e_0 eksentrisitet nuldan käbir çäk baha çenli ulalsa (6.9, a surat.), onda merkezden däl gysylan elementleriň görterijilik ukyby $A—\Gamma$ egrilen häsiýetlendiriler (6.9, b surat.). $e_0=0$ eksentrisitetde (A nokat) N dikleýin güýjüň maksimal bahasynda elementiň oklaýyn gysylmagy bolup geçýär. Eksentrisitetiň käbir artmagy bilen elementiň weýran bolmagy doly gysylan kesikde bolup geçýär we has gysylan gyraňyň betonynyň böleklenmegi bilen utgaşdyrylýar, özi hem elementiň görterijilik ukyby egriniň $A—B$ bölegi bilen häsiýetlendirilýär (6.9, b, w surat.). Egriniň $B—B$ bölegine hem gysylan zonanyň betony boýunça weýran bolmaklygy laýyk

gelyär, emma, ol, haçan-da S armaturadaky dartgynlandyrmalar hasaplamadaky garşylyklardan az bolup galanlarynda $\sigma_s < R_s$, bölekleyin süýnen kesikde laýyk gelyändir (6.9, b, g surat.). Şeýlelikde, göterijilik ukybynyň grafiginiň $A-B$ bölegi az ekssentrisitetli merkezden däl gysylan elementler weýran bolanlarynda içerki täsirleriň (egreldiji pursadyň we dikleýin güýjüň) kombinasiýalarynyň toplumynyň häsiýetlendirýär.

Uly ekssentrisitetli ýagdaý bolup geçýär, eger-de, süýnen armaturadaky dartgynlandyrmalar poladyň akaganlyk çäğine gysylan zonanyň betonynyň böleklenmesi bolup geçmeginden öň ýetseler, ýagny $\xi \leq \xi_R$ şert berjaý edilse (6.9, b, d surat.). Weýran bolmaklygyň bu ýagdaýynda göterijilik ukybynyň grafiginiň $B-\Gamma$ bölegi laýyk gelyär. Egrediji pursadyň maksimal bahasyna (B nokat) betonyň gysylan zonasynyň otnositel beýikliginiň $\xi = \xi_R$ serhet bahasyna deň bahada ýetilýär.

Elementleriň merkezden däl gysylmasynda egrediji $M_{u,1}$ pursadyň şol bir ululygyna dikleýin güýjüň $N_{u,1}$ we $N_{u,2}$ iki bahasynyň laýyk gelyändigini belleýäris.

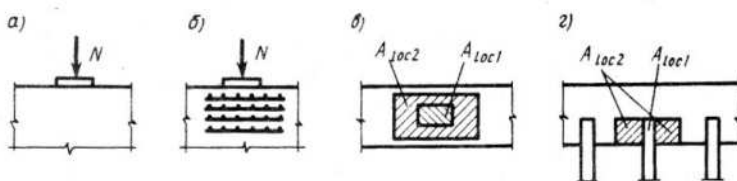
Merkezden däl süýnmäniň uly we kiçi ekssentrisitetleriniň ýagdaýlary göterijilik ukyby grafiginiň $\Gamma-D$ we $D-E$ bölekleri bilen häsiýetlendirilýärler (6.9, b surat.). Özi hem az ekssentrisitetleriň ýagdaýy bolup geçýär, eger-de dikleýin N güýç S we S' armaturadaky täsirleriň deň täsir edijisiniň arasyna goýlan bolsa (6.9 b, ž surat.).

Elementiň kesiginde normal jaýryklar emele gelmeýärler, eger-de N we M koordinatalarly nokat göterijilik ukybynyň grafiginiň $A-B-K-A$ oblastynyň içinde ýerleşýän bolsa. Emma weýran edijä ýakyn N güýjüň hereketinde gysylan elementiň betonynda jayklar (dikleýin we ýapgyt) emele gelyärler, olar birleşip, üzülme üstlerini emele getirýärler. Bu ýagdaý gysylan betonyň weýran bolmagyny häsiýetlendirýär, bu ýerde dikleýin armatura, betonyň uly keseleýin

deformasiýalary sebäpli daşary egrelip, durnuklylygyny ýitirýär.

6.8. Ýerli gysylma (basgylanma)

Eger-de gysyjy täsir bir elementden başgasyna keselýin kesigiň ähli meýdanynda däl, diňe onuň käbir böleginde geçirilse, onda beton keseleýin deformasiýalaryň çäklendirilen şertlerinde işleýär we onuň berkligi ýokarlanýar (ser. §6.6). Ýerli ýüklemäniň täsiri gurnama kolonnalaryň seplerinde, pürsler (fermalar) kolonnalara ýa-da diwarlara daýananlarynda, önünden dartgynlandyrylan elementleriň anker gurluşlarynyň aşagynda duş gelýär. Ýükleme betona gös-göni ýa-da ara goýlan zatlaryň üsti bilen geçirilip bilner (6.10, a surat.). Betony güýçlendirmek üçin gerek bolanda kebşirlenen keseleýin torlar görnüşinde gytaklaýyn armirlemegi gurnayarlar (6.10, b surat.).



Surat. 6.10. Demirbeton elementleriň ýerli gysylma hasaplanylmagyna

Gytaklaýyn armirlenilmegi bolmadyk elementiň ýerli gysylma berklik şertini deňagramlyk şertinden alýarlar

$$N \leq \psi R_{b,loc} A_{loc,1}, \quad (6.30)$$

bu ýerde N — daşarky ýüklemeden gysyjy güýç; ψ — ýerli ýüklemäniň kesigiň meýdany boýunça paýlanylmagynyň häsiýetini hasaba alýan koeffisiýent, ol deň diýlip kabul edilýär: ýükleme deňölçegli paýlanylanda — 1, ýükleme deňölçegli däl paýlanylanda (pürsleriň ahyrlarynyň aşagynda) — 0,75; $R_{b,loc}$ — betonyň basgylanma hasaplamadaky garşylygy, ol

$$R_{b,loc} = \alpha \varphi_b R_b, \quad (6.31)$$

formula boýunça kesgitlenilýär, bu ýerde $\alpha = 1$ — B25 we ondan aşak klasly betonlar üçin, $\alpha = 13,5 \left(\frac{R_{bt}}{R_b} \right)$ B25 we ondan ýokary klasly betonlar üçin; φ_b — ýüklenen meýdançanyň basgylanma ýokarlanmasyna gurşap alyjy ýüklenilmedik betonyň täsirini hasaba alýan koeffisiýent

$$\varphi_b = \sqrt[3]{\frac{A_{loc,2}}{A_{loc,1}}} \leq 2,5, \quad (6.32)$$

ýagny, φ_b ululygyň bahasy hasaplamadaky $A_{loc,2}$ we hakykatdaky $A_{loc,1}$ basgylanma meýdanlarynyň gatnaşygyna

bagly. Basgylanmagyň hasaplanandaky meýdany hakykatdakydan başga işe çekilýän we ýüklemäniň goýulýan shemasyna baglylykda kabul edilýän gysylýan elementiň goşmaça meýdançasyny öz içine alýar (6.10, w, g surat.).

Tekiz, kebşirlenen, keseleýin torlar görnüşli gytaklaýyn armirlenen elementleriň ýerli basgylanma berkliginiň hasaplanylmagy

$$N \leq R_{b,red} A_{loc,1}, \quad (6.33)$$

şertden amala aşyrýarlar, bu ýerde $R_{b,red}$ — ýerli gysylmaklyga hasaplamada betonyň getirilen prizma berkligi

$$R_{b,red} = R_b \varphi_b + \varphi \mu_{xy} R_{s,xy} \varphi_s, \quad (6.34)$$

$R_b, \varphi, \mu_{xy}, R_{s,xy}$ — (6.21) formuladaky lardyr; φ_b ululygy (6.32) formula boýunça hasaplaýarlar, emma 3,5-den köp däl kabul edýärler; φ_s — basgylanmada betonyň berkliginiň ýokarlanmagyna gytaklaýyn armirlemegiň torlarynyň täsirini hasaba alýan koeffisiýent

$$\varphi_s = 4,5 - 3,5 \frac{A_{loc,1}}{A_{ef}}, \quad (6.35)$$

A_{ef} — torlaryň konturyňyň içinde ýerleşen (gyraky sterženleriň oklarynda) we $A_{loc,1} < A_{ef} \leq A_{loc,2}$ şerti kanagatlandyryýan betonyň meýdany.

Elementiň çuňlugy boýunça torlaryň sanyny hasaplamak bilen kesgitleýärler, emma ikiden az däl kabul edýärler.

6.9. Agram salmaklyga we üzülmä hasaplamaklyk

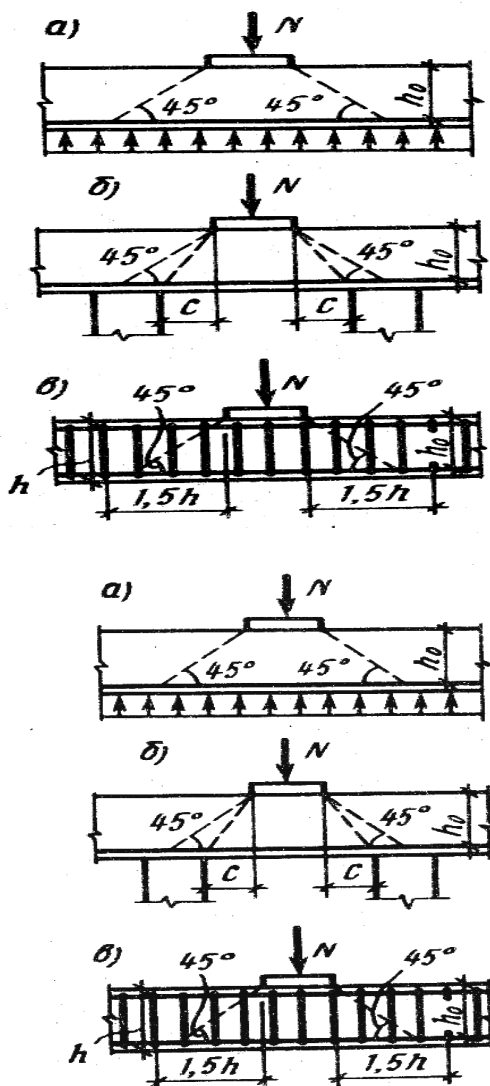
Agram salmaklyga hasaplamak. Plitalaýyn konstruksiýalar (pürssüz örtgüler, kolonnalaryň aşagyndaky fundamentler, paýa rostwerkleri we ş.m) çäklenen meýdanda deňölçepli paýlanan güýçleriň täsirinde agram salmadan weýran bolup bilerler. Tejribeler, agram salmaklygyň, adaty, piramidanyň üsti boýunça bolup geçýändigini görkezýärler, ol piramidanyň kiçi esasy bolup agram salygy güýjüň hereket ediş meýdany gulluk edýär, gapdal gyraňlary gorizonta 45° burç bilen ýapgytdyrlar, onuň beýikligi bolsa plitanyň işçi beýikligine deň (6.11, a, b surat.).

Plitanyň keseleýin armaturasyz agram salmaklyga hasaplanylmalıgy

$$F \leq \alpha R_{bt} u_m h_0, \quad (6.36)$$

şertden geçirilmelidir, bu ýerde F — agram salygy güýç, ol, agram salmaklygyň piramidasynyň uly esasyna goýlan we agram salmaklyga garşylyk görkezýän ýüklemeleri aýrymak bilen, agram salmaklygyň piramidasyna hereket edýän N güýje deň kabul edilýär; α — agyr beton üçin 1-e deň kabul edilýän eksperimental koeffisiýent; u_m — agram salmaklygyň

piramidasynyň aşaky we ýokarky esaslarynyň perimetrleriniň orta arifmetiki bahasy.



Surat. 6.11. Demirbeton elementleri agram salmaklyga hasaplamaklyga

Eger-de daýanmak shemasy şeýle bolsa, ýagny agram salmaklyk diňe piramidanyň üsti boýunça bolup geçip bilýän hem-de ol piramidanyň gapdal gyraňlary gorizontál üste 45°-dan ýokary burç bilen ýapgyt bolsa, meselem, paýa rostwerklerinde (6.1, b surat.), onda agram salmaklyga görerijilik ukyby ýokarlanýar. Bu (6.36) şertiň sag tarapyňy $\frac{h_0}{c}$ köpeltmek bilen hasaba alynýar (c — agram salmaklyk piramidasynyň gapdal gyraňynyň gorizontál proyeksiýalarynyň uzynlygy). Özi hem bu ýerde görerijilik ukybyny, (6.36) formula boýunça hasaplanylýan bahadan iki esseden köp bolmadyk baha deň kabul edýärler.

Käbir ýagdaýlarda agram salmaklyk hasaplanylýanda kesgitlenilýän plitanyň galyňlygyny çäklendirmek zerurlygy ýüze çykýar. Bu, gatlary galdyrmak usuly bilen gurulýan jaýlardaky kuwwatly fundament plitalaryna, pürssüz örtüklere we baş. degişli. Plitanyň galyňlygyny peseletmegiň usullarynyň biri, agram salmaklyk piramidasynyň çäklerinde, plitanyň tekizligine normal, $1,5h$ bahadan az bolmadyk giňlikde hamytlary gurnamakdyr (6.11, w surat.). Bu ýagdaýda hasaplamaklygy

•

$$\bullet \quad F \leq \alpha R_{bt} u_m h_0 + 0,8 R_{sw} A_{sw}, \quad (6.37)$$

şertden geçirýärler, bu ýerde 0,8 — kabul edilen hasaplamaklyk shemasynyň işiň hakyky häsiýetinden gyşarmasyny hasaba alýan koeffisiýent; R_{sw} — hamytlaryň hasaplamadaky garşylygy, ol A-I klasly armatura üçin bolanyndan köp däl kabul edilýär, ýagny $R_{sw}=175$ MPa; A_{sw} — agram salmaklyk piramidasynyň gapdal gyraňlaryny kesip geçýän keseleýin armaturanyň kesiginiň meýdany.

Keseleýin armatura hasaba alnanda $R_{sw}A_{sw} > 0,5R_{bt}u_m h_0$ şert hem berjaý edilmelidir.

Üzülmeclige hasaplamak. Elementiň aşaky gyraňyna ýa-da onuň kesiginiň beýikliginiň çäklerinde (meselem, ikinji derejeli pürsün esasa birikýän ýerinde), goýlan ýükleme hereket edende, elementiň süýnen zonasynyň üzülmesi bolup geçip biler.

Weýran bolmaklygyň bu hilli görnüşiniň öňüni almak üçin, $\left(1 - \frac{h_s}{h_0}\right)$ koeffisiýente köpeldilen üzüji F güýjüň, üzülmecligiň mümkin bolan zonasynnda ýörite goýlan armatura tarapyndan kabul edilmegi gerek. Üzülmeclige berklik

$$F\left(1 - \frac{h_s}{h_0}\right) \leq \sum R_{sw}A_{sw} , \quad (6.38)$$

şert berjaý edilende üpjün ediler, bu ýerde h_s — üzüji güýjüň elemente geçirmek derejesinden dikleýin armaturanyň kesiginiň agyrlık merkezine çenli aralyk; $\sum R_{sw}A_{sw} - a = 2h_s + b$ ululyga deň (b — üzüji güýjüň meýdançasynyň giňligi) üzülme zonasynyň uzynlygy boýunça goşmaça goýlan hamytlar tarapyndan kabul edilýän keseleýin täsirleriň jemi.

- ? 1. Tötänleýin we hasaplamadaky eksentrisitetler nähili kesgitlenilýärler ? 2. Demirbeton konstruksiýalaryň haýsy elementleri merkezden däl gysylana, merkezden däl süýnene degişli ? 3. Gysylan elementleriň armirlemegiň görnüş boýunça klassifikasiýasy. 4. Gysylan elementleriň dikleýin we keseleýin armaturasy nähili konstruirlenýär ? 5.

Tötänleýin ekssentrisitetlerde elementleri hasaplamaklygyň aýratynlyklary. 6. Merkezden däl gysylan elementleriň weýran bolmaklygynyň iki ýagdaýy haýsylar ? Olar näme bilen häsiýetlendirilýärler ? 7. $\xi \geq \xi_R$ we $\xi < \xi_R$ ýagdaýlar üçin göniburçly kesikli gysylan elementleri hasaplamak üçin formulalary getirip çykaryň. 8. Gysylan çeye elementleri hasaplamaklygyň aýratynlyklary (dikleýin egremiň täsiriniň hasaba alynmagy). 9. Gytaklaýyn armirlemegiň manysy. Haýsy ýagdaýlarda ony ulanmak maksadalaýyk ? 10. Merkezden däl süýnen elementleri hasaplamaklygyň haýsy iki ýagdaýyny Siz bilýärsiňiz ? Olaryň prinsipial tapawudy nämededir ? 11. Merkezden—süýnen elementleri hasaplamak üçin formulany ýazyň. 12. 1-nji ýagdaý boýunça işleýän merkezden däl süýnen elementleri hasaplamak üçin formulalary getirip çykaryň. 13. Ýerli gysylmada betonyň berkliginiň ýokarlanmagy näme bilen düşündirilýär ? Ol bu ýagdaýda nähili kesgitlenilýär ? 14. Ýerli gysylmagy başdan geçirýän elementleri hasaplamak üçin formulalary ýazyň. 15. Agram salmaklyga haýsy konstruksiýalar hasaplanylýarlar ? 16. Agram salmaklykda weýran bolmaklygyň haýsy häsiýeti bolup geçýär ? 17. Agram salmaklykda elementiň berkligine haýsy faktorlar täsir edýärler ? 18. Demirbeton elementleri üzülmä hasaplamaklyk haýsy ýagdaýlarda we nähili amala aşyrylýarü

BAP 7. DEMIRBETON ELEMENTLERİN JAÝRYGA DURNUKLYLYGY WE DEFORMATIWLILIGI

7.1. Jaýryga durnuklylyga talaplaryň kategoriýalary

Demirbeton konstruksiýalary taslamalaşdyrylanda olaryň diňe berkligini däl (çäk ýagdýlaryň birinji topary), eýsem gerekli jaýryga durnuklylygy we berkligi (çäk ýagdaýlaryň ikinji topary) hem üpjün etmek gerek.

Demirbeton konstruksiýalaryň jaýryga durnuklylygy diýip olaryň jaýryklaryň emele gelmegine we açylmagyna garşylygyna düşünyärler. Elementiň işiniň şertlerine we ulanylýan armaturanyň görnüşine baglylykda Demirbeton konstruksiýalaryň normal we ýapgyt kesikleriniň jaýryga durnuklylygyna üç kategoriýa bölünen talaplary bildirýärler: 1) jaýryklaryň emele gelmegine ýol berilmeýär; 2) jaýryklaryň giňligi boýunça çäklenen uzak wagtdowam etmeýän açylmagyna ($a_{cre,1} \leq 0,2 \text{ mm}$), olaryň soňraky ygtybarly ýapylmagy (gysylmagy) üpjün edilen şertde ýol berilýär; 3) jaýryklaryň giňligi boýunça çäklenen uzak wagtdowam etmeýän ($a_{cre,1} \leq 0,4 \text{ mm}$) we dowamly ($a_{cre,2} \leq 0,3 \text{ mm}$) açylmagyna ýol berilýär.

Jaýryklaryň uzak wagtdowam etmeýän açylmagy diýip hemişelik, uzak wagtdlaýyn we gysga wagtdlaýyn ýüklemeleriň täsirinde, *dowamly açylmak* diýip bolsa — diňe hemişlik we uzak wagtdlaýyn ýüklemelerden, olaryň açylmagyna düşünilýär.

Jaýryga durnuklylygyň talaplarynyň 1-nji kategoriýasy boýunça hasaplamaklygy ýükleme boýunça ygtybarlyk $\gamma_f > 1$ (berklige hasaplamadaky ýaly) koeffisiýent bilen hasaplamadaky ýüklemeler üçin geçirýärler, jaýryga

durnuklylygyň talaplarynyň 2-nji we 3-nji kategoriýalary boýunça konstruksiýalary hasaplamaklygy hasaplamadaky ýüklemeleriň täsirine $\gamma_f = 1$ koeffisiýent bilen alyp barýarlar.

1-nji kategoriýa boýunça suwuklyklaryň ýa-da gazlaryň basyşy astynda bolan (rezerwuarlar, basyşly turbalar) hem-de doly suýndürilen kesikde ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda ulanyşda bolan öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary hasaplaýarlar. Beýleki öňünden dartgynlandyrylan elementler konstruksiýanyň işiniň şertlerinde we armaturanyň görnüşine baglylykda 2-nji we 3-nji kategoriýalaryň talaplaryna jogap bermelidirler. Öňünden dartgynlandyrylmagy bolmadyk ähli konstruksiýalar 3-nji kategoriýanyň talaplaryna jogap bermelidirler.

Normal we ýapgyt jaýryklar bilen bilelikde konstruksiýalarda dikleýin jaýryklaryň emele gelmegi mümkindir. Olaryň açylmagynyň öňüni almak üçin ýörite keseleýin armaturany goýýarlar, öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalarda bolsa gysylma stadiýasynda betondaky dartgynlandyrmalar $(0,65...0,85)R_{bp}$ baha bilen çäklenýärler.

7.2. Jaýryklaryň emele gelmegi boýunça hasaplamak.

Jaýryklaryň emele gelmegi boýunça hasaplamagyň esasynda Ia stadiýadaky elementiň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyny kabul edýärler, bu ýerde şu öňünden döreýän şertlerden ugur alýarlar: tekiz kesikleriň gipotezasy ýerine ýetýär diýlip hasaplanylýar; gyraky süýndürilen süýümiň iň uly otnositel uzalmasyny betonyň çäk

süýnmekligine $\varepsilon_{bt,u} = \frac{R_{bt,ser}}{\nu_t E_b} = \frac{2R_{bt,ser}}{E_b}$ deň kabul edýärler;

süýnen zonanyň betonyndaky dartgynlandyrmalar deňölçegli

paylanan we ululygy boýunça $R_{bt,ser}$ deň. Bu pursatda dartgynlandyrylýan armaturada dartgynlandyrmalar öňünden dartgynlandyrmanyň (ýitgileri we dartmaklygyň takyklygynyň koeffisiýentini hasaba almak bilen) we onuň gysylmagy söndürilenden soňra süýnen betonyň deformasiýalarynyň hasabyna dartgynlandyrmanyň artmagynyň bahalarynyň jemine deň bolarlar: $(\sigma_{sp} - \sigma_{loss})\gamma_{sp} + 2\alpha R_{bt,ser}$. Öňünden dartgynlandyrylan elementleriň dartgynlandyrylmaýan armaturasyndaky dartgynlandyrmalar betonyň girmeginden we süýşmekliginden gysyjy dartgynlandyrmanyň we süýnen betonyň deformasiýalarynyň hasabyna süýndüriji dartgynlandyrmanyň artmagynyň bahalarynyň jemine deň: — $(\sigma_8 + \sigma_9) + 2\alpha R_{bt,ser}$.

Merkezden-süýndürilen elementler. Jaýryklar emele gelmeýärler, eger-de daşarky ýüklemeden N güýç, jaýryklar emele geleninde kesik tarapyndan kabul ediýän N_{crc} güýçden geçmese:

öňünden dartgynlandyrylmadyk elementlerde:

$$N \leq N_{crc} = R_{bt,ser}A_b + \sigma_s A_s = R_{bt,ser}(A_b + 2\alpha A_s), \quad (7.1)$$

bu ýerde :

$$\sigma_s = \varepsilon_s E_s = \varepsilon_{bt,u} E_s = \left(\frac{R_{bt,ser}}{\nu_t E_b} \right) E_s = 2\alpha R_{bt,ser}; \quad \nu_t = 0,5;$$

öňünden dartgynlandyrylan elementlerde

$$N \leq R_{bt,ser}(A_b + 2\alpha A_s) + P, \quad (7.2)$$

bu ýerde P — (4.12) formula boýunça kesgitlenilýän öňünden gysylmaklygyň güýji.

Betonda girmek bilen gyslyşdyrylan dartgynlandyrylmadyk armaturaly elementlerde kesigiň jaýryga durnuklylygyny peseldýän süýndüriji dartgynlandyrmalar peýda bolýarlar.

Egrelýän elementler. Jaýryklaryň emele gelmegine ýol bermezlik üçin daşarky güýçleriň M pursadynyň süýnen zonanyň betonynda jaýryklar emele gelende kesigiň kabul edýän M_{crc} pursadyndan ýokary bolmazlygy gerek:

$$M \leq M_{crc}. \quad (7.3)$$

Öňünden dartgynlandyrylan egrelýän elementlerde jaýryklaryň emele gelmegine gysylmaklygyň güýji, betonyň aşaky zonasynda gysyjy dartgynlandyrmalary döretmek bilen päsgel berýär (7.1, a surat.):

$$\sigma_{bp} = \frac{P}{A_{red}} + \frac{Pe_{op}}{W_{red}}, \quad (7.4)$$

bu ýerde P — degişli ýitgileri hasaba almak bilen ähli dikleýin armaturada täsirleriň deň täsir edijisi

$$P = A_{sp}\sigma_{sp} + A'_{sp}\sigma'_{sp} - A_s\sigma_s - A'_s\sigma'_s; \quad (7.5)$$

W_{red} — getirilen kesigiň maýyşgak garşylyk pursady

$$W_{red} = \frac{J_{red}}{y_0}; \quad (J_{red} \text{ — getirilen kesigiň, onuň agyrlık merkezinden geçýän oka otnositellikde inersiýa pursady; } y_0 \text{ — agyrlık merkezinden jaýryga durnuklylygy kesgitlenilýän süýüme çenli aralyk}).$$

Öňünden dartgynlandyrylan elementde jaýryklaryň emele gelmegine sebäp bolýan M_{crc} egrediji pursady iki goşulyjydan duran diýip göz öňüne getirmek mümkin: betonyň gyraky süýümünde gysmaklygyň dartgynlandyrmasy nula çenli azaldýan M_1 pursat, hem-de şol süýümde dartgynlandyrmany noldan $R_{bt,ser}$ çenli ýokarlandyryan M_2 pursat

$$M_{crc} = M_1 + M_2. \quad (7.6)$$

M_1 pursat täsir edende betonyň işi ähli kesikde maýyşgak hasaplanylýan, dartgynlandyrmalaryň epýury, gysylan, şeýle hem süýnen zonada üçburçly kabul edilýär (7.1, b surat.). Şonuň üçin pursat materiallaryň garşylygynyň belli formulasy bilen aňladylyp bilner:

$$M_1 = W_{red}\sigma_{bp}. \quad (7.7)$$

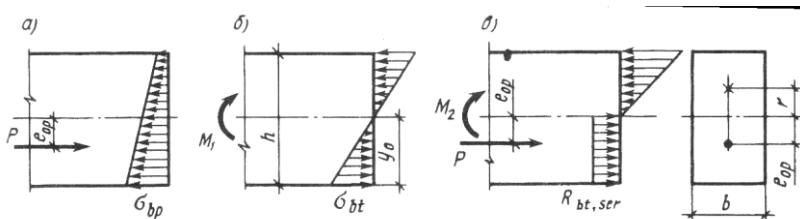
(7.4) aňlatmany (7.7) deňlemä goýup alýarys

$$M_1 = W_{red} \left(\frac{P}{A_{red}} + \frac{P \cdot e_{op}}{W_{red}} \right) = P \left(\frac{W_{red}}{A_{red}} + e_{op} \right) = P(r + e_{op}) = M_{rp} \quad (7.8)$$

bu ýerde r — getirilen kesigiň agyrlýk merkezinden süýnen zonadan iň köp daşlykdaky ýadro nokadyna çenli aralyk. Egrelýän we merkezden däl gysylan kesiklerde gysylan zonadaky epýura hasaplamadaky kabul edilen üçburçlygyň ornuna trapesiýa ýakynlaşýar. Plastiki deformasiýalaryň täsiri hasaplamada 0,8 koeffisiýenti girizmek bilen hasaba alynýar. Onda

$$r = 0,8 \frac{W_{red}}{A_{red}} ;$$

M_{rp} — has daşlaşan (ýokarky) ýadro nokada otnositellikde gysylmagyň güýçleriniň pursady.



Surat. 7.1. Egrelýän önünden dartgynlandyrylan elementde jaýryklaryň emele gelmek pursadyny kesgitlemeklige

M_2 kesgitlenilende gysylan zonada normal dartgynlandyrmalaryň epýuryňy üçburçly, süýnende bolsa — göniburçly, $R_{bt,ser}$ deň dartgynlandyrmaly kabul edýärler. Bu epýura süýnen zonada plastiki deformasiýalaryň barlygyny hasaba alýar we tejribe maglumatlaryna ýakyn gabat gelýär. Bu ýagdaýda (7.1, w surat)

$$M_2 = W_{pl} R_{bt,ser}, \quad (7.9)$$

bu ýerde W_{pl} — süýnen gyraňa otnositellikde getirilen Demirbeton kesigiň maýyşgakplastiki garşylyk pursady, ol $W_{red}\gamma$ deň (γ — betonyň maýyşgak däl deformasiýalarynyň täsirini hasaba alýan koeffisiýent, göniburçly kesik üçin $\gamma=1,75$).

(7.8) we (7.9) formulalary (7.6) deňlemä goýup, alýarys

$$M \leq M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl} + M_{rp}. \quad (7.10)$$

Dikleýin oka ýapgyt jaýryklaryň emele gelmegi boýunça hasaplamaklygy tutuşlaýyn maýyşgak jisim üçin ýaly, ýagny normal jaýryklaryň bolmazlyk çaklamasynda ýerine ýetirýärler. Ýapgyt jaýryklaryň betonda tekizlikde dartgynlandyrylan ýagdaýdaky şertlerde emele gelýändikleri sebäpli, jaýryga durnuklylygyň hasaplanylmagynda diňe esasy süýndürijileri däl, eýsem esasy gysyjy dartgynlandyrmalary hem ünse almak gerek. Gysylmanyň iki oklaýyn dartgynlandyrylan ýagdaýyndaky beton nusgalaryny bir ugurda synagdan geçirmeklik betonyň beýleki ugurda süýnmä garşylyk görkezip

bilmek ukybyny peseldýär. Ýapgyt kesigiň jaýryga durnuklylygy üpjün edilen diýlip hasaplanylýp bilner, eger-de esasy süýndüriji dartgynlandyrmalar empiriki:

$$\sigma_{mt} \leq \gamma_{b4} R_{bt,ser}, \quad (7.11)$$

şerti kanagatlandyryan bolsalar, bu ýerde γ_{b4} — iki okly dartgynlandyrylan ýagdaýyň betonyň berkligine täsirini hasaba alýan koeffisiýent

$$\gamma_{b4} = \frac{1 - \frac{\sigma_{mc}}{R_{b,ser}}}{0,2 + \alpha B} \leq 1,$$

α — agyr beton üçin 0,01 kabul edilýän koeffisiýent, B — gysylma berklik boýunça betonyň klasy, MPa.

αB ululygyň bahasyny 0,3-den az däl kabul edýärler.

Esasy süýndüriji we esasy gysyjy dartgynlandyrmalaryň bahalaryny (5.46) formula boýunça kesgitleýärler.

7.3. Jaýryklaryň açylmagy boýunça hasaplamaklyk

Jaýryklaryň açylmagy boýunça hasaplamaklygy elementleriň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýynyň II stadiýasy boýunça ýüklemeleriň täsirini ýükleme boýunça $\gamma_f = 1$ ygtybarlyk koeffisiýenti bilen geçirýärler. Hasaplamaklygyň maksady jaýryklaryň açylmagynyň teoretiki a_{crc} ululygyny kesgitlemekden we ony, bu bahada jaýlaryň kadaly ulanylyşy, armaturanyň korroziýa durnuklylygy we konstruksiýanyň uzak ömürliligi üpjün edilýän ýolberelik $[a_{crc}]$ bilen deňeşdirmekden ybaratdyr.

Eger-de teoretiki ululyk ýolbererlikden uly bolsa, onda betonyň önünden gysmaklygyň güýjüni ýokarlandyrýarlar, betonyň klasyny artdyrýarlar ýa-da kesigiň keseleýin ölçeglerini ýokarlandyrýarlar.

Merkezden-süýndürilen elemente seredeliň (7.2 surat.). Süýnen armaturanyň derejesinde jaýryklaryň açylmagynyň giňligini, jaýryklaryň arasyndaky meýdançada süýnen betonyň Δ_{bt} uzalmasynyň we jaýryklaryň açylmagynyň a_{crc} giňliginiň jeminiň jaýryklaryň arasyndaky meýdançada armaturanyň Δa_s uzalmasına deň bolmaly diýen şertden kesgitleýärler:

$$\Delta_{bt} + a_{crc} = \Delta a_s. \quad (7.12)$$

Az ululyk hökmünde süýnen betonyň uzalmalaryny taşlap we armaturanyň Δa_s uzalmasyny armaturanyň ε_{sm} orta otnositel deformasiýalarynyň we jaýryklaryň arasyndaky l_{crc} aralyklar bilen aňladyp, alýarys

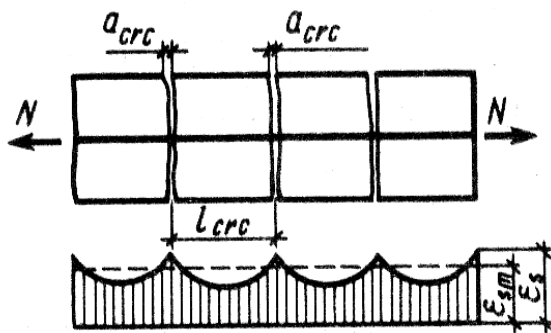
$$a_{crc} = \Delta a_s = \varepsilon_{sm} l_{crc}. \quad (7.13)$$

Armaturanyň orta deformasiýalarynyň $\varepsilon_{sm} = \psi_s \varepsilon_s$ görnüşde aňladalyň, bu ýerde ψ_s — jaýryklaryň arasyndaky meýdançada betonyň işini hasaba alýan koeffisiýent. Onda

$$a_{crc} = \psi_s \varepsilon_s l_{crc} = \psi_s \sigma_s \frac{l_{crc}}{E_s}, \quad (7.14)$$

bu ýerde ε_s we σ_s — jaýrykly kesikde armaturadaky deformasiýalar we dartgynlandyrmalar.

Jaýryklaryň arasyndaky aralyklary jaýrykly kesiklerdäki süýnen armaturadaky we jaýryklaryň arasyndaky täsirleriň tapawudynyň armaturanyň beton bilen çatýşmasynyň täsirleri arkaly deňagramlaşýar diýen şertden kesgitleýärler.



Surat. 7.2 Süýnen Demirbeton elementde normal jaýryklaryň açylmagynyň giňligini kesgitlemeklige

Merkezden-süýnen elementler üçin

$$l_{crc} = \frac{d\eta}{4\mu}, \quad (7.15)$$

bu ýerde d — sterženleriň diametri; η — armaturanyň görnüşine we profiline bagly koeffisiýent; μ — armirlemek koeffisiýenti. (7.15) aňlatmany (7.14) deňlemä goýup, alýarys

$$a_{crc} = \psi_s \frac{\sigma_s}{E_s} \frac{d}{4\mu} \eta. \quad (7.16)$$

Betonyň bir jynsly dældigi we beýleki faktorlar sebäpli, jaýryklaryň açylmagynyň hakyky giňliginiň (7.16) formula boýunça hasaplanylýan a_{crc} ululykdan 1,5 esse ýokary bolup biljekdigini barlaglar görkezdiler. Şunuň bilen baglylykda taslamalaşdyrmagyň kadalary, elementiniň dikleýin okuna normal jaýryklaryň açylmak a_{crc} giňligini, strukturasy boýunça (7.16) teoretiki formula meňzeş, emma, tejribelerdäkä has ýakyn netijeleri almaga mümkinçilik berýän empiriki formula boýunça kesgitlemekligi maslahat berýärler:

$$a_{crc} = \delta \varphi_l \eta \frac{\sigma_s}{E_s} 20(3,5 - 100\mu) \sqrt[3]{d}, \quad (7.17)$$

bu ýerde δ — koeffisiýent, ol deň diýlip kabul edilýär: egrelýän we merkezden däl gysylan elementler üçin — 1; süýnenler üçin — 1,2; φ_l — ýüklemäniň dowamlylygyna we hereketiň häsiýetine, betonyň görnüşine we onuň ýagdaýyna bagly koeffisiýent; gysga wagtlaýyn ýüklemeler we hemişelik we dowamly ýüklemeleriň gysga wagtlaýyn hereketi hasaba alnanda $\varphi_l=1$, köp gezek gaýtalanýan ýüklemeler hasaba alnanda ýa-da tebigy çyglylykdaky agyr betondan bolan

konstruksiýalar üçin hemişelik we dowamly ýüklemeleriň uzak wagtlaýyn täsirinde $\varphi_l=1,5$; η — koeffisiýent, ol deň diýlip alynýar: periodiki profilli sterženler üçin — 1, ýylmanak sterženler üçin — 1,3; μ — süýnen armatura boýunça armirmek koeffisiýenti, ol 0,02 ululykdan köp däl kabul edilýär; σ_s — S armaturanyň gyraky hatarynyň sterženlerindäki dartgynlandyrmalar ýa-da (öňünden dartgynlandyрма bar bolanda) daşarky ýüklemäniň täsirinden dartgynlandyrmalaryň artdyrylmasy: öňünden dartgynlandyrylmasyz merkezden-süýndürilen elementler üçin

$$\sigma_s = \frac{N}{A_s}, \quad \text{öňünden dartgynlandyrmasy bary üçin}$$

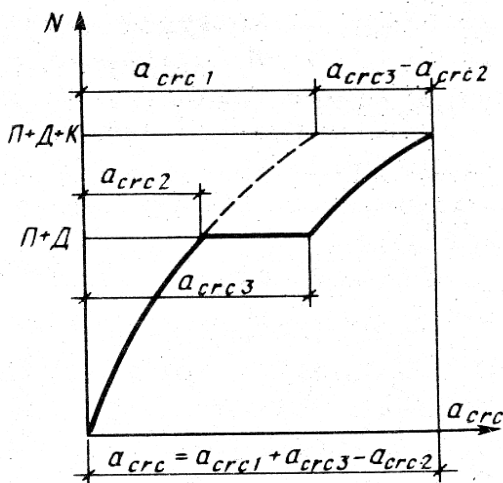
$$\sigma_s = \frac{N - P}{A_{sp} + A_s}, \quad \text{öňünden dartgynlandyrmasy ýok ýekeleýin}$$

$$\text{armaturaly egrelýän elementler üçin } \sigma_s = \frac{M}{A_s z}, \quad \text{öňünden}$$

$$\text{dartgynlandyrmaly üçin } \sigma_s = \frac{M - P(z - e_{sp})}{(A_{sp} + A_s)z} \quad (z \text{ — içerki}$$

jübütiň egni; e_{sp} — armaturanyň S_p meýdanynyň agyrylyk merkezinden gysylma täsiriniň goýulma nokadyna çenli aralyk).

Normal jaýryklaryň açylmak giňligi süýnen armaturadaky dartgynlandyрма, kesigi armirmekigiň koeffisiýentine, armaturanyň görnüşine we diametrine, ýüklemäniň hereketiniň dowamlylygyna bagly. Jaýryklaryň açylmagynyň giňligini azaltmak üçin, onuň möçberini köpeltmek bilen armaturanyň diametrini azaltmak gerek, hem-de periodiki profilli armaturany ulanmaly.



Surat. 7.3. Grafik — ýükleme, jaýryklaryň açylmagynyň giňligi:

П — hemişelik; Д — dowamlaýyn; К — gysga wagtlaýyn

Jaýryga durnuklylygyň 2-nji kategoriýasynyň talaplary bildirilýän elementler üçin jaýryklaryň dowamly däl açylmagynyň $a_{crc,1}$ giňligini hemişelik, dowamly we gysga wagtlaýyn ýüklemelerden jemleýin täsirden $\varphi_l = 1$ koeffisiýentde kesgitleýärler. Jaýryga durnuklylygyna 3-nji kategoriýanyň talaplary bildirilýän elementler üçin jaýryklaryň dowamly açylmagynyň giňligini hemişelik we dowamly ýüklemeleriň täsirinden $\varphi_l > 1$ koeffisiýentde tapýarlar. Ondan başga-da, jaýryklaryň dowamly däl açylmagynyň giňligini ähli ýüklemäniň dowamly däl täsirinden, hemişelik we dowamly ýüklemeleriň uzak wagtlaýyn däl täsirinden $\varphi_l = 1$ bolanda jaýryklaryň açylmagynyň giňliginiň $(a_{crc,1} - a_{crc,2})$ artdyrmasyynyň hem-de hemişelik we dowamly ýüklemelerden

açylmagyň $a_{crc,3}$ giňliginiň jemi hökmünde kesgitleýärler (surat. 7.3):

$$a_{crc} = a_{crc,1} - a_{crc,2} + a_{crc,3} . \quad (7.18)$$

Ýapgyt jaýryklaryň açylmagynyň giňligini (7.11) şert berjaý edilmedik ýagdaýlarda hasaplaýarlar. Ýapgyt jaýryklaryň açylmak giňligine iň uly täsiri keseleýin armatura bildirýär. Onuň möçberiniň artmagy bilen ýapgyt jaýryklaryň giňligi azalýar. Dikleýin armaturanyň jaýryklarynyň açylmagyna täsiri uly däl. Elementler wertikal hamytlar bilen armirlenilenlerinde ýapgyt jaýryklaryň açylmak giňligini şu empiriki formula boýunça kesgitleýärler

$$a_{crc} = \varphi_l \frac{0,6\sigma_{sw}d_w\eta}{E_s \frac{d_w}{h_0} + 0,15E_b(1 + 2\alpha\mu_w)} , \quad (7.19)$$

bu ýerde φ_l we η — (7.17) formuladaky ýaly; d_w — keseleýin armaturanyň diametri; σ_{sw} — hamytlardaky dartgynlandyrmalar

$$\sigma_{sw} = \frac{(Q - Q_{bl})}{A_{sw}h_0} s \leq R_{s,ser}$$

Q we Q_{bl} deňşililikde (5.48) şertiň çep we sag taraplary, olarda R_{bt} ululyk $R_{bt,ser}$ ululyga çalşylmaly, özi hem φ_{b4} koeffisiýent 0,8-e köpeldilýär; s - hamytlaryň ädimi;

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{bs}$$

7.4. Jaýryklaryň ýapylmagy boýunça hasaplamaklyk

Jaýryga durnuklylygyna 2-nji kategoriýanyň talaplary bildirilýän konstruksiýalary kadaly ulanmak maksatlary bilen, gysga wagtlaýyn ýüklemeler aýrylandan soňra normal we ýapgyt jaýryklaryň ygtybarly ýapylmagyny üpjün etmek gerek. Bu ýagdaý beýle konstruksiýalaryň armaturasynyň korroziýasy üçin jaýryklaryň uzak wagtlaýyn açylmagynyň iň köp howpludygyny bilen şertlendirilendir.

Dikleşin oka normal jaýryklaryň ygtybarly ýapylmagy üçin şu talaplar berjýä edilmelidirler:

a) dartgynlandyrylýan armaturada doly ýüklemäniň hereketinden ýükleme peselende jaýryklara ýapylmaga mümkinçilik bermejek maýyşgak däl deformasiýalar ýüze çykmary däldirler, bu aşakdaky şert bilen üpjün edilýär

$$\sigma_{sp} + \sigma_s \leq 0,8R_{s,ser}, \quad (7.20)$$

bu ýerde σ_{sp} — ähli ýitgileri hasaba almak bilen armaturadaky öňünden dartgynlandyрма; σ_s — (7.17) formuladaky ýaly kesgitlenilýän, daşarky ýüklemeleriň täsirinden dartgynlandyrylýan armaturadaky dartgynlandyrmanyň artdyrylmasy;

b) süýnen zonada doly ýüklemeden jaýrykly elementiň kesigi uzak wagtlaýyn ýüklemeleriň hereketinde gysylan bolup galmalydyr. Bu ýerde elementiň daşarky ýüklemeler tarapyndan süýndürilýän gyraňynda gysylmagyň σ_b normal dartgynlandyrmalary 0,5 MPa-dan az bolmaly däl. σ_b dartgynlandyrmany maýyşgak jisim üçin ýaly daşarky

ýüklemeleriň hereketinden we önünden gysylmagyň täsirinden kesgitleýärler:

$$\sigma_b = \frac{P(e_{op} + r) - M}{W_{red}} \geq 0,5 \text{ MPa},$$

(7.21)

bu ýerde P we e_{op} (4.12) we (4.13) formulalar boýunça hasaplanylýarlar.

Ýapgyt jaýryklaryň ygtybarly ýapylmagyny üpjün etmek üçin, (5.46) formula boýunça kesgitlenilýän, betondaky esasy dartgynlandyrmalaryň ikisiniň hem, getirilen kesigiň agyrylyk merkeziniň derejesinde, hemişelik we dowamly ýüklemeleriň täsirinde gysyjy we ululygy boýunça 0,5 MPa–dan az däl bolmalky gerek. Görkezilen talap önünden dartgynlandyrylan keseleýin armaturanyň kömegi bilen üpjün edilýär.

7.4. Jaýryklaryň ýapylmagy boýunça hasaplamaklyk

Jaýryga durnuklylygyna 2-nji kategoriýanyň talaplary bildirilýän konstruksiýalary kadaly ulanmak maksatlary bilen, gysga wagtlaýyn ýüklemeler aýrylandan soňra normal we ýapgyt jaýryklaryň ygtybarly ýapylmagyny üpjün etmek gerek. Bu ýagdaý beýle konstruksiýalaryň armaturasynyň korroziýasy üçin jaýryklaryň uzak wagtlaýyn açylmagynyň in köp howpludygyny bilen şertlendirilendir.

Dikleýin oka normal jaýryklaryň ygtybarly ýapylmagy üçin şu talaplar berjaý edilmelidirler:

a) dartgynlandyrylýan armaturada doly ýüklemäniň hereketinden ýükleme peselende jaýryklara ýapylmaga mümkinçilik bermejek maýyşgak däl deformasiýalar ýüze çykmary dälidirler, bu aşakdaky şert bilen üpjün edilýär

$$\sigma_{sp} + \sigma_s \leq 0,8R_{s,ser},$$

(7.20)

bu ýerde σ_{sp} — ähli ýitgileri hasaba almak bilen armaturadaky öňünden dartgynlandyрма; σ_s — (7.17) formuladaky ýaly kesgitlenilýän, daşarky ýüklemeleriň täsirinden dartgynlandyrylýan armaturadaky dartgynlandyrmanyň artdyrylmasy;

b) süýnen zonada doly ýüklemeden jaýrykly elementiň kesigi uzak wagtlaýyn ýüklemeleriň hereketinde gysylan bolup galmalydyr. Bu ýerde elementiň daşarky ýüklemeler tarapyndan süýndürilýän gyraňynda gysylmagyň σ_b normal dartgynlandyrmalary 0,5 MPa-dan az bolmaly däl. σ_b dartgynlandyrmany maýyşgak jisim üçin ýaly daşarky ýüklemeleriň hereketinden we öňünden gysylmagyň täsirinden kesgitleýärler:

$$\sigma_b = \frac{P(e_{op} + r) - M}{W_{red}} \geq 0,5 \quad \text{MPa,} \quad (7.21)$$

bu ýerde P we e_{op} (4.12) we (4.13) formulalar boýunça hasaplanylýarlar.

Ýapgyt jaýryklaryň ygtybarly ýapylmagyny üpjün etmek üçin, (5.46) formula boýunça kesgitlenilýän, betondaky esasy dartgynlandyrmalaryň ikisiniň hem, getirilen kesigiň agyrylyk merkeziniň derejesinde, hemişelik we dowamly ýüklemeleriň täsirinde gysyjy we ululygy boýunça 0,5 MPa-dan az däl bolmalky gerek. Görkezilen talap öňünden dartgynlandyrylan keseleýin armaturanyň kömegi bilen üpjün edilýär.

7.5. Demirbeton konstruksiýalaryň orun üýtgetmelerini hasaplamak

Ýokary berklikli materiallardan bolan gurnama Demirbeton konstruksiýalaryny giňden ulanmaklyk we hasaplamak usullarynyň takyklanylmagy elementleriň keseleýin kesikleriniň ölçegleriniň azalmagyna, diýmek, olaryň berkliginiň peselmegine we egrelmeleriniň artmagyna getirdi. Şonuň üçin deformasiýalary (orun üýtgetmeleri) hasaplamaklyk soňky ýyllarda möhüm ähmiýete eýe boldy. Onuň maksady konstruksiýanyň egrelmelerini konstruksiýanyň ulanylyş hillerini bozup bilmeýän şeýle çäklere çenli çäklendirmekden ybaratdyr

$$f \leq f_u ,$$

bu ýerde $f - \varphi_f = 1$ bolanda hasaplama ýüklemelerinden egrelme (ýaý berme); f_u — tehnologi, konstruktiv, estetiki we beýleki talaplaryň esasynda kesgitlenilen, kadalar tarpyndan ýol berilýän çäk egrelme (ýaý berme): örtgüleriň elementleri we tekiz panellerden örtükler üçin, $l < 6$ m bolanda

$\frac{l}{200}$, $6 < l \leq 7,5$ m bolanda — 3 sm, $l > 7,5$ m bolanda —

$\frac{l}{250}$; kranasty pürsler üçin el kranlarynda $f_u = \frac{l}{500}$;

elektrikiler üçin $f_u = \frac{l}{600}$ we ş.m.

Demirbeton pürsüň jaýryklar emele gelyänçä doly kesik boýunça işleýändigini synaglar görkezýärler.

Jaýryklar emele geleninden soňra pürs orta böleginde, aşakdan armatura, ýokardan — gysylan zonanyň betony bilen baglanyşan aýratyn bloklara bölüner (7.4, a surat.). Pürsüň gatylygy ara gerimiň ortasynda aşak düşýär (7.4, b surat.),

onuň ululygyna täsiri diňe kesikleriň geometriki ölçegleri däl-de, eýsem süýnen armaturanyň möçberi (7.4, w surat.) betonyň süýşmekligi, girmeklik we beýleki faktorlar hem ýetirýärler. Bu bolsa süýnen zonada jaýryklary bolan Demirbeton elementleriň kesikleriniň berkligi kesgitlenilende kesgitli kynçylyklary döredýär. Kadalar egrelmeleri egrilikler boýunça, gurluşyk mehanikasynyň usullaryny ulanyp hasaplamagy maslahat berýärler. Egrelmeleri kesgitlemek üçin iň oňaýly baglanyşyk bu Moranyň integralydyr:

$$f = \int_0^l \overline{M}_x (1/r)_x dx, \quad (7.22)$$

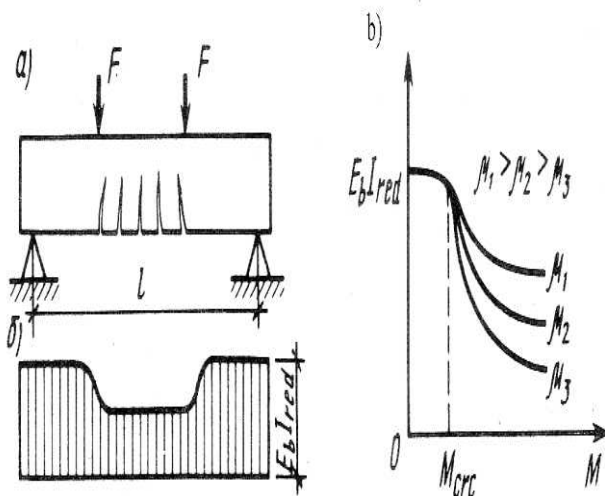
bu ýerde \overline{M}_x — gözlenilýän orun üýtgetmeleriň ugry boýunça goýlan birlik güýçden x kesikde egrediji pursat; $(1/r)_x$ — egrelmäniň kesgitlenilýän ýüklemesindeki x kesikde elementiň egriligi.

Hasaplamalary ýönekeýleşdirmek üçin egrelmeler hasaplanylanda egrilikleri iň köp dartgynlandyrylan kesik üçin kesgitlemek we ol elementiň okuna ugurdaş egrediji pursada proporsional üýtgeýär diýip kabul etmek mümkin. Hemişelik kesikli elementler üçin kadalarda kabul edilen beýle ýol berilme eksperimental taýdan gowy tassyklanylýar. Bu ýagdaýda (7.22) formula şu görnüşi alar:

$$f = \varphi_m \left(\frac{1}{r} \right) l_0^2, \quad (7.23)$$

bu ýerde φ_m — daýanmak şertlerine we ýüklemekligiň shemalaryna bagly koeffisiýent, erkin daýanýan pürs üçin

deňölçeqli paýlanan ýüklemede $\varphi_m = \frac{5}{48}$, ara gerimiň ortasynda jemlenen ýüklemede $\varphi_m = \frac{1}{12}$; pürsüň soňlary boýunça iki deň pursatlarda $\varphi_m = \frac{1}{8}$; $\frac{1}{r}$ — süýnen zonada jaýryklar bilen ýa-da olarsyz elementiň egriligi; l_0 — hasaplama ara gerimi.



Surat. 7.4. Jaýryklaryň we armirmek koeffisiýentiniň Demirbeton pürsüň gatylygyna täsiri

7.6. Süýnen zonada jaýryklary bolmadyk demirbeton elementleriň egrelmeleri we egrilikleri

Süýnen zonada jaýryklary bolmadyk egrelýän we merkezden däl gysylan elementleriň egriligi dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň I stadiýasy boýunça tutuşlaýyn jisim üçin ýaly kesgitlenilýär, özi hem

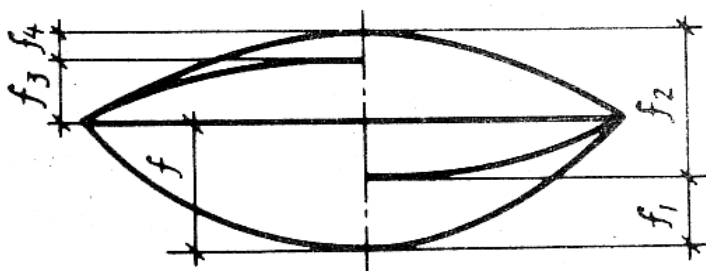
betonyň süýşmekliginiň hasabyna deformasiýalaryň artmagy hasaba alynýar

$$\frac{1}{r} = \frac{M\varphi_{b2}}{\varphi_{b1}E_bJ_{red}}, \quad (7.24)$$

bu ýerde M — egreldiji pursadyň hereket edýän tekizligine normal we getirilen kesigiň agyrlyk merkezinden geçýän oka otnositellikde degişli daşarky ýüklemeden (gysga wagtlaýyn, dowamly) pursat; φ_{b2} — betonyň uzak wagtlaýyn süýşmekliginiň täsirini hasaba alýan koeffisiýent, gysga wagtlaýyn ýüklemelerde $\varphi_{b2}=1$, hemişelik we uzak wagtlaýyn ýüklemelerde: daşarky gurşawyň howasynyň 40...75% çyglylygynda $\varphi_{b2}=2$, howanyň çyglylygy 40%-den pes

bolanda $\varphi_{b2}=3$; φ_{b1} — gysga wagtlaýyn süýşmeklik sebäpli egriligiň artmagyny hasaba alýan koeffisiýent, ol agyr beton üçin 0,85 kabul edilýär.

Süýnen zonada jaýryklarsyz işleýän konstruksiýalara adatça öňünden dartgynlandyrylan konstruksiýalar degişli. Bu ýagdaýda hasaplama egrelmesi armaturanyň öňünden dartylmasyň döredýän täsirlerinden bolan egrelmelerden we ulanmaktaky ýüklemelerden: hemişelik, dowamly, gysga wagtlaýyn, jemlener.



Surat. 7.5. Süýnen zonada jaýryklarsyz işleýän öňünden dartgynlandyrylan Demirbeton pürsüň egrelmesini kesgitlemeklige

Hemişelik kesikli erkin daýanýan pürse seredeliň. Dikleýin armatura direglerden boşadylandan soňra, seredilýän pursatda ähli ýitgileri hasaba almak bilen kesgitlenilýän öňünden P gysylmanyň täsirleriniň gysga wagtlaýyn hareketinden pürs gysylma we f_3 egrem alar (7.5 surat.). Onda, (7.23) we (7.24) formulalary hasaba alyp, alýarys

$$f_3 = \left(\frac{1}{r} \right)_3 \frac{l^2}{8} = \frac{Pe_{op}l^2}{8\varphi_{b1}E_bI_{red}}, \quad (7.25)$$

bu ýerde e_{op} — getirilen kesigiň agyrlýk merkezine otnositellikde öňünden gysylmanyň täsiriniň ekssentrisiteti.

Öňünden gysylmanyň uzak wagtlaýyn täsirinde pürsüň egremi süýşmeklik we girmeklik netijesinde aşakdaky ululyga artar

$$f_4 = \left(\frac{1}{r}\right)_4 \frac{l^2}{8} = \frac{(\varepsilon_b - \varepsilon'_b)l^2}{8h_0},$$

(7.26)

bu ýerde ε_b we ε'_b — öňünden gysylmagyň täsirinden girmekligiň we şüýşmekligiň ýüze çykaran betonyň otnositel deformasiýalarynyň, olar degişlilikde süýnen dikleýin armaturanyň agyrlýk merkeziniň we betonyň gyraky gysylan süýüminiň derejesinde kesgitlenilýärler:

$$\varepsilon_b = \frac{\sigma_b}{E_s}; \quad \varepsilon'_b = \frac{\sigma'_b}{E_s}$$

$\sigma_b = \sigma_6 + \sigma_8 + \sigma_9$ — süýnen armaturanyň öňünden dartgynlandyrylmasynyň betonyň çalt bolup geçýän süýşmekliginden, girmekliginden, hem-de betony gysmak gutaranyndan soňra ýüze çykan süýşmekliginden ýitgileriň jemi; $\sigma'_b = \sigma'_6 + \sigma'_8 + \sigma'_9$ — şol, dartgynlandyrylan armatura üçin, eger-de ol betonyň gyraky gysylan süýüminiň derejesinde bar bolan bolsa.

Dowamly hemişelik we wagtlaýyn ara gerim boýunça deňölçegli paýlanan ýüklemeler goýlandan soňra pürs şu egrelmäni alar (ser. 7.5 surat.):

$$f_2 = \left(\frac{1}{r}\right)_2 \frac{5l^2}{48} = \frac{M_2 l^2 \varphi_{b2}}{9,6 \varphi_{b1} E_b J_{red}},$$

(7.27)

bu ýerde M_2 — hemişelik we wagtlaýyn dowamly kadalaýyn ýüklemeden pürsdäki pursat.

Kadalaýyn ýüklemäniň ($\varphi_{b2}=1$) gysga wagtlaýyn täsirlerinden pürs goşmaça egrelme alar:

$$f_1 = \left(\frac{1}{r} \right)_1 \frac{5l^2}{48} = \frac{M_1 l^2}{9,6 \varphi_{b1} E_b J_{red}}, \quad (7.28)$$

Şeýlelikde, pürsüň gysylmadan we daşarky ýüklemäniň täsirlerinden doly egrelmesi we doly egriligi deňdirler:

$$f = f_1 + f_2 - f_3 - f_4; \quad (7.29)$$

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r} \right)_1 + \left(\frac{1}{r} \right)_2 - \left(\frac{1}{r} \right)_3 - \left(\frac{1}{r} \right)_4. \quad (7.30)$$

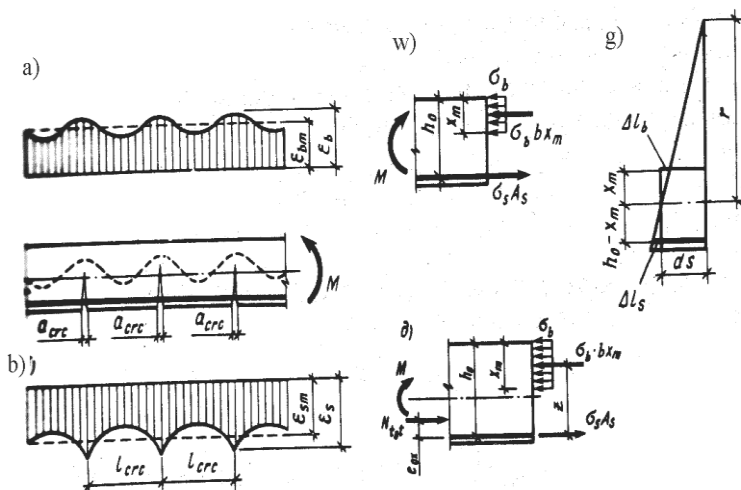
7.7. Süýnen zonada jaýryklary bolan Demirbeton konstruksialaryň egrelmeleri we egrilikleri

Süýnen zonada jaýryklary bilen ulanyşdaky ýüklemelerde işleýän elementlere öňünden dartgynlandyrmasy bolmadyk Demirbeton konstruksaýalary we jaýryga durnuklylyk boýunça talaplaryň 3-nji kategoriýasynyň öňünden dartgynlandyrylan konstruksialary deňşlidirler. Bu hilli elementler üçin maýyşgak ulgamlar hökmünde deformasiýalary kesgitlemek usuly kabul ederlikli dälär. Şonuň üçin, jaýryklar bar bolanda deformasiýalary hasaplamaklygy deformasiýalar kesgitlenilýän pursatda hakyky dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýdan ugur almak bilen amala aşyrylarlar.

Dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýyň II stadiýasynda bolan pürsüň ulanyş ýüklemelerindäki işine seredeliň. Jaýryklar emele geleninden soňra pürsüň öz aralarynda süýnen armatura we gysylan beton bilen baglanyşan bloklara bölünýändigini tejribeler görkezýär. Neýtral ok bu hilli elementde tolkun şekilli bolar, sebäbi gysylan zonanyň beýikligi jaýryklaryň üstünde olaryň arasyndakydan az (7.6, a surat.).

Armaturadaky we betondaky dartgynlandyrmalar elementiň uzynlygy boýunça üýtgeýärler, özi hem jaýrykly kesikde olar uly bolarlar (7.6, b surat.). Jaýryklaryň arasyndaky meýdançalarda armaturanyň dartgynlandyrylmalarynyň azalmagy öň görkezilişi ýaly, süýndüriji täsirleriň böleginiň entek armatura bilen çatyşmany ýitirmedik betonyň kabul edýändigini bilen düşündirilýär.

Orun üýtgetmeler hasaplanylanda başlangyç häsiýetnama bolup egrilik gulluk edýär, emma onuň hakyky bahalaryny elementdäki süýnen zonada jaýryklary bolan her bir kesik üçin kesgitlemek — çylşyrymly meseledir. W.I.Muraşow orun üýtgetmeler kesgitlenilende orta egrilikden ugur almaklygy teklipe etdi, ol ony armaturanyň ε_{sm} orta otnositel deformasiýalarynyň, gysylan zonanyň betonynyň ε_{bm} orta deformasiýalarynyň we neýtral okuň orta x_m ýagdaýynyň üsti bilen aňlatdy.



Surat. 7.6. Süýnen zonada jaýryklary bolan egrelýän elementiň okunyň egriligini kesgitlemegiň shemasy

Orta egrilik üçin aňlatmany almak üçin göniburçly profilli pürsden iki parallel kesikler bilen ds elementi kesip alalyň. Ýükleme goýlandan soňra element 7.6, g suratatda şekillendirilen görnüşi alar. Üçburçlyklaryň meňzeşliginden alýarys

$$\frac{ds}{r} = \frac{\Delta l_b}{x_m} = \frac{\Delta l_s}{(h_0 - x_m)} = \frac{(\Delta l_b + \Delta l_s)}{h_0}, \quad (7.31)$$

bu ýerde Δl_b we Δl_s — ds meýdançada süýnen armaturanyň we betonyň gysylan gyraňynyň absolyút deformasiýalary.

$\epsilon_{sm} = \frac{\Delta l_s}{ds}$ we $\epsilon_{bm} = \frac{\Delta l_b}{ds}$ bolýandygyny göz önünde tutup, (7.31) deňlemeden alýarys

$$\frac{1}{r} = \frac{\varepsilon_{sm} + \varepsilon_{bm}}{h_0}, \quad (7.32)$$

Hasaplamak baglanyşyklaryny almak üçin armaturanyň we betonyň ε_{sm} we ε_{bm} orta deformasiýalaryny jaýrykly kesikdäki degişli deformasiýalar we dartgynlandyrmalar arkaly aňladalyň:

$$\varepsilon_{sm} = \psi_s \varepsilon_s = \frac{\sigma_s}{E_s} \psi_s; \quad (7.33)$$

$$\varepsilon_{bm} = \psi_b \varepsilon_b = \frac{\varepsilon_b}{E_{b,pl}} \psi_b = \frac{\varepsilon_b \psi_b}{\nu E_b}, \quad (7.34)$$

bu ýerde ψ_s — süýnen betonyň jaýryklarly meýdançasynnda işini hasaba alýan koeffisiýent, $\psi_s = \frac{\varepsilon_{sm}}{\varepsilon_s}$ empiriki formula

boýunça kesgitlenilýär [1]; ψ_b — jaýryklarly meýdançada betonyň gyraky gysylan süýüminiň deformasiýalarynyň paýlanyşynyň deňölçegli däldigini hasaba alýan koeffisiýent,

$\psi_b = \frac{\varepsilon_{bm}}{\varepsilon_b} = 0,9$; $E_{b,pl}$ — deformasiýa moduly, $E_{b,pl} = E_b \nu$;

ν — betonyň maýyşgak däl deformasiýalaryny hasaba alýan koeffisiýent: ýüklemäniň gysga wagtlaýyn hereketinde $\nu = 0,45$, uzak wagtlaýyn hereketinde $\nu = 0,15$ (ser. 2-nji baba). (7.33) we (7.34) aňlatmalary (7.32) formula goýup, alýarys

$$\frac{1}{r} = \frac{\sigma_s \psi_s}{E_s h_0} + \frac{\sigma_b \psi_b}{\nu E_b h_0}, \quad (7.35)$$

Jaýrykly kesikdäki armaturadaky we betondaky dartgynlandyrmalary tapýarys, ozal bolşy ýaly, gysylan zonanyň betonynda dartgynlandyrmalaryň göniburçly epýuryny kabul etmek bilen (7.6, w surat.)

$$\sigma_s = \frac{M}{A_s z}; \quad \sigma_b = \frac{M}{A_b z}, \quad (7.36)$$

bu ýerde z — içerki jübütiň egni, ol empiriki formula boýunça hasaplanylýar [1]; A_b — betonyň gysylan zonasynyň kesiginiň meýdany, göniburçly kesik üçin $A_b = bx_m$. σ_s we σ_b ululyklary (7.35) formula goýanymyzdan we özgertmeleri ýerine ýetirenimizden soňra, orta egrilik üçin aňlatma şu görnüşli alar:

$$\frac{1}{r} = \frac{M}{zh_0} \left(\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{\nu E_b A_b} \right). \quad (7.37)$$

(7.37) formuladan, süýnen zonada jaýryklary bolan elementiň egriliginiň kesigiň ölçeglerine, armaturanyň meýdanyna baglydygy görünýär, ýene-de onda hasaba alynýar: ψ_s koeffisiýent bilen häsiýetlendirilýän, jaýryklarly meýdançada betonyň süýnmä işi; ψ_b koeffisiýent bilen häsiýetlendirilýän, jaýryklarly meýdançada gysylan zonanyň betonynyň deformasiýalarynyň deňölçegli dældigi; ν koeffisiýent bilen häsiýetlendirilýän, gysylan zonanyň betonynyň maýyşgak däl deformasiýalary.

Eger-de egrediji pursat bilen bilelikde elemente dikleýin gysyjy N_{tot} güýç (ýa-da öňünden gysylmadan täsir) hem goýlan bolsa, onda betondaky we armaturadaky dartgynlandyrmalar, (7.36) aňlatmany hasaba almak bilen bolarlar:

$$M + N_{tot}e_{ox} = \sigma_b A_b z; \quad \sigma_b = \frac{M + N_{tot}e_{ox}}{A_b z} = \frac{M_3}{A_b z};$$

(7.38)

$$M - N_{tot}(z - e_{ox}) = \sigma_s A_s z; \quad \sigma_s = \frac{M_3}{A_s z} - \frac{N_{tot}}{A_s}.$$

(7.39)

(7.38) we (7.39) aňlatmalary (7.35) formula goýup, alýarys

$$\frac{1}{r} = \frac{M_3}{zh_0} \left(\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{\nu E_b A_b} \right) - \frac{N_{tot} \psi_s}{E_s A_s h_0},$$

(7.40)

bu ýerde $M_3 = M$ — çalşyjy pursat, süýnen armaturanyň agyrylyk merkezine otnositellikde, kesikde hereket edýän (N_{tot} ululygy hem öz içine almak bilen) ähli güýçleriň pursadyna deňdir.

Wagtyň geçmegi bilen elementniň egrilgi hemişelik bolup galmaýar, ol ýüklemäniň ululygyna we dowamlylygyna baglylykda üýtgeýär.

Şuňa laýyklykda, doly egrilik

$$\frac{1}{r} = \left(\frac{1}{r} \right)_1 - \left(\frac{1}{r} \right)_2 + \left(\frac{1}{r} \right)_3 - \left(\frac{1}{r} \right)_4, \quad (7.41)$$

bu ýerde $\left(\frac{1}{r} \right)_1$ — deformasiýalar boýunça hasaplamaklyk geçirilýän ähli ýüklemäniň uzak wagt bolmadyk (gysga

wagtláýyn) hereketiniň egriligi; $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ — hemişelik we dowamly ýüklemeleriň uzak wagat bolmadyk hereketinden egrilik; $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ — hemişelik we dowamly ýüklemeleriň dowamly (uzak wagat) hereketinden egrilik; $\left(\frac{1}{r}\right)_4$ — öňünden gysylmanyň täsirinden betonyň girmegi we süýşmegi netijesinde elementiň egremi bilen şertlendirilen egrilik.

$\left(\frac{1}{r}\right)_1$, $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ we $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ egrilikler (7.40) formula boýunça kesgitlenilýärler, özi hem $\left(\frac{1}{r}\right)_1$ we $\left(\frac{1}{r}\right)_2$ ýüklemeleriň uzak wagat däl bolan hereketine jogap berýän ψ_s we ν ululyklarda, $\left(\frac{1}{r}\right)_3$ bolsa —ýüklemäniň dowamly hereketine jogap berýän ψ_s we ν ululyklarda hasaplanylýarlar.

Süýnen zonada jaýryklary bolan Demirbeton pürsüň doly egrelmesi

$$f = f_1 - f_2 + f_3 - f_4, \quad (7.42)$$

bolar, bu ýerde egrelmeleriň her haýsysyny ýokarda getirilen formulalar boýunça kesgitlenilýän egrilikleriň bahasyna baglylykda, (7.23) formula boýunça hasaplaýarlar. Öňünden dartgynlandyрма bolmadyk elementler üçin (7.41) we (7.42) formulalardaky soňky goşulyjylar nula deňdirler.

? 1. Jaýryklaryň emele gelmegi we açylmagy boýunça hasaplamaklygyň maksady nämeden ybarat ? 2. Jaýryga durnuklylygyň kategoriýalaryny häsiýetlendiriş. 3. Jaýryklaryň emele gelmegi boýunça hasaplamada kabul edilýän esasy önünden döreýän şertler haýsylar ? 4. Merkezden-süýndürilen elementleriň jaýryga durnuklylygyny hasaplamak. 5. Egrelýän elementde jaýryklaryň emele gelmegi boýunça hasaplamak üçin formulalary getirip çykaryň. 6. Jaýryklaryň açylmagy boýunça hasaplamak nähili önünden döreýän şertleriň esasynda geçirilýär ? Jaýryklaryň açylmagynyň giňligine haýsy faktorlar täsir edýärler ? 7. Önünden dartgynlandyrylan konstruksiýalary jaýryklaryň ýapylmagy boýunça hasaplamaklygyň aýratynlyklary. 8. Orun üýtgetmeler boýunça hasaplamaklygyň maksady. 9. Süýnen zonada jaýryklar ýok we bar bolanlarynda Demirbeton egrelýän elementleriň egrelmelerine täsir edýän faktorlar. 10. Süýnen zonada jaýryklar ýok bolanda elementleriň doly egrelmesi we egriligi nämelerden durýar ? 11. Süýnen zonada jaýryklary bolan egrelýän elementiň egriligini kesgitlemegiň esasynda goýlan önünden döreýän şertler. 12. Süýnen zonada jaýryklary bolan egrelýän elementiň egriligini kesgitlemek üçin formulany getirip çykaryň. 13. Süýnen zonada jaýryklary bolan Demirbeton elementiň doly egriligi nähili kesgitlenilýär ?

EDEBIÝAT

Kadalaýyn we gözükdiriji

1. GKweD 2.03.01 — 84. Beton we Demirbeton konstruksiýalary. M., 1985. (СНиП 2.03.01 — 84. Бетонные и железобетонные конструкции. М., 1985.).

2. GKweD 2.01.07 — 85. Ýüklemeler we täsir etmeler. M., 1986. (СНиП 2.01.07 — 85. Нагрузки и воздействия. М., 1986).

3. GKweD II-22 — 81. Daş we armodaş konstruksiýalary. Taslamalaşdyrmaklygyň kadalary. M., 1983. (СНиП II-22 — 81. Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования. М., 1983).

4. Agyr we ýeňil betonlardan armaturany öňünden dartgynlandyрман beton we Demirbeton konstruksiýalaryny taslamalaşdyrmak boýunça kitapda (GKweD 2.03.01 — 84 — e). M., 1986. (Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов без предварительного напряжения арматуры (к СНиП 2.03.01 — 84). М., 1986).

5. Agyr we ýeňil betonlardan öňünden dartgynlandyrylan Demirbeton konstruksiýalaryny taslamalaşdyrmak boýunça kitapda (GKweD 2.03.01 — 84 — e). M., 1988. (Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелых и легких бетонов (к СНиП 2.03.01 — 84). М., 1988).

6. Ýaşaýuş we jemgyýetçilik jaýlarynyň böleklerini hasaplamaklyk we konstruirlemeklik: Taslamalaşdyryjynyň maglumat kitaby / P.F.Wahnenkonyň redaksiýasy astynda. Kiýew, 1987. (Расчет и конструирование частей жилых и общественных зданий: Справочник проектировщика / Под ред. П. Ф. Вахненко. Киев, 1987).

7. Yssy klimat üçin beton we Demirbeton konstruksiýalaryny taslamalaşdyrmaklyk boýunça maslahatlar.

М., 1988 (Рекомендации по проектированию бетонных и железобетонных конструкций для жаркого климата. М., 1988).

8. Taslamalaşdyryjynyň maglumat kitaby. Hasaplamaklyk-nazary. М., 1960. (Справочник проектировщика. Расчетно-теоретический. М., 1960).

Okiw

9. *Baykow W.N., Sigalow E.Ý.* Demirbeton konstruksiýalary. Umumy kurs. М., 1991. (*Байков В. Н., Сигалов Э. Е.* Железобетонные конструкции. Общий курс. М., 1991).

10. Demirbeton konstruksiýalary / *Baraşıkow A.Ý., Budnikowa L.M., Kuznesow A.W.* we başg. Kiýew, 1984. (Железобетонные конструкции / *Барашиков А. Я., Будникова Л. М., Кузнецов А. В.* и др. Киев, 1984).

11. *Kudzis A.P.* Demirbeton we daş konstruksiýalary. М., 1989. (*Кудзис А.П.* Железобетонные и каменные конструкции. М., 1989).

12. *Popow N.N., Zabegaýew A.W.* Demirbeton we daş konstruksiýalaryny taslamalaşdyrmaklyk we hasaplamaklyk. М., 1989. (*Попов Н. Н., Забегаетов А. В.* Проектирование и расчет железобетонных и каменных конструкций. М., 1989).

Adalgalaryň **we käbir ulanylan sözleriň** terjimeleriniň sanawy

T/b	Rusçasy	Türkmençesi	Bellik
1.	Арка	Arka	
2.	Арматура	Armatura	
3.	Балка	Pürs	
4.	Бункер	Bunker	
5.	Вяжущий	Berkidiji	
6.	Деформация	Deformasiýa	
7.	док	Dok	
8.	Железобетон	Demirbeton	
9.	Изгиб	Egrem	
10.	Каменная кладка	daş örüm	
11.	Канат	Tanap	
12.	Колонна	kolonna, sütün	
13.	Конструирование	konstruirleme	
14.	Конструкция	Konstruksiýa	
15.	Купол	Gümmez	
16.	Монолит	Monolit	
17.	Нагрузка	Ýükleme	
18.	напряжение	Dartgynlyk (güýjenme-???)	

19.	Несущий	göterişi	
20.	Оболочка	Daş gabyk	
21.	опалубка	galyp	
22.	Перекрытие	Örtgi	
23.	перепуск	Bile goýbermek	
24.	Плита	plita	
25.	покрытие	Örtük	
26.	ползучесть	şüýsmeklik	
27.	понтон	ponton	
28.	Предварительно напряженный	Öňünden dartgynlandyrylan	
29.	Предел	Çäk	
30.	Предел выносливости	çydamlylygyň çägi	
31.	Приведенные затраты	Getirilen çykdajylar	
32.	причалъ	gämi duralgasy	
33.	Прогиб	Egrem, ýaý berme, бүкlem	
34.	прогон	Paýa	
35.	Проект	Taslama	
36.	Проектирование	Taslamalaşdyrmak	
37.	прокат	sozmak	
38.	Пролет	Ara gerim	
39.	Разгрузка	ýük ýazdyrma	

40.	Рама	Rama	
41.	Растяжение	Süýnme	
42.	Расчет	Hasap, hasaplama	
43.	резервуар	Rezerwuar, ätiýaçlyk çelegi	
44.	сборный	Gurnama	
45.	Сдвиг	süýşme	
46.	Сетка	Tor	
47.	Сжатие	Gysylma	
48.	силос	Silos, mäjim	
49.	скалывание	Döwlüp aýrylmak	
50.	складка	gatlak	
51.	Скользящая опалубка	Girip-çykup durýan	
52.	Смятие	Basgylama	
53.	Срез	Kesik	
54.	сросток	Bitişik	
55.	Стержень	Steržen	
56.	Стык внахлестку	ýençgilemek bilen seplemek	
57.	сцепление	çatyşmak	
58.	Текучесть	Akaganlyk, akyjlyk	
59.	трещиностойкость	Jaýryklara durnuklylyk	
60.	туннель	Tunnel, nagym	

61.	Усадка	Girmeklik	
62.	Усадка бетона	Betonyň girmegi	
63.	ферма	Çaty	
64.	Хрупкость	Portluk	
65.	шпала	Şalman	
66.	Эстакада	estakada	
67.	ярус	Ýarus, Hatar	
68.	Момент	pursat	
69.	эпюр	Epýur	
70.	разрыв	Üzülme	
71.	разброс	Pytraňnylyk, ýaýraňlyk	
72.	излом	Döwlop aýrylma	
73.	сплошной	Bütewilik, tutuşlaýynlyk	
74.	Одиночный	Ýekeleýin	
75.	двойной	goşalaýyn	
76.	настил	Düşek	
77.	Отгиб	Epin ýeri	
78.	Равнодействующий	deň täsir ediji	
79.	проскальзывание	taýyp geçip gitmek	

MAZMUNY

Sözbaşy	7
 Birinji bölüm. Demir—beton	
konstruksiýalaryny hasaplamagyň nazaryýeti	9
<i>Bap 1.</i> Demir—beton konstruksiýalary barada umumy maglumatlar	9
1.1. Demirbeton konstruksiýalarynyň ösüşine gysgaça taryhy syn	9
1.2. Demirbeton konstruksiýalaryny taýýarlamaklygyň we gurmaklygyň usullary	17
1.3. Demirbeton konstruksiýalaryny ulanmaklygyň oblastlary	19
1.4. Ýakyn ýyllarda Demirbetonyň ösmeginiň ugurlary	20
 <i>Bap 2.</i> Betonlaryň, armaturanyň we Demirbetonyň fizika-mehaniki häsiýetleri . .	22
2.1. Betonyň klassifikasiýasy we onuň strukturasy	22
2.2. Betonyň berkligi	27
2.3. Betonyň deformatiw häsiýetnamalary	33
2.4. Betonyň klaslary we markalary	44
2.5. Demirbeton konstruksiýalar üçin armaturanyň bellenilişi we görnüşleri . .	47
2.6. Poladyň fizika-mehaniki häsiýetleri .	50
2.7. Armaturanyň klassifikasiýasy	53
2.8. Armaturanyň beton bilen çatyşmasy	61
2.9. Demirbetonyň girmekligi we süýşmekligi	64

2.10.	Demirbetonyň korroziýasy	68
<i>Bap 3. Demir — beton konstruksiýalaryny hasaplamagyň nazaryýetiniň esaslary, hasaplamagyň usullary</i>		
3.1.	Egrelýän elementleriň normal kesikleriniň dartgynlandyrylan-deformirlenen ýagdaýynyň stadiýalary	72
3.2.	Ýol berilýän dartgynlyklar we weýran ediji ýüklemeler boýunça hasaplamak usullary	76
3.3.	Çäk ýagdaýlar boýunça hasaplamak usuly	78
3.4.	Betonyň we armaturanyň kadalaýyn we hasaplamadaky garşylyklary . . .	82
3.5.	Hasaplamalaryň esasy düzgünleri . .	97
<i>Bap 4. Öňünden dartgynlandyrylan demir—beton konstruksiýalaryny taslamalaşdyrmagyň aýratynlyklary</i>		
4.1.	Manysy we artykmaçlyklary	101
4.2.	Armaturany dartmagyň usullary . . .	102
4.3.	Armaturada öňünden dartgynlyklar .	107
4.4.	Öňünden dartgynlandyrmagyň ýitgileri	109
4.5.	Gysylmada betondaky dartgynlyklar	111
4.6.	Öňünden dartgynlandyrylan elementleriň dartgynlandyrylan ýagdaýynyň üýtgemekliginiň yzygiderligi	115
<i>Bap 5. Egrelýän elementleri konstruirlemek we berkligini hasaplamak</i>		
		119

5.1.	Egrelýän elementleriň konstruktiw aýratynlyklary	119
5.2.	Armaturadaky dartgynlyklaryň betonyň gysylan zonasynyň beýikligine baglylygy	128
5.3.	Normal kesikler boýunça berkligi hasaplamak	134
5.4.	Ýapgyt kesikler boýunça berkligi hasaplamak	155

<i>Bap 6.</i>	Merkezden däl gysylan we merkezden däl süýndürilen elementleriň berkligini hasaplamaklyk	178
---------------	--	-----

6.1.	Merkezden däl gysylan elementleriň görnüşleri	178
6.2.	Gysylan elementleriň konstruktiw aýratynlyklary	181
6.3.	Gysylan elementleriň berkligini hasaplamagyň esaslary	187
6.4.	Simmetriki däl armaturasy bolan göniburçly kesigiň elementleriniň berkliginiň hasaplanylyşy	189
6.5.	Tötänleýin ekssentrisitetli elementleri hasaplamaklyk	192
6.6.	Gytaklaýyn armirlemek bilen güýçlendirilen gysylan elementler . .	195
6.7.	Süýnen elementleri konstruirlemek we berkligini hasaplamak	199
6.8.	Ýerli gysylma (basgylanma)	207
6.9.	Agram salmaklyga we üzülmä hasaplamaklyk	210

<i>Bap 7.</i>	Demirbeton elementleriň jaýryga durnuklylygy we deformatiwiligi	216
7.1.	Jaýryga durnuklylyga talaplaryň	216

	kategoriýalary	
7.2.	Jaýryklaryň emele gelmegi boýunça hasaplamak	223
7.3.	Jaýryklaryň açylmagy boýunça hasaplamaklyk	223
7.4.	Jaýryklaryň ýapylmagy boýunça hasaplamaklyk	230
7.5.	Demirbeton konstruksiýalaryň orun üýtgetmelerini hasaplamak	232
7.6.	Süýnen zonada jaýryklary bolmadyk Demirbeton elementleriň egrelmeleri we egrilikleri	234
7.7.	Süýnen zonada jaýryklary bolan Demirbeton konstruksiýalaryň egrelmeleri we egrilikleri	238
	Adalgalaryň we käbir ulanylan sözleriň terjimeleriniň sanawy	248
	Edebiýatlar.....	246