

A.S. Kaziýew

SEÝSMIKA ÇYDAMLY GURLUŞYK

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
“Ylym” neşirýaty
2011

UOK 699.8:378

K 32

Kaziýew A.S.

K 32 **Seýsmika çydamly gurluşyk.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. /Dosent A.S. Kaziýewiň redaksiýasy bilen. – A., “Ylym” neşirýaty, 2011.– 176 sah.

Kitapda ýertitreme, onuň ojagynyň fiziki ýagdaýlary, topraklaryň dinamika häsiýetnamalary, seýsmika çydamlylygyň dinamika nazaryýetiniň esasy barada maglumatlar, şeýle hem dürli ulgamlaryň erkinlik yrgyldylaryň hasabaty we seýsmiki ýükleriň täsirini kesgitlemegiň usullary getirildi. Jaýlara seýsmiki ýükleriň täsirini kesgitlemegiň mysaly kitapda getirilen. Kitap gurluşyk hünäriniň uly ýyldaky talyplaryna we aspirantlaryna, şeýle hem seýsmika çydamlylyk ugrundan işleýän hünärmenlere hödürlenýär.

TDKP № 303

KBK 38.79 ýa 73

© Kaziýew A.S., 2011.
© “Ylym” neşirýaty, 2011.



**TÜRKMENISTANYŇ PREZIDENTI
GURBANGULY BERDIMUHAMEDOW**



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET TUGRASY



TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET BAÝDAGY

TÜRKMENISTANYŇ DÖWLET SENASY

Janym gurban saňa, erkana ýurdum,
Mert pederleň ruhy bardyr köňülde.
Bitarap, garaşsyz topragyň nurdur,
Baýdagyň belentdir dünýäň önünde.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

Gardaşdyr tireler, amandyr iller,
Owal-ahyr birdir biziň ganymyz.
Harasatlar almaz, syndyrmaz siller,
Nesiller döş gerip gorar şanymyz.

Gaýtalama:

Halkyň guran Baky beýik binasy,
Berkarar döwletim, jigerim-janym.
Başlaryň täji sen, diller senasy,
Dünýä dursun, sen dur, Türkmenistanym!

SÖZBAŞY

Ýer şarynyň ýüzünde ýer titremesi hemişe döräp gelýär we adamsaga uly zyýan ýetirýär. Olaryň ýumruş işleri häzirkî döwürde hem dowam edýär. Güýçli ýertitremeler gury ýerde ýumrulyş we opurylma döredýän bolsa, beýleki ýerlerde bolsa akym ugruny üýtgedip, täze kölleri we özüne sorujy batgalary döredip, başga has howply hadysalary ýüze çykarýar. Deňizlerde bolsa ýertitreme ägirt uly tolkunlary döredip, kenar ýakasyndaky şäherlere uly zyýan ýetirýär. Tebigatyň ýüze çykarýan bu elhenç hadysasynyň syryny adamzat asyrlarboýy anyklap bilmän geldi. XIX asyryň başlarynda dünýä ýüzüniň alymlary bu meseläni çözmäge ýakyndan girişip başladylar. Bu meselede Ýaponiýanyň, Italiýanyň, Germaniýanyň, Rumyniýanyň, Amerikanyň, oňki SSSR-iň ýurtlarynyň alymlarynyň jaýlaryň we binalaryň seýsmika durnuklylygy barada geçiren ylmy-barlag işlerinde jaýlaryň we binalaryň seýsmika çydamlylygynyň nazaryýetini, barlaglaryň hasaplanýş ýörelgelerini we çäklerini işläp çykarmakda we olary tejribede peýdalanmakda, taslamalaşdyrmakda uly üstünlikleri, şeýle hem ýer titrän döwründe bu gurlan jaýlarda we binalarda instrumental synaglary we barlaglary geçirmegi gazandylar.

XIX asyryň II ýarymynda jaýlaryň we binalaryň seýsmika çydamlylygynyň statika (durgunlyga) bolan hasaplanýş ýörelgesinden dinamika hasaplanýş ýörelgelerine geçmek ugrukdyrylyp ýola goýuldy.

Jaýlara we binalara ulgam hökmünde seretmek bilen, olaryň hasabatyny dinamika usuly bilen alyp barmak işi jaýlaryň we binalaryň seýsmika çydamlylyk gurluşygynyň hasabatynyň çylşyrymlydygyny ähli ugurdan görkezdi. Häzirkî wagtda dinamika usulynyň hasabatynyň utgaşdyrylmagy, kämilleşdirilmegi zerur bolup durýar, has hem şeýle ýagdaýlaryň hasaba alynmagy – binanyň boýuna bolan uzaklyk ululygy,

konstruksiýalarda döreyän maýyşgaklyk deformasiýasy, konstruksiýalaryň ýertitremeden artyk ýüklenmäni almagy zerur bolup durýar.

Ýer älemi seýsmiki asudalygyny alanok. Statistika maglumatlaryna görä, her ýylda milliona çenli ýertitremesi döräp durýar, şolarndan 10000-e golaýyny adamlar duýýarlar. Dünýä ýurtlarynda bolup geçýän ýertitremeleriniň opurylma eltijiliginiň (10 bal) sany birden ikä çenli ýetýär. Ýer äleminde seýsmiki ugurdan has işjeňi Ýuwaş ummanynyň guşagy. Bu ýere ähli ýertitremäniň $75\div 78\%$ -i düşýär. Ol özüniň serhetine gurşap alýan ýerindäki ýurtlaryň şäherlerini, meýdanlaryny opurylyşyga eltýär. Has hem bu ýagdaý Ýaponiýada, Çilide, Kaliforniýada we Alýaskada köp bolup geçýär.

Ortaýer deňiz ýa-da Transaziýa guşagyna girýän Ýer äleminiň işjeňligi has pes, ýagny ähli ýertitremesiniň 15% -ni öz içine alýar.

Birleşen Milletler Guramasynyň berýän maglumatlaryna görä, her ýylda Ýer şarynda bir opuryş we 100-e golaý weýran ediş ýertitremesi bolup geçýär we orta hasap bilen 14,5 müňe golaý adam ýitgisi bolýar [11].

Ýer şarynda geçirilýän ýerasty ýaderli partlamalar seýsmiki işjeňligi artdyrýar. Ol ownuk fokusly tektonika ýertitremäniň görnüşü, onuň magnitudasy $M = 6 - a$ ýetýär.

Soňky wagtlarda, alymlaryň üns bermeklerine görä, ýer titremesine kosmosyň täsir edijiligi hem sebäp bolýar.

Ýeriň gatylygynyň içine Aýyň we Günüň jisimleriniň meýdanlarynyň özara dartyşmalaryna hem-de Gün işjeňliginiň täsirine alymlar goşulyş sebäpleri hökmünde seredýärler.

Jaýlaryň we binalaryň seýsmika güýjüniň täsirine bolan hasaplaýyş nazaryýetini kämilleşdirmek gurluşyk kontruksiýalarynyň ýük-göterijilik ukyplarynyň ätiýaçlygyny we şol bir ýagdaýda binýatlary, olaryň esaslaryny açmaga kömek edýär.

Esaslara jaýlaryň seýsmiki yrgyldylarynyň çeşmesi hökmünde hem seredilýär.

Esaslar diňe bir gurluşyk konstruksiýalarynyň ýüklerini kabul etmek bilen çäklenmän, olar toprakdaky seýsmiki tolkunlardan goşmaça dinamika güýçlerini (naprýaženiýeleri) hem kabul edýär.

Jaýlaryň hem binalaryň seýsmika çydamlylygynyň hasabatly şulary öz içine alýar (gysga görnüşde):

a) ýerli toprak şertlerine görä gurluşyk meýdançasynyň hasaplanýş seýsmikasyny hasaplamak;

b) jaýyň we binanyň dinamika häsiýetnamalaryny, hususy yrgyldylarynyň ýygylýklaryny (çastoty) we şekillerini (formalaryny) kesgitlemek;

ç) agramlyklaryň (massalaryň) diskret bölünişiklerinde matri-sany hasaba almak bilen hasaplaýyş çyzgytlarynyň düwünlerindäki seýsmiki ýükleri kesgitlemek;

d) seýsmiki täsirleri hasaba almak bilen, gurluşyk konstruksiýalarynyň elementlerinde gurluşyk mehanikasynyň ýörelgeleri boýunça içki güýçleri we esasa düşýän ýükleri kesgitlemek;

e) birinji toparyň çäkli ýagdaýy boýunça konstruksiýalaryň we esaslaryň elementleriniň hasabaty geçirilýär. Eger-de adamlara howp salmasa we gymmat enjamlar saklanyp galsa, bu ýagdaýda jaýlaryň we şekil üýtgemesiniň galyndysy göýberilip bilinýär.

Şeýle yzygiderlilikde hasabatyň ähli jaýlarda we binalarda alnyp barylmagynyň degişlilikine seretmeli. Has jogapkärli we belent jaýlar üçin tizlenmäniň instrumental ýazgylaryny ulanmak bilen yrgyldylaryň goşmaça dinamika hasaplanmasy geçirilýär. “Belent” diýilýän termin boýunça jaýlaryň beýiklikleri (metr ölçegi ýa-da gatlary) dürli ýurtlarda belli bir kada getirilmändir. Amerikada 35 gatdan köp, Germaniýada 22, Russiýada häzirki wagtda belent jaýlara 75 metrden ýokary bolan jaýlar girýär. Ýer şarynyň gür ilatly ýerlerinde bolup geçen ýertitremäniň galdyran yzynyň tejribesinden görnüşi ýaly, köpgatly belent karkasly jaýlar güýçli ýertitremesini asudalyk ýagdaýynda geçirdiler. Muňa şular mysal bolup bilerler:

1906-njy ýylda San-Fransiskoda 9-10 bally ýertitrede 10 sany 10-16 gatly jaýlaryň hiç biri weýran bolmady. 1957-nji ýylda Me-hikoda bolan 9 bally ýertitrede beýiklikleri 10-dan 43 gata çenli bolan 26 jaýyň hiç biri hem zyýan çekmedi.

Has hem belent jaýlaryň gurluşygy XIX asyryň ahyrynda we XX asyryň başlarynda Amerikada ýüze çykyp başlady. 1899-njy ýylda beýikligi 119 *m* bolan “Park Rou”, 1908-nji ýylda 102 gatly, beýikligi 381 *m* bolan “Zinger” kompaniýasynyň jaýy, 1931-nji ýylda belentligi 189 *m* bolan “Empaýer steýt bilding”, soňra Malaýziýanyň paýtagty Kuala-Lumpurada 1998-nji ýylda “Petronas” kompaniýasynyň beýik-

ligi 452 *m* bolan jaýy, Taýwanyň paýtagty Taýbeýedde 2004-nji ýylda dünýäde iň uly jaý gurlup başlanyp, 2007-nji ýylda gutarylan beýikligi 508 *m* bolan. Birleşen Arap Emirliginiň paýtagty bolan Dubaý şäherinde 2008-nji ýylda gurlan, beýikligi 800 *m* bolan has uly diň guruldy.

XIX asyryň 80-nji ýyllarynyň başyna çenli esasyň seýsmiklige çydamlylygy aktual hasaplanýardy (ozalky SSSR – iň döwletlerinde), emma şol wagta çenli bolsa jaýlaryň we binalaryň ýerüsti konstruksiýalaryny seýsmiki täsire hasaba almak bilen taslamalaşdyrmagyň hasabaty ulgam ýörelgeleri takyklanan we durnukly diýlip hasaplanýardy. Esaslaryň we binýatlaryň degişli ýörelgeleriniň hasaplanyşy bolsa yza galýardy we şeýle statika düşünje goýberilýärdi – olaryň aşagynda binýadyň çökmegi we topragyň naprýaženiýesiniň artmagy. Bu geçiriliş ýörelgeleri aýratyn ýükleriň utgaşdyrylmagynda hem-de olary bolup biljek seýsmiki täsiriň ýagdaýynda esasy utgaşdyryjy ýük hökmünde alynýar, bu ykdysady ugurdan goýberilip bilinmeýär, bu bolsa binýadyň ölçegleriniň ulalmagyna eltýär.

Bu ýagdaýy Daşkentde (1966 ý.), Dagystanda (1970 ý.), Gazlyda (1976 ý. we 1984 ý.), Duşenbede (1983 ý.), Karpatda (1977 ý.), Kaýrakkumlarda (1985 ý.), Spitakda (1987 ý.) bolan ýerttitremeleleriniň takykklamasyna görä, şikes alan jaýlaryň hiç biriniň binýatlary çökmändirem ýa-da jaýrygam atmandyr.

Şeýle ýagdaý daşary ýurtlaryň kadalarynda hem saklanýar, ýagny esasyň seýsmika çydamlylygyny üpjün etmegi-seýsmika ýükleriniň hasabatyny topraga goýberiliş naprýaženiýesi boýunça ýerine yetirýärler.

Bu ýükleriň derejesi ykdysady ugurdan ösen ýurtlar bolan Ýaponiýada, ABŞ-da, Italiýada öz aralarynda ýakyn, şeýle hem käbir ýurtlaryň seýsmika çydamlylyk ugrundan kabul eden kadalary takykklanýş ugurdan öz aralarynda has anyklanan:

– seýsmika çydamlylygy boýunça kadalар we gözükdirmeler – EN 1998 Eurocode 8 – jaýlaryň seýsmika durnuklylygynyň hasabaty (Ýewrobirleşik ýurtlary);

– СНиП – II – 7 – 81 – seýsmiki etraplardaky gurluşyk (ozalky SSSR – iň içindäki ýurtlar bolan Russiýa, Turkmenistan we başg.);

Din 4149 – Germaniýanyň seýsmoişjeň zolagyndaky jaýlar (Germaniýa);

– OENORMB 1998 – Jaýlaryň seýsmodurnuklylygynyň hasabaty. Standart EN 1998 bolan Milli ýazgysy (Awstriýa);

– D.M.L.P. – seýsmika çydamly gurluşyk üçin tehniki kadalar (Italiýa);

– NCh3 – seýsmiki ýokary derejeliligiň ösüşiniň şkalasy (Çili).

– NCh 433 – Seýsmika durnukly jaýlary taslamalaşdyrmak (Çili);

– IBC 06 – Gurluşygyň Halkara kadalary we düzgünleri (ABŞ).

Awtor 1972-1985-nji ýyllar aralygynda geçirilen ylmy simpoziumlarda, konferensiýalarda şu aşakdaky ady belli alymlar bilen birnäçe gezek duşuşyp, olar bilen söhbetdeş boldy we olaryň beren maslahatlaryna minnetdarlygyny bildirýär:

Barkan D.D. – prof., t.y.d., Napetwaridze Ş.G. – prof., t.y.d., Korçinskiý I.L. – prof., t.y.d., Krasnikow N.D – t.y.d., Raşydow T.R – prof., t.y.d. (Özbegistan), Iwanow P.L – prof., t.y.d., Polýakow S.W. – prof., t.y.d., Şehter.O.Ý – t.y.d., Musalýan A.A.g – m.y.d., Ilýasow B.I – t.y.k. (Türkmenistan), Babaýew M.G. – t.y.d. (Türkmenistan), Şepelew W.F. – t.y.k. (Türkmenistan).

GIRIŞ

Hormatly Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda Garaşsyz Türkmenistanda seýsmiki howpsuzlyk babatda döwlet syýasatynyň täze bir ugry kesgitlenildi we ol uly ösüşe eýe boldy. Bu wezipäni durmuşa geçirmek ýörite Seýsmologiýa ylmy-barlag institutynyň döredilmegi bilen amala aşyryldy. Türkmenistanyň ilkinji Prezidenti Saparmyrat Türkmenbaşynyň syýasaty esasynda seýsmolog alymlaryň esasy ünsi Türkmenistanyň seýsmiki taýdan howply zolaklarynda ýaşayan ilatyň howpsuz ýaşaýşyny üpjün etmek, seýsmiki howpy hem-de onuň derejesini kesgitlemek we hasaba almak, bolup biläýjek tebigy heläkçilikleriň ýüze çykmagyna bolan täsiri peseltmek bilen baglanyşykly meseleleri çözmäge gönükdirildi.

Türkmenistanyň Gurluşyk we gurluşyk materiallary senagaty ministrliginiň (öňki Türkmenistanyň Ministrler Kabinetiniň ýanyndaky Arhitektura-gurluşyk gözegçiliginiň Milli Komitetiniň) Seýsmologiýa ylmy-barlag instituty Türkmenistanyň Prezidentiniň 1997-nji ýylyň dekabry aýynyň 15-ndäki 3425-nji belgili Karary bilen Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň Seýsmologiýa institutynyň, toplumlaýyn tejribe-usulyýet ekspedisiýasynyň hem-de Seýsmika durnukly gurluşyk ylmy-barlag institutynyň bazasynda döredildi. Ol Seýsmologiýa we Seýsmika durnukly gurluşyk institutlarynyň pudagyndaky düýpli we tejribe ähmiýetli barlaglary amala aşyran ýöriteleşdirilen ylmy-barlag instituty bolup durýar.

Institutda seýsmiki howpa we çak edilýän ýerttitremelerine baha bermek boýunça hemişelik hereket edýän seljeriş topary, ylmy we ylmy-tehniki toparlar hereket edýärler.

Toplumlaýyn tejribe-usulyýet seýsmologiki ekspedisiýa tarapyndan ýerine ýetirilýän seýsmologiki gözegçilikleri meýilleşdirmek

“geologiýa-gözleg işleri” maddasy boýunça döwlet býujediniň hasabyna amala aşyrylýar. Ylmy barlaghanalary meýilleşdirmek bolsa, hojalyk şertnamalaýyn işleriň hasabyna amala aşyrylýar.

Türkmenistanyň seýsmika etraplarynda alnyp barylýan ylmy barlaglaryň esasy ugurlary Türkmenistanyň Prezidentiniň ylmyň öňe sürülýän esasy ugurlary hakdaky “Seýsmologiýa we seýsmika durnukly gurluşyk” Kararyna we Türkmenistany sosial-ykdysady taýdan ösdürmegiň Milli maksatnamasyna laýyklykda:

- “Seýsmiki howpy etraplaşdyrmak we geodinamika” barlaghanasyny amala aşyrmak;

- Türkmenistanyň çäklerinde seýsmiki düzgüniň sebitleýin we anomal kanunalaýyklyklaryny ylmy taýdan barlamak, seýsmiki howpy çaklamagyň we oňa hemmetaraplaýyn baha bermegiň seýsmologiki we geodinamiki kriteriýalaryny we usulyýetini işläp taýýarlamak;

- umumy we bölekleyin seýsmiki etraplaşdyrmak boýunça kartalary işläp taýýarlamak;

- akselerogrammlary modelleşdirmekde esas hökmünde seýsmiki taýdan howply ojaklar üçin spektral häsiýetnamalaryň, seýsmiki ölçegleriň hasabyny ýöretmek;

- Türkmenistanyň seýsmiki taýdan aktiw sebitlerindäki geodinamiki poligonlarynda geofiziki meýdançalaryň wariasiýalarynyň giňişlik we wagt boýunça gurluşynyň barlagyny, seýsmiki taýdan aktiw zolaklarda geofiziki hadysalaryň generasiýalarynyň mehanizmlerini öwrenmek;

- çaklamak maksady bilen seýsmiki hadysalaryň öň ýanyndaky we onuň dowamynda adatdan daşary ýagdaýlary ýüze çykarmak;

- gurluşyk üçin esas hökmünde şäherleriň we ilatly nokatlaryň çäklerini seýsmiki taýdan mikroetraplaşdyrmak;

- ýer titremelerinde topragyň güýçli süýşmelerini tejribe arkaly öwrenmek;

- taşlanylýan gurluşygyň inženerçilik-seýsmologiki häsiýetini öwrenmek;

- meýdançalaryň seýsmikligi baradaky netijeleri taýýarlamak;

- ýer gabygynyň tektoniki gurluşyny we düzümini öwrenmek;

- seýsmogen zolaklary ýüze çykarmagyň we sebitleri seýsmiki taýdan etraplaşdyrmakda olaryň täsirini hasaba almagyň geologiýa-

tektoniki kriteriýalaryny işläp taýýarlamak; Bolup geçen ýerttitreme-
leriniň ojaklarynyň makroseýsmiki barlagyny alyp barmak;

- binalaryň we desgalaryň seýsmiki taýdan durnuklylygyny ha-
saba almagyň usullaryny işläp taýýarlamak we kämilleşdirmek;

- gurluşyklaryň seýsmiki taýdan durnuklylygyna baha bermek,
binalary we desgalary, şeýle hem olaryň düýbünü berkitmek boýunça
geçirilmeli çäreleri işläp taýýarlamak;

- düzümi boýunça durnuksyz bolan topragyň ýaramsyzlygyny we
dinamika häsiýetini barlamak, ýokary seýsmiki aktiwligi bolan etraplar-
daky gurluşygyň düýbünü berkitmek boýunça çäreleri işläp taýýarlamak;

- gurluşykda kadalaşdyryjy bazany kämilleşdirmek we inžene-
rçilik – seýsmologiki maglumatlary seljermek;

- ýerli çig mal serişdeleriniň hasabyna alynýan süýgeşik klin-
kersiz önümleri almagyň çig mal tygşytlaýjy tehnologiýasyny işläp
taýýarlamak;

- gurluşyk serişdeleriniň häsiýetini barlamak, olaryň hiline gözeg-
çilik etmek, alynýan maglumatlary seljermek we umumylaşdyrmak;

- gurluşyk serişdelerini sertifikasiýa almak üçin synaglar geçiri-
mek we kadalaşdyryjy bazany kämilleşdirmek;

- ýerli çig maly ulanmak bilen senagat, raýat, gidrotehniki we
ýol gurluşygy üçin kompozision asfalty işläp taýýarlamak;

- Türkmenistanyň çäklerindäki ýol gurluşygy üçin kadalaşdyryjy
bazany kämilleşdirmek we gurluşyk serişdelerine şahadatnama almak
üçin synaglar geçirmek;

- alynýan mineral çig malyň (toýun, çägeli toýun, çägesow, çäge
we çagyl-çäge garyndylary, daş we beýleki gurluşyk serişdeleri) gur-
luşyk üçin ýaramlylygyny barlamak;

- üýtgeşik serişdeleriň, sementiň oňaýly düzümini we çig mal
tygşytlaýjy tehnologiýalaryň taslamasyny taýýarlamak we betonlary,
önümleri, gurnamalary taýýarlamak üçin olary almak. Gurluşyk seriş-
delerine sertifikasiýa almak üçin synaglar geçirmek we kadalaşdyryjy
bazany kämilleşdirmek;

- binalary we desgalary posdan goramak boýunça tehnologiki
reglamentleri we teklipleri işläp taýýarlamak we barlag geçirmek;

– posa garşy serişdeleriň synaglaryny geçirmek. Täze serişdeleri we olaryň Türkmenistanyň şertlerine uýgunlaşýşyny hasaba almak bilen kadalaşdyryjy bazany işläp taýýarlamak we kämilleşdirmek. Gurluşyk serişdelerine şahadatnama almak üçin synaglar geçirmek we kadalaşdyryjy bazany kämilleşdirmek;

– desgalaryň gurluşygynda Türkmenistanyň gurluşyk kadalarynyň talaplaryny berjaý etmek bilen barlaglaryň netijelerini ylmy usulyýet taýdan seljerip umumylaşdyrmak, dürli gurluşyk serişdeleriniň häsiýetini barlamak üçin geçirilýän synaglaryň netijelerini toplamak, gurluşygyň özleşdirilen we özleşdirilmeli etraplarynyň inženerçilik-geologiki ýagdaýlarynyň üýtgewliligi boýunça maglumatlar gaznasyny döretmek;

– gurluşyk geçiriljek meýdançalaryň topragyny inženerçilik-geologiki taýdan barlamak;

– adatça, gurluşykda goýberilýän kemçilikleriň we näsazlyklaryň ýüze çykyş kanunalaýyklyklaryny statistiki taýdan seljermek we öwrenmek;

– senagat, ýaşaýyş-durmuş, administratiw taýdan niýetlenilen binalaryň we desgalaryň tehniki ýagdaýyny gözden geçirmek;

– ýertitremelerini bellige almak boýunça Türkmenistanyň sebitlerinde gije-gündizleýin seýsmologiki gözegçilikleri gurnamak we amala aşyrmak;

– seýsmiki howpy çaklamak üçin adatdan daşary üýtgemeler haýyndaky eksperimental maglumatlary almak maksady bilen seýsmiki taýdan howply zolaklarda seýsmika-geofiziki gözegçiligi geçirmek;

– Türkmenistanyň we goňşy döwletleriň çäklerinde bolup geçýän ýertitremeleri baradaky gyssagly maglumatlary döwlet edaralaryna geçirmek; seýsmiki, geofiziki, geodinamiki, geohimiki we beýleki ölçegler boýunça maglumatlary işläp taýýarlamak we umumylaşdyrmak, ylmy-tehniki hasabatlary taýýarlamak we olary ylmy barlaghanalara, “Türkmengeologiýa” gaznasyna geçirmek;

– güýçli ýertitremeleri kesgitlemek üçin daşary ýurtlaryň seýsmiki merkezleri bilen seýsmologiki maglumatlary alyşmak kesgitlendi.

1. BINANYŇ DINAMIKASYNDA KABUL EDILEN AŇLATMALAR

1.1. Dinamikanyň elementleriniň gysga kesgitlemeleri

Dinamikanyň elementleriniň gysgaça kesgitlenişi şeýle:

dinamika täsirleriniň görnüşleri;

– erkin ulgamyň san derejesi;

– yrgyldylaryň görnüşleri;

Täsir ediji ýük wagt boýunça üýtgeýär, ululygy boýunça bir wagtda ýa-da aýratynlykda, ugry we ýagdaýy boýunça şonlukda jisimiň massasyna (elementiň, binanyň agramyna) tizlenme berilýär. Şeýlelikde, inersiýanyň güýçleri ýüze çykýar. Muňa bolsa **dinamika** diýilýär.

Periodiki ýükler. Olaryň görmüşleriniň biri garmonika kanunyna görä wagty boýunça üýtgeýän wibrasiýa ýüki. Bular ýaly ýükler haçan-da maşynyň bölekleri deňlikde asylan ýagdaýynda aýlananda döreýär.

Hereket (süýşme) ýükleri ýük kranlarynyň, otlularyň, transporyň hereketinden döreýär.

Impuls ýükleri. Bu ýükler duýdansyz birden gysga wagtyň täsirinde ululygyna çalt ösýär. Özleri hem biresselik ýa-da gaýtalanma täsirinde bolup bilýärler.

Dinamika ýükleriniň başga görnüşlere girýänleri hem bar. Olar ýel, deňiz tolkunynyň täsiri we başgalar.

Dinamika ýükleri (täsirler). Olar özleriniň anyklanyş derejeleriniň kesgitlenişleri boýunça **determinirlenenlere** we **tötänliklere** bölünýärler.

Birinjileriň diňe wagta bagly (çyzgy grafiginiň üsti bilen ýagşy kesgitlenişe) boljagy, ikinjileriň bolsa şol güýçleri ýa-da başga tötänleýin sebäpleri, üýtgeýişleri we olaryň wagt boýunça üýtgemekliklerini kanunlaşdyryp biljegi ähtimal.

Seýsmiki täsirler kinematiki energiýanyň döreýiş sanlaryna girýär. Ol ýer titrän döwründe Ýeriň ýokarky gatlagy, şeýle-de binanyň esasy yrgyldanda döreýär. Seýsmiki täsirler tötänleýin täsire girýär, emma şeýle-de bolsa tejribe ýüzünde ýönekeýleşdirilen hasaplanýş modellerinde determinirlenenler (ýagşy anyklanan) hökmünde seredilýär.

Mehaniki ulgamyň erkinlik derejesiniň sany diýlip bagly däl koordinatlaryň (gönüler we burçlar) sanyna aýdylýar. Olar bolsa ulgamyň giňişlikde ähli massalarynyň dürli pursat wagtdaky hereketiniň ýagdaýyny kesgitleýär.

Hakyky konstruksiýalar barada aýdylanda, olara tükeniksiz uly san derejeli erkinlik ulgamy diýlip seredilýär 1-nji (a) we (d) çyzgylary.

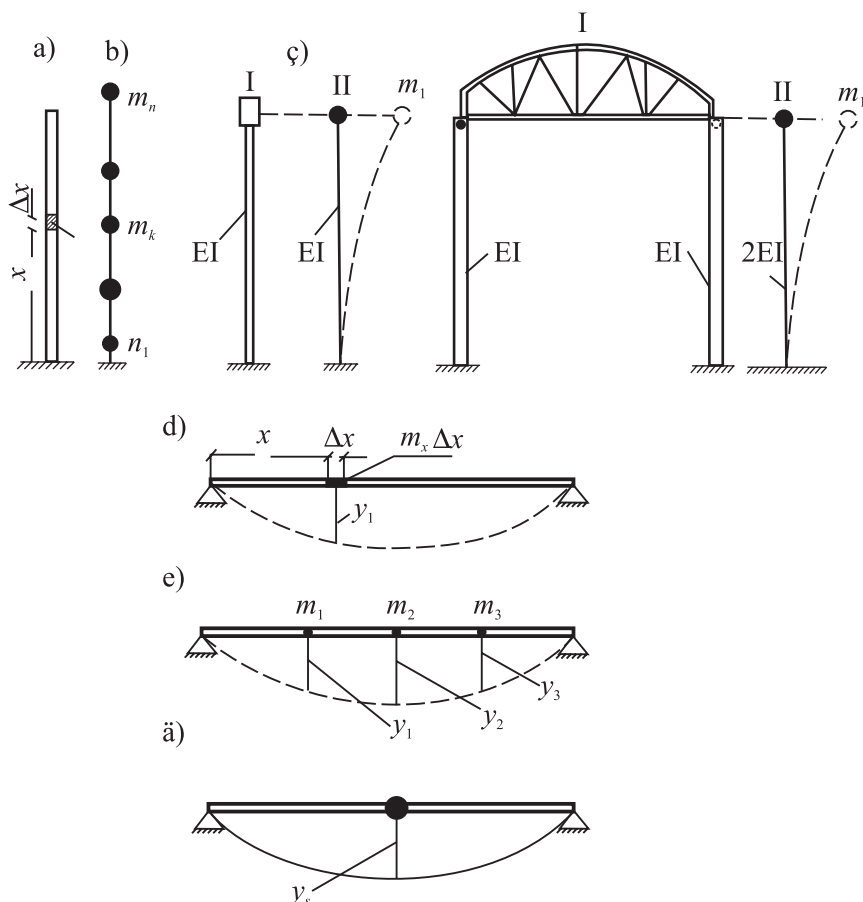
Köp ýagdaýlarda tehnik hasaplamalar geçirilende uly bolmadyk geçirimlilik edilýär, ýagny ony tükeniksiz uly san derejeli erkinlik ulgamyny soňly san massaly birnäçe degişli nokatlarda jemlenen 1-nji (b, e, ä) çyzgylar ulgamy bilen çalşyryp bolýar. Ulgamyň massasyz galan meýdanlaryna **inersiýasyz ulgamyň gurluşy** (skeleti) diýlip seredilýär, ýöne hasaplanýan konstruksiýa özüniň deformasiýaly häsiýetlerini saklady diýlip seredilýär.

Şeýle ýönekeýleşdirilen ulgamlar **soňly san derejeli erkin ulgamlar** bolup hasaplanýar. Soňly san derejeli erkin ulgamyň ýönekeý görnüşi **bir derejeli erkin ulgamdyr**. Şeýle çyzgyda basyrylan birgaty çarçuwanyň ugurlarynyň biri boýunça gorizontaly yrgylda (1-nji (a, b) çyzgylar) seredilip bilner.

Yrgyldylar. Eger-de mehaniki ulgama daşyndan täsir etdirilip, ol durnuklylyk ýagdaýynyň deňagramlylygyndan çykarylsa, soňra bolsa ol daşky täsiri aýrylsa, onda ulgam özüniň ilki başdaky deňagramlylyk ýagdaýyna görä yrgyldap başlar. Daşky täsir ulgamyndan aýrylandan soňky ulgamyň yrgyldamasyna **erkinlik** diýilýär.

Erkinlik yrgyldylar ulgamynyň häsiýetnamalaryna we onuň başlangyç şertlerine süýşme, tizlik, tizlenme bagly. Olar hem ulgamdan daşky täsiriň aýrylyş pursatyna gabat gelmeli.

Eger-de yrgyldynyň başlangyç şertleri berilse, onda dürli nokatlarda dinamika egilmeleriniň gatnaşyklarynyň kesgitlenmeginden wagty boýunça üýtgeşmeýän ulgamyň erkinlik yrgyldysynyň **formasy** alyp bolýar.



1-nji çyzgy. Dürli san derejeli erkinlik ulgamlary.

a – tükeniksiz; b – gutarnykly; ç – gorizontaly yrgyldylarda bir derejeli yrgyldylar; d – konstruksiýalaryň çyzgysy; e – ulgamyň dinamika modeli

Ulgamyň bular ýaly yrgyldylaryna **hususy** (ýa-da esasy) diýilýär.

“Hususy” diýilmeginiň sebäbi, şu yrgyldylaryň formasy we olara degişli ýygylýk diňe mehaniki ulgamyň hususy häsiýetnamalary (massanyň ululygy we bölünmeleri, gatylygy, daýanjyň görnüşi) bilen kesgitlenýär. Hakyky şertlerde ulgamyň erkinlik yrgyldysy kä basym, kä haýal öçýär, sebäbi bu daşky (daýanç oturtmada sürtülme we ş.m.) we içki garşylyklary geçmäge harç edilýän energiýa bagly.

Her bir yrgyldynyň hususy şekiline özüniň ölçme tizligi degişli. Şu sebäpli hadysanyň ahyrynda birnäçe hususy şekili (formasy) bolan

yrgyldylaryň çylşyrymly hereketi asylylykda bir forma geçip, özüniň has öçme tizligi bilen tapawutlanýar. Bir derejeli ulgamyň erkin yrgyldysy özüniň hususy ýygylgy bilen geçýär. Egerde yrgyldaýan ulgam täsirleýji güýçleriň astynda bolsa, onda bular ýaly ulgamyň yrgyldysyna **mejbury** yrgyldy diýilýär.

Mysal üçin: Eger-de oturtma deňagramlylykda bolmadyk massaly aýlanýan mehanizmi saklaýan bolsa, aýlanýan massaly mehanizm mejbur ediji güýçden aýlanýar. Diýmek, onda ulgamyň yrgyldysy mejbury yrgyldy. Mejbury yrgyldylar yrgyldaýan ulgamyň parametrine, şeýle hem mejbur ediji täsiriniň häsiýetnamalaryna baglydyr. Käbir ýagdaýlarda, yrgyldynyň öçmegini hasaba almakdan, ýagny şeýle ideýaly ulgamlara seretmekden takmyny dönülýär. Bular ýaly ulgamlaryň yrgyldylarynda mehanika energiýanyň artykmaçlygy üýtgemeýär. Şular ýaly ulgamlar konserwatiw diýlip atlandyrylýar. Olar energiýasyny dargadyp bilýän häsiýetli dissipatiw ulgamlardan tapawutlanýarlar.

“*a*” we “*d*” *t* wagty boýunça $y(t)$ funksiýanyň ýazyşyndan yrgyldylaryň döwürleriniň çyzgdy görkezilen, ol şu şerti kanagatlandyrýar

$$y(t + kT) = y(t), \quad (1)$$

bu ýerde

T – yrgyldynyň döwrüniň hemişeligi;

K – bitewi san.

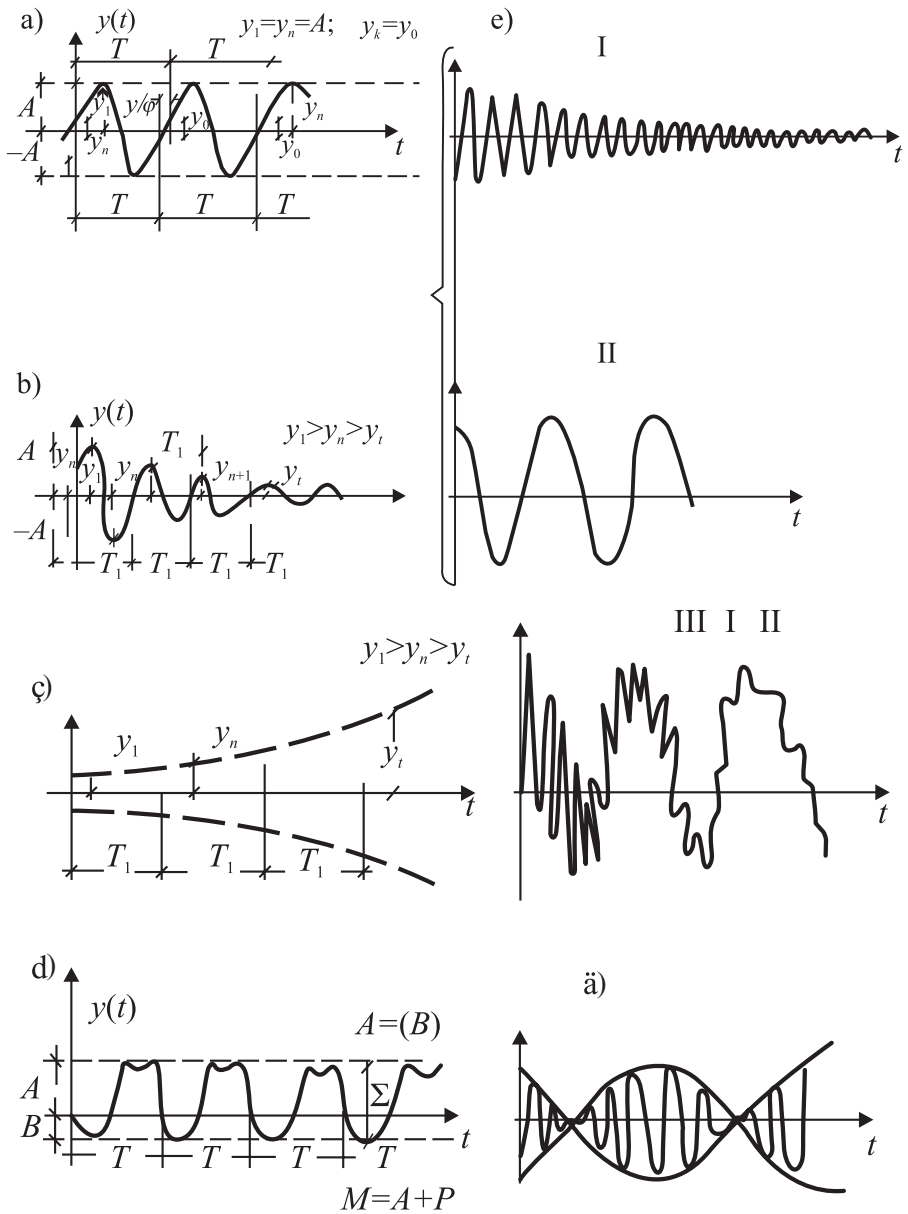
Ýokarda getirilen şerte görä periodyň aňlatmasy bu wagt aralygy bolmak bilen şonda ulgam bir aýlaw yrgyldysyny geçýär we yzyna başlangyç ýagdaýyna öwrülme bilen gutarýar. Perioda ters bolan ululyga, ýagny wagt ölçeg birligine düşýän yrgyldynyň $n = 1/T$ aýlaw mukdary diýlip yrgyldynyň **ýygylgyna** aýdylýar. Yrgyldynyň ýygylgynyň ölçeg birligi hökmünde gers (ГЦ) diýlip 1sek-da deň bolan yrgyldynyň aýlawyna aýdylýar.

Sinusoidanyň kanuny boýunça geçýän yrgyldylaryň döwri şu deňleme boýunça aňladylýar:

$$y(t) = A \sin(\varphi t + y). \quad (2)$$

Olara **garmonikli** yrgyldylar diýilýär. Garmonikli yrgyldynyň “*φ*” ululygy burçly ýygylk diýlip atlandyrylýar we ol *T* döwür, şeýle hem *n* ýygylk bilen şeýle gatnaşykda

$$\varphi = 2\pi/T = 2n \cdot \pi. \quad (3)$$



2-nji çyzgy. Yrgyldylaryň çyzgydy.

a – garmonikli; b – öçüji; ç; d – simmetrik däl döwür; e – dürli döwürli öçýän we öçmeýän yrgyldylaryň jemlenişi; ä – endirme

Şu deňlemeden (3) görnüşi ýaly “ φ ” aýlawlaryň $2p = 2 \cdot 3,14 = 6,28$ sek mukdaryny görkezýär. +aňlatmadan (2) görnüşine görä, maksimal $y(t)$ max we minimal $y(t)$ min ululyklar deňagramlyk ýagdaýyndan yrgyldaýyş nokadyň üýtgemegini, ýagny $+A$ we $-A$ deňligini görkezýär. A ululyk yrgyldynyň **amplitudasyny** we ikeldilen $2A$ ululygy bolsa **gerimini** aňladýar.

Başda wagt pursatynda $t = 0$ süýşmek ululygyny (2) aňlatmadan tapyp bolýar:

$$y_b = y(0) = A \cdot \sin \gamma. \quad (4)$$

$\varphi t + \gamma$ faza, γ bolsa yrgyldynyň **başlangyç fazasy** diýlip atlandyrylýar. Birinji we ikinji t boýunça esasy ýasamada süýşmegi $y(t)$ (2) aňlatmadan **tizligi $v(t)$** we **tizlenmäni $\omega(t)$** görkezýärler:

$$V(t) = y(t) = y(t) = A\varphi \cos(\varphi t + \gamma) = A\varphi \sin(\varphi t + \gamma + \pi/2); \quad (5)$$

$$\omega(t) = y(t) = -A\varphi^2 \sin(\varphi t + \gamma) = A\varphi^2 \sin(\varphi t + \gamma + \pi). \quad (6)$$

Şu deňlemeden gelip çykyşy (–) ýaly, garmonikli yrgyldylarda tizlik we tizlenme edil süýşme ýaly garmonikli yrgyldynyň kanunyna görä üýtgeýär. Ýöne $y(t)$ garanyňda fazalaryň $\pi/2$ we π ululyklara **süýşmegi** bilen düşündirilýär.

2. ÝERTITREMÄNIŇ DÖREMEGINIŇ SEBÄPLERI

2.1. Ýer sarsgyny hadysasynyň howpy

Ýer sarsgyny – bu tebigatyň döredýän betbagtçylyk hadysasy. Özi hem duýdansyz döreýändigini sebäpli has gorkuly bolýar we özüniň täsiriniň netijesi boýunça howply bolýar. Ýer sarsgynyň esasy baş howpy – Ýeriň üstüniň yrgyldamasy netijesinde jaýlar we binalar ýykylyp weýran bolýar, şeýle hem adam ýitgileri çekilýär. Häzirlikçe Ýer sarsgynyň önüni almak mümkin däl. Ýer sarsgynyň howply täsirleriniň bolmazlygy üçin, Ýeriň üsti yrgyldanda olarda hiç hili howply jaýryklar emele gelmez ýaly sarsgyna çydamly jaýlary dikeltmeli.

Ýewropada güýçli Ýer sarsgyny 1755-nji ýylyň 1-nji noýabrynda sagat 9-da Atlantik ummanynyň düýbünde Portugaliýanyň günorta-günbatar serhet araçäginde 100 km aralykda boldy we Lissabon şäherini weýran etdi. Deňziň düýbuniň yrgyldamagy netijesinde **äpet uly deňiz seýsmika**

tolkunlary (sunamlar) döredi we olar Angliýanyň, Fransiýanyň, hatda Merkezi Amerikanyň kenar ýakalaryna baryp ýetdiler. Lissabonyň üstüni beýikligi 30 metre ýetýän tolkun basyp, onuň weýran bolmagyny tizleşdirdi. 20 müň jaýdan, takmynan, 15000-si weýran boldy. Şäher halkynyň dörtde bir bölegi wepat boldy. Lissabon Ýer sarsgynynyň merkezinden 1000 km daşlykda suw çeşmeleriniň, kenar ýakalarynda suw derejeleriniň üýtgemeleri netijesinde birnäçe ýerleri suw basdy.

1897-nji ýylyň 12-nji iýunynda sagat 17-de Hindistanyň Assam welaýatynda ägirt güýçli Ýer sarsgyny boldy. Ol meýdany 4 mln. km^2 ýer çäklerinde we meýdany 350000 km^2 ýerlikde ähli bolan binalary weýran etdi. Ýer yrgyldysynyň tizligi 0,5 g-se ýetdi we toprakda jaýryklary döretti. Bu Ýer sarsgyny derýalaryň akymyny üýtgetdi we täze belentlikli suw akymalaryny döretti. Birnäçe jaýlaryň üçekleri ýumşak topragyň içine siňdi.

1906-njy ýylyň 18-nji aprelinde 5 sagat 2 minut 12 sekuntda Fransiskode ýer titredi.

1908-nji ýylyň 28-nji dekabrynda Messin suw akymynyň çuň düýbünde ýer titredi. Bu Italiýada in bir uly weýrançylykly ýer sarsgynyň biri boldy. Ýerleriň üstleri galyp aşak gaçdy, munuň netijesinde belentligi 12-14 m bolan deňiz tolkunlary döredi we olar şäheri doldurdylar. Şeýle ýagdaýda jaýlaryň, takmynan, 98%-i weýran boldy we 100000 çemesi adam ýitgisi boldy.

1923-nji ýylyň 1-nji sentýabrynda sagat 12-de Tokio şäherinden 60-80 km daşlykda Sagama suw akymynyň guýýan ýerinde özüniň täsiri boýunça agyr ýer sarsgyny boldy. Netijede, merkezi şäher Tokio we uly port şäheri Iýokama weýran boldular. 1286261 jaý weýran boldy, 447128 jaýy bolsa deňiz tolkunynyň suwy weýran etdi, şeýle-de 150000 adam wepat boldy.

1948-nji ýylyň 28-nji iýunynda sagat 17-de Tokio şäherinden 330 km demirgazyk-günbatara tarap aralykda ýer titredi. Topragyň tizligi, takmynan, 0,68 g-se ýetdi, 35437 jaý weýran boldy, 5268 adam wepat boldy. 1960-njy ýylyň 29-njy fewralynda Marokkonyň Agadir şäherinde bolan Ýer sarsgynynyň täsiri, eger-de gurulýan jaýlarda seýsmika garşy talaplar hasaba alynmasa, nähili ýagdaýa eltýändigini ýene-de bir gezek görkezdi.

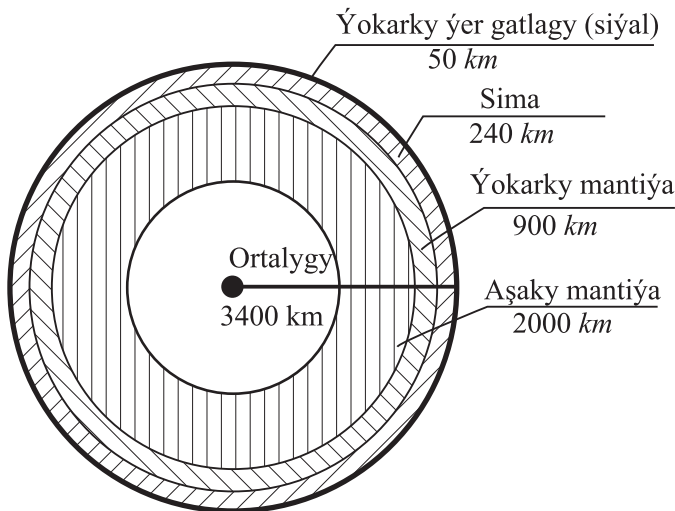
Oňki Sowet Soýuzy döwründe Aşgabatda 1948-nji ýylyň okýabr aýynda 01 sagat 12 minutda bolan ýerttitreme in bir güýçli Ýer sarsgyny boldy. Bu ýer sarsgyny özüniň güýji boýunça Ýer şarynda bolan

güýçli ýykgynçylykly, weýran edijilikli köp ýer sarsgynlaryndan yzda durýar, emma weýrançylykly täsiri boýunça köpüsiniň deňinde goýup bolýar. Ýer sarsgynynyň merkezi Aşgabadyň ýakynynda (25 km) bolup, ýer topragynyň beýikligine we göni uzynlygyna bolan yrgyldysy uly möçbere ýetmek bilen Türkmenistanyň merkezini weýran etdi. 1966-njy ýylyň 26-njy aprelinde ýerli wagt bilen sagat 5-de Daşkent şäherinde ýer titredi, onuň merkezi bolsa Daşkent şäheriniň merkeziniň aşagynda boldy. Ýer sarsgynynyň tutan meýdany 10 km². Köp jaýlara şikes ýetdi. Olaryň köpüsi toýun palçygyndan we çig kerpiçden salnan birgatly ýaşaýyş jaýlarydyr. Şeýle hem häzirki wagtyň talabyna laýyklykda seýsmika durnukly taslamalaşdyrylan 4-5 gatly kerpiç jaýlar hem zaýalaýşa sezewar boldular.

2.2. Ýer sarsgynynyň döremeginiň we onuň ojagynyň titremesiniň esasy fiziki ýagdaýlary

Häzirki döwürde ozalky SSSR-iň alymy G.P. Gorşkowyň nazaryýetine görä (Строение Земного шара. Техиздат, 1958), Ýer özüniň görnüşi boýunça ellips formaly şara golaý bolup, onuň radiusy 6380 km-e ýetýär.

Ýer şary üç gatlakdan durýar: üst gatlagynyň gabagy (кора), aralyk gatlagy (мантия) we özeni (ядро).



3-nji çyzgy. Ýer şarynyň kesiminiň çyzgysy

Ýeriň ýokarky gatlagynyň gabygynyň galyňlygy 50 *km*-e barabar bolýar: çöküş jynslaryndan durýan gatlak örän ýuka bolup, galyňlygy onlarça kilometrlere, bazalt gatlak esasly 40-50 *km* galyňlygyň üstünde durýan ownuk daş jynsynyň galyňlygy bolsa 10 *km*-e ýetýär.

Ýeriň mantiýasy ýeriň çuňlugy boýunça az öwrenilen oblast bolup durýar. Özi hem ýokarky mantiýadan (galyňlygy 900 *km*) we aşaky mantiýadan (galyňlygy 2000 *km*) durýar. Ýokarky mantiýa iki gabykdan durýar. Birinji gabyk ýeriň ýokarky gatlak gabygy (копа) bilen degişýär we onuň serişdeleri bolup, siliciumdan (кремний) we magneziumdan (магний) ybaratdyr olaryň galyňlyklary 240 *km*-e barabar. Bu gabyk “sima” diýen ady göterýär. Aşaky mantiýa örän gaty jynslardan düzülen. Özleri hem äpet uly basyş şertlerinde durýarlar. Ýeriň özeniniň radiusy, takmynan, 3400 *km*-e ýetýär, temperaturasy 4000-50000°C-ä, atmosferanyň basyşy bolsa 1000000-a ýetýär. Onuň düzümi häzir belli däl.

Ýertitreme diýlip ýeriň içki hadysalarynyň täsiri astynda ýeriň üstki gatlagynyň çäýkanmagyna aýdylýar. Dürli ýer titremesiniň häsiýetnamasynda jisimleriň weýran bolmagy we ýeriň içinde uly çökme özgermeleriniň emele gelmekleri beýan edilýär. Bu hadysa weýrançylyk oblastynda başlap, süýşme we üzüliş oblastlarynyň ähli ýerine ýaýraýarlar.

Birinji ýagdaýda weýran oblasty ojak, fokus, gipomerkez, ikinji ýagdaýda ojak oblasty diýip atlandyrylýar. Bu ojagyň ýeriň üstüne bolan proeksiýasyna **epimerkezi (эпицентр)** diýilýär Şol merkezden Ýeriň üstüniň her bir nokat aralygyna **epimerkezlik aralygy** diýilýär. Tektoniki, wulkan, ýumrulmak ýa-da opurylmak, çuň fokusly ýertitremeleri bolup bilýär.

Tektonika ýer sarsgyny ýeriň ýokarky gatlagynda şeýle hadysa üsti bilen geçýär. Ýeriň ýokarky gatlagy (копа) deň bolmadyk berklikde saklanýar diýlip hasap edilýär. Dürli berklikdäki bölek – bölek meýdançalar galtaşma ýerlerinden süýşüp başlanlarynda uly naprýaženiýeler döreýär. Bu döran naprýaženiýe çöken serişdäniň çäk berkligidinden köp bolany sebäpli birden duýdansyz weýrançylygy döredýär.

Çöken gatlaklarda hadysanyň dowamynda ýygynan potensial energiýa kinetika energiýa öwürülme bilen ojak oblastynyň daş-töweregini yrgylladýar.

Şeýlelikde, Ýeriň içindäki ägirt uly gatlaklaryň üzülmekleriniň (süýşmekleriniň) netijesinde dürli hili güýji boýunça ýertitremesi emele gelýär.

Bu gatlaklar zyňylyş, süýşme ýa-da basma görnüşinde biri-birini haýsam bolsa bir burç astynda basýarlar we sürtülme güýjüne baglylykda saklanýarlar. Içerki güýç ýuwaşlykdan köpelip, sürtülme güýjünden agdyklyk edende zyňylmak ýa-da süýşürilmek ýüze çykýar. Şeýlelikde, bu hadysa ýertitremesine eltýär.

3. ÝERTITREMÄINIŇ GÜÝJÜNE BAHA BERMEK

3.1. Ýer astyndaky döreýän energiýanyň täsiri

Ýer titrän wagtynda onuň ojagyndan ägirt uly kinetika energiýasy çykýar. Onuň ululygy ojagyň çuňlugyna, ölçeglerine we ojagyň has gysylyş ýagdaýda durmagyna bagly bolýar. Şonuň üçin hem şol ýa-da başga ýertitremesine bahany onuň weýrançylygy bilen we topragyň yrgyldy ýazgylary (süýşmek, tizlik, tizlenme) bilen çäklendirýärler we ýörite abzallar arkaly ýerine ýetirýärler. Häzirki wagtda ojakda ýer titremesine bahany kesgitlemegi **magnituda (M)** üsti bilen amala aşyrýarlar.

Ýertitremesiniň energiýasy **birlik diýlip kabul edilýär**. Energiýany şöhlelendirmek, takmynan, 10^{12} эpr. diýlip kabul edilýär.

Iň güýçli ýertitremesiniň magnitudasy $M = 8,5$ bolanda şöhlelendirilýän energiýa, takmynan, 10^{27} эpr. deň.

Ýeriň üstünde çäykanyşyň güýji bal (çalt derejeligi) üsti bilen bahalandyrylýar.

Ýertitremesiniň islendik çuňlugynda ýerleşýän ojagyndaky epi-merkezde magnituda M bilen bally j -niň arasynda biri-birine bolan empiraçylyk baglylygy bar.

Bu baglanyşygy aşakdaky 1-nji tablisada görmek bolýar.

Ýertitremesiniň islendik çuňlugynda ýerleşýän ojakdaky epimerkezinde magnituda M bilen bally J arasyndaky baglylyk

Ýertitremesi-niň topary	Magnituda M	Dürli çuňlukdaky baly J (km)		
		5	15	45
I	$7\frac{1}{2} \leq M \leq 8\frac{1}{2}$	-	>10	9-10
II	$6\frac{1}{2} \leq M \leq 7\frac{1}{2}$	>10	9-10	7-8
III	$5\frac{1}{4} \leq M \leq 6\frac{1}{2}$	9-10	7-8	5-7
IV	$4\frac{1}{4} \leq M \leq 5\frac{1}{4}$	7-8	5-7	4-5
V	$3\frac{1}{3} \leq M \leq 4\frac{1}{4}$	5-6	4-5	2-3

1-nji tablisadan görnüşi ýaly, şol bir balyň ululyk belligine göre ojagyň çuňlugy çuňlaşdygyça magnituda ösýär. Iki gezek magnituda galdyrylsa, onda çalt derejeli (intensiw ýagdaýda) üç bala galýar.

Ýeriň üstüne düşýän ýertitremesiniň güýji (çalt derejeliligi) gurluşyk-inženeri üçin höweslendiriji bir zatdyr. Ýer titremesiniň güýjüni bilmek we ony kesgitlemek hünärmenleri ozaldan höweslendiripdir, emma ölçeyji esbaplar, abzallar bolmany sebäpli, ýertitremesiniň güýjüni bolan weýrançylyga seredip, takyksyz duýmak üsti bilen kesgitläpdirler.

Ýertitremesiniň weýrançylyklaryny barlap, toplanan serişdeleriň esasynda ýazgy şkalalary düzülipdir.

3.2. Ýazgy şkalalary

1883-nji ýylda M.Rossiniň (Italiýa) we F.Foreliň (Şweýsariýa) düzen 10 bally şkalasy giňden ýaýrapdyr. Birnäçe ýurtlarda bu şkala Rossi-Foreli ady arkaly ulanylýar.

Bellik ediji abzallaryň ulanylmagy bilen ýertitremesiniň güýjüne mukdar ugrundan baha beriji şkalalar peýda bolup başlaýar. 1900-nji ýylda ýapon alymy F.Omory özüniň hödürän seýsmika şkalasynda her bir bala düşýän topragyň has uly tizliginiň ululygyny görkezdi.

1917-nji ýylda Halkara seýsmiki assosiasıýasy tarapyndan Mer-kalli-Kankani-Ziberga dagynyň 12 bally şkalasy kabul edildi. Bu şkalada ýertitremesiniň galdyran täsiri ýazgy üsti we parametrleriniň mukdary bilen görkezilýär.

1931-nji ýylda öňki SSSR-de Merkalli-Kankani-Ziberga şkalasyna ýakyn 12 bally şkala kabul edildi. 1952-nji ýyldan bäri öňki SSSR-iň ozalky doganlyk respublikalarynyň ählisinde SSSR YA-nyň Ýer fizika institutynyň 12 bally seýsmika şkalasy ulanylýar. YA-nyň Ýer fizika institutynyň şkalasynda ýertitremesiniň güýji ýörite bellik ediji abzalyň kesgitleýşi bilen göz önüne alnan. Ol abzalyň ady-СБМ (сейсмометр бальности С.В.Медведева). Bu abzal şertli ulgamyň yrgyldysyny hususy yrgyldynyň hemişelik peridy $T_0 = 0,5^5$ we yrgyldynyň logarifma dekrementi $ET_0 = 0,5_5$ bilen.

1953-nji ýylda SSSR-iň Döwlet gurluşygy tarapyndan ГОСТ 6249-52 atly kadatiw resminamasy tassyklandy. Bu resminama jaýlar we desgalar, seýsmiki etraplar taslamalaşdyrylanda 6 ÝFI-niň (НФЗ-институт физики земли) şkalasynda görkezilen 6 baldan 9 bala çenli doly görkezilen talaplaryň ýerine ýetirilmegini hökmanlaşdyrdy. Ýer titremesiniň güýjüniň mukdar bahasynyň balda kesgitlenilişi seýsmometriň maýatniginiň süýşüp üýtgemek ululygy bilen ölçenýär.

2-nji tablisada seýsmometriň maýatniginiň süýşmegine baglylykda balyň ululyklary berlen.

2-nji tablisa

Seýsmometriň maýatniginiň süýşmegi (Xo)

3.	1-4	5	6	7	8	9	10	11-12
$X_{0, mm}$	0,5	0,5-1	1,1-2	2,1-4	4,1-8	8,1-16	16,1-32	>32

3.3. Ýer sarsgynynyň ojagynyň fizika häsiýeti we ojaglaryň görnüşleri

Ojak – Ýer gabygynyň gatlagynyň içindäki giňişliginde ýa-da mantiýanyň ýokarky böleginiň içinde süýşmesi, üzülmesi ýa-da jaýryk atmasy

Gipomerkez – jaýryklaryň açylyşynyň başlangyç nokady

Epimerkez (эпицентр) – gipomerkeziň ýeriň üstüne bolan proyeksiýasy

Epimerkezlik oblasti – ýertitremesiniň ojagynyň ýeriň üstüne bolan proyeksiýasy

Başlangyç hadysalaryň çuňlugy boýunça ýüze çykyşynyň üç oja-gyny tapawutlandyryýar:

- adaty (нормальные-литосферные) – 70 *km*-e çenli;
- aralykly (промежуточные-астеносферные) – 70 *km*-den 300 *km*-e çenli;
- çuň – 300 *km*-den 700 *km*-e çenli.

720 *km* çuňlukdan aşakdaky ýer sarsgyny aňlanmaýar.

Epimerkezden (эпицентр) Ýer üstüniň haýsy hem bolsa bir no-kadyna çenli bolan aralyk ýer üstüniň uzynlygyna, köplenç, gradusda ($1^{\circ} = 111,1 \text{ km}$), uly töweregiň dugasy ölçense, onda ol **epimerkezlik aralygy** diýlip atlandyrylýar.

3.4. Seýsmiki tolkunlar

Seýsmiki tolkunlar diýlip jaýryklaryň arasyndaky aýry meýdan-laryň süýşmeklerine ýa-da jisimleriň gümmezleniş netijesinde ojakda döräp ýeriň içinde ýaýraýan esasy seýsmiki tolkunlaryň maýyşgak tolkunlaryna aýdylýar.

Seýsmiki tolkunlar üç görnüşlidir:

a) **çuňluklar (göwrümliler) – boýlular (*P*)**;

b) **keseleýinler (*S*)**;

ç) **üstleýinler – Releýiň (*R*) we Lýawanyň (*L*) tolkunlary.**

Giňişlik içinde boýlular – çuňluklar tolkunlary geçende gezek-ge-zegine gysylyş we dartgy zolaklary döreýärler. Bu ýagdaýda bölejik-leriň süýşmekleri tolkunlaryň ugry boýunça geçýär, yrgyldynyň periody 0,2-0,5 *sek*, onuň ýeriň gabygyndaky tizligi 7-8 *km/sek*-da ýetýär. Olara **gysga periodlar** diýilýär.

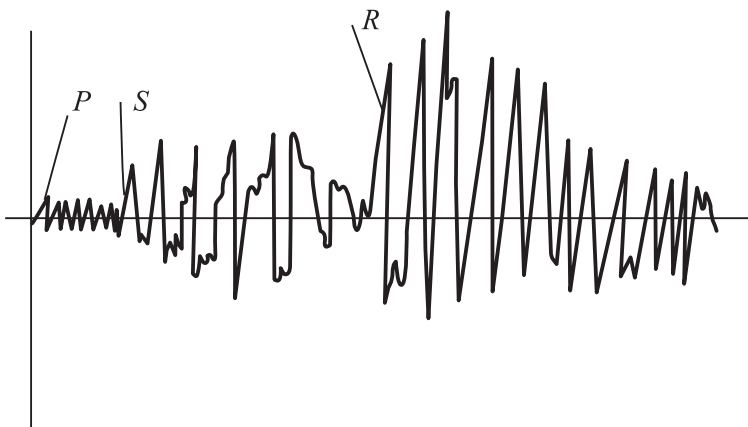
Keseleýin çuňlukly tolkunlar giňişligiň içinden geçende böle-jikleriň ugurlary tolkunynyň frontunyň hereket ugruna perpendikulýar bolup süýşýär, yrgyldynyň periody 1,0-5,0 *sek*. Olara **uzyn periodly** diýilýär. Olaryň tizligi, takmynan, 4-4,5 *km/sek*.

Aşakdaky 4-nji çyzgyda seýsmografyň ýazgysy getirilen. Onda seýsmiki tolkunlaryň yzygiderli gelişleriniň pursaty görkezilen.

Birinji faza boýluklaýyn tolkunlaryň giriş pursaty.

Ikinji faza keseleýin (*S*) tolkunlaryň giriş pursaty.

Bu fazalaryň önüsyrasy **başlangyç fazalar** diýlip hasaplanýar.



4-nji çyzgy. Seýsmografyň ýazgysynyň görkezijileri.

P – boýlugyna çuňluk tolkunlarynyň üste geliş pursaty; S – keseleýin çuňluk tolkunlarynyň geliş pursaty; R – Releýiň üst tolkunlarynyň geliş pursaty

Üst tolkunlarynyň (*R*) giriş pursaty ýertitremäniň **baş (esasy) fazasy** diýlip hasaplanýar.

Seýsmiki tolkunlaryň görnüşleri boýunça faza bölünmekleriniň sebäbi hem jaýlar we binalar topragyň üsti bilen dürli yrgyldynyň dürli hili kabul edýär. Boýlugyna çuňluk tolkunlaryndan gysga periodly yrgyldylar gaty jaýlar (daş, iri bloklylardan we iri panelli jaýlar) üçin howply, keseleýin çuňluk tolkunlaryndan uzyn periodly yrgyldylar maýyşgak jaýlar (karkasly we guýma jaýlar, suw basyşly diňler, turbalar we ş.m.) üçin howply. Ilkibaşdaky önüsyra fazadaky ýer sarsgynynda konstruksiýalaryň şikes almagy mümkin. Soňra olar esasy fazada has ýumrulyp ugraýar. Bu ýagdaý 1986-njy ýylyň 31-nji awgustynda Karpat sebitinde bolan ýer sarsgynynda tassyklandy.

Releýiň üst tolkunlary (*R*) ýeriň üst gatlagynda ýaýramak bilen, göwrümlü çuňly tolkunlara garanynda has pes togtaýar.

Şeýlelikde, epimerkezden daşlaşmak bilen olar çuň göwrümlilik tolkunlarynyň üstünden has çalt ösüşligi gazanyp, esasy seýsmiki yrgyldylaryň energiýasy topraklaryň yrgyldylarynyň çalt ösmegine eltýär.

4. SEÝSMIKI TÄSIRLI TOPRAGYŇ YRGYLDYSYNYŇ HÄSIÝETNAMASY

4.1. Topragyň yrgyldysynyň häsiýetnamalary

Ýer sarsgyny döwründe konstruksiýadaky güýçler esasyň hereket häsiýetine, binanyň konstruktiv çyzgysyna, ondaky massalaryň we gatylyklaryň bölünişlerine, binanyň dempfirleşýiş häsiýetine bagly bolýar. Inžener binalary hasaplamak üçin has gerekli parametrleri: esasyň yrgyldysynyň periodlarynyň, tizliginiň, süýşmeginiň ululyklaryny kabul edýär.

Ýer sarsgyny baradaky ýazylan edebiýat maglumatlaryna görä, Ýer sarsgyny wagtynda toprak esasynyň hereketiniň geçişi çylşyrymly. Ol ýeterliksiz anyklanyp goýlan kanunlar boýunça ýazgylarda görkezilýär. Mydama-da bu hereketleriň bulam-bujarlyk häsiýeti bolýar. Olary hemişe analitiki aňlatmada görkezip bolmaýar. Esasyň süýşmek häsiýeti durnuksyz tötänden dörän hadysa diýlip bellenilýär (binalary hasaplamakda bolsa bu hadysa durnukly diýlip kabul edilýär). Has hem ojagy golaý güýçli ýer sarsgynynda döreýän yrgyldylaryň amplitudalary we periodlary durnuksyz diýlip bellenilýär.

Binalaryň tejribeçilik hasabatlarynda seýsmika çydamlylyk nazarýeti boýunça esasyň hereketine sinusyň kanunyna (N.Mononobe) ýa-da kosinusyň kanunyna [26] görä, köplenç, ýönekeý ölçemýän garmoniki yrgyldylar ýa-da açýan ýönekeý periodiki hadysa hökmünde seredilýär.

Jaýlaryň we binalaryň hasaplanmagy üçin inženere seýsmika täsir edýän güýçden başga topragyň bina edýän güýç täsiriniň häsiýetleri baradaky gerekli bellikler şular: periodlar, süýşmeler, tizlikler, tizlenmeler. Seýsmiki stansiýalar topragyň hereketini üç ugurda ýazýarlar: iki sany gönülikde, ýagny demirgazyk – günorta, gündogar-günbatar we beýikligine.

Topragyň süýşmesini **seýsmograflar**, tizligi **welosirograflar**, topragyň tizlenmesini **akselerograflar** belleýärler.

Şeýlelikde, lentadaky ýazgylar **seýsmogramma** we **akselegramma** diýlip atlandyrylýar.

Seýsmograflaryň konstruktiv çözütlilerini çözmek üýtgemeyän elementi döretmekden durýar. Şoňa görä bolsa topragyň hereketini ölçäp boljak. Bular ýaly element bolup gulluk etjek agramlyk (massa). Ol abzalyň korpusyna maýyşgak ýagdaýda berkidilýär. Topragyň süýşmesini

bellemek üçin maýyşgak ulgamyň hususy yrgyldysynyň periody seýsmiki yrgyldynyň periodyndan birnäçe artyk bolmalydyr. Onuň üçin massa bilen abzalyň baglanyşygynda seýsmiki yrgyldylaryň döwründe massa (agramlyk) asuda ýagdaýda bolmaly. Şeýle ýagdaýda “massa-abzalyň” (esasy) odnositel süýşmesiniň ululygy topragyň süýşmesine deň bolar.

Akselerograflarda, tersine, agramlyk (massa) abzalyň korpusyna berkidilip baglanyşdyrylýar. Şulara baglylykda, bu ulgamyň hususy yrgyldylarynyň periody az, ölçege degişli yrgyldylaryň periodlaryndan bolsa has az.

Ýer sarsgyny döwründe massanyň abzalyň korpusy bilen bilelikde süýşmegi bilen massada edil topragyňky ýaly inersion güýç döredýär. Olar bolsa baglanyşyklarda deformasiýalary döredýärler. Şeýlelikde, olar inersiýanyň güýçlerine, ýagny topragyň tizlenmesine proporsionaldyrlar.

4.2. Ýeriň topragynyň tizlenmesiniň aýratynlyklary

Seýsmiki täsiriň esasynda ýeriň topragynyň tizlenmesi barada şeýle aýratynlyklar bolup biler:

1. Ýeriň üstüniň yrgyldysy üýtgeýän amplitudaly we periodly göçümlü hadysa.

2. Bellenilýän yrgyldy hadysasy üç sany esasy fazany öz içine alýar:

a) başlangyç faza – uly bolmadyk ýokary ýygylýk yrgyldysynyň amplitudasy;

b) esasy faza – çalt derejeli amplitudaly yrgyldy meýdançasynyň açyk görünmegi, şeýle hem kese, üstki we beýleki tolkunlaryň gelmegi;

ç) soňky fazanyň beýlekilerden tapawudy amplituda yrgyldysynyň azalmagydyr. Ol hem bu fazada uzyn periodly yrgyldylaryň ýüze çykmagyna alyp barýar;

d) tizlenmäniň göni düzüjisi öz arasynda ölçenip bilýär we bellik ediji abzalyň epimerkezine (эпицентр) baglylykdaky ýagdaý burçuna bagly bolmaýar;

e) topragyň yrgyldylylygynyň dowamlylygy 10-40 *sek*. Seýsmikanyň täsirinde topragyň süýşmek ululygy ýer sarsgynynyň güýjüniň çaltlygyna we toprak şertlerine baglylykda 100 *mm*-e ýetip bilýär. Gaýa topraklarynyň süýşmegi dykyz bolmadyk ýumşak topraklara garanynda şol bir ýertitremäniň çaltlyk derejesinde 15 esse az. Topragyň, köplenç, seýsmiki täsirinden alýan periodynyň ululyk belligi 0,1-1,5 *sek*. Seýs-

miki etraplarda taslamalaşdyrylýan jaýlar üçin şu çäkler kabul edilýär. Şonuň üçin hem bu häsiýetnamalar örän möhüm.

Ýer sarsgynynda topragyň tizliginiň has ýokary ululyk belligi spektriň gysga periodynda şu çäklerde ýerleşýär – 0,1-0,5 *sek*. Şeýle hem topragyň esasyň tizligi güýç agyrlaýyş çekmesiniň 0,4 belligine ýetip bilýär. Ýer sarsgynyň 7-9 ballyk belliginde tizligiň has ýokary ululygy 0,05-0,4 g belliklere ýetip bilýär.

Ýer sarsgynyň geçiş tolkunlarynyň jaýlara we binalara edýän täsiriniň aýratynlyklary barada birnäçe awtorlaryň [14, 30, 31, 52, 79] işlerinde maglumatlar bar. Olar seýsmikanyň täsir edişiniň aýratynlyklaryny şeýle häsiýetlendirýärler: birinjiden, topragyň yrgyldylary, ikinjiden, binalaryň yrgyldylary, üçünjiden hem, olaryň bilelikdäki yrgyldysynyň şertleri:

- seýsmika yrgyldysynyň çaltlyk derejesi çeşmäniň güýjüne (kuwwatyna), geçirimli giňişligiň gurluşyna, seredilýän meýdançanyň toprak şertlerine bagly bolýar;

- ýeriň üstünde ýerleşýän topragyň bölejigi giňişlikde yrgyldylyk hereketini geçirýär, kordinat oklary boýunça wektoryň süýşmek düzüjileri öz aralarynda ölçenişikde bolup bilýärler;

- topragyň bölejikleriniň hereketden alýan süýşmeleri we oňa degişliler (tizlikler, tizlenmeler) wagtyň durnuksyz funksiýalary bolýarlar.

- bina tutuş jisim däl-de birnäçe elementlerden (diwardan, ýapgydan, sütünlerden we beýl.) durýan ulgam. Şonuň üçin hem binada iki tertipde yrgyldy geçýär:

- a) birinji tertipde, binanyň yrgyldysy umumy ulgama girmek bilen topragyň üstünden esaslanan;

- b) ikinji tertipde, umumy ulgama girýän binanyň elementleriniň yrgyldylary – gaty çäklerinde sütüniň keselikler yrgyldylary, diwaryň panelleri we ş.m.

- iki sany biri-birine perpendikulýar diklik tekizliklere garanyňda, bina umumy ýagdaýda simmetrik däl. Bu bolsa aýlaýjy yrgyldylaryň ýüze çykmagyna eltýär;

- binanyň uzynlygy, ini we beýikligi bolýar, öz aralarynda ölçenişlerde durýar. Şeýlelikde, yrgyldylar giňişlikde bolýarlar;

– seýsmiki täsirleriň wagtynda binada maýyşgaklyk çägin-den geçýän güýçlendiriji döreýär, käbir ýagdaýlarda bolsa berklik çägin-den hem geçýär.

Ýer sarsgyny wagtynda topragyň we binanyň bilelikde yrgyldamaklarynyň şertlilikleri şulardan durýarlar:

– seýsmiki täsiriň bina bolan ýygylgy topragyň seýsmiki yrgyldylarynyň we binanyň dinamika häsiýetleriniň gatnaşyklarynyň aýratynlyklarynyň spektrine bagly bolýar;

– seýsmikanyň täsiri binanyň topraga bolan diregliligine bagly bolýar;

– binanyň esasyňyň dürli nokatlarynda topragyň yrgyldysy umumy ýagdaýda sinhronly bolmaýar;

– yrgyldy döwründe binada ýüze çykýan güýjüň inersiýasy toprakda maýyşgak deformasiýany döredýär.

Ýokarda görkezilen hadysalary fiziki tarapdan hasaba almak bilen bina seýsmiki täsiriň meselesiniň umumy çözülişi ýok diýip aýdyp bolar. Şeýlelikde, maksadalaýyklykda meseleleriň takmynlaşdyrylan umumy çözüglerini alyp boljak. Bu bolsa aýry sebäpleriň ýertitremesiniň bina bolan täsirine baha bermäge esas boljagyny görkezýär [20,21].

Binalaryň yrgyldylaryny tejribe toplan barlamagyň uly ähmiýeti bar.

Şu ugur boýunça iki ýol bolup biler:

a) binanyň modelini döretmek;

b) binanyň çäkli ýagdaýyna seretmegi başarmak.

Hakyky binanyň yrgyldysy ölçenmek we pes yrgyldylar barlanmak bilen, şol bir wagtda binanyň çäklilik ýagdaýa ýetmeýänligi hem anyklanýar. Şu görkezilen özbaşdak iki ýol biri-biriniň üstüni dolduryjylar bolmaly.

Topragyň yrgyldysynyň ýazgysyndaky üç sany düzüji yrgyld tejribe esasynda seredilýär. Olar binanyň inersiýasynyň baş oklaryna gabat gelmelidir.

Binanyň yrgyldysyna ýokarda görkezilen ugurlaryň hiç birine bagly edilmän seredilýär. Topragyň yrgyldysy durnuksyz diýlip kabul edilýär.

Şu ugurdan işleýän ylmy işgärleriň birnäçe topary bu meseläni çözmekde bina umumy maýyşgak ulgam hökmünde seredýärler, ýag-

ny binanyň yrgyldysynyň birinji tertibine, şeýle hem binanyň iki sany diklik tekizligine garanyňda simmetriki (birdeň ýüklenme) diýlip çak edilýär.

Birnäçe awtorlar, ýagny Zawriýew K.S., Bolotin W.W., Joriş Ý.I., Rabinowiç J.M. dagylar öz işlerinde yrgyldylaryň nazaryýeti boýunça has takyk maglumatlary beripdirler.

4.3. Seýsmiklik ugrundan etraplaşdyrmak we ýer çäginä mikroetraplaşdyrmak

Ýer şarynda ýertitre dyklylygy we çalt derejeliligi boýunça deň çykmaýar. Ýer ýüzünde bir ýylyň dowamyndaky ýer titremesiniň güýjüni we sanyny dogry kesgitlemek kyn. Ýewropada milletiň köplük bolup ýaşaýan ýerinde bolýan ýertitremeleriniň sanyny kesgitlemek kyn däl, emma ummanlarda bolýan güýçli ýer titremeleriniň ählisini hasaba alyp bolmaýar, sebäbi ol ýerlerde adamlar ýaşanok. Ýer şarynda her ýylda bolýan ýer titremesiniň ýygylgy aşakdaky 3-nji tablisada getirilýär.

3-nji tablica

Çalt derejeliligi (balda)	10	9	8	7	6
Ýylda bolýan ýer sarsgynlarynyň sany	3	11	80	400	1300

Ýer ýüzünde ojagyň bölünişi baradaky alnan bellikler esasynda seýsmalylygyny üç guşaga çykaryp bolýar:

1. Ýuwaş umman guşak seýsmalylygy iň bir köp sarsgynly ýer. Bu ýerde ähli ýer sarsgynlarynyň 80%-i bolup geçýär. Kuril adalaryndan başlap Ýaponiýanyň, Aziýanyň, Fillippinleriň, Täze Zelandiýanyň günorta kenarlaryny öz içine alýar. Şeýle hem Alýaskanyň, Günorta Amerikanyň bir bölegini almak bilen Ýuwaş ummanyň serhedini özüne sepleşdirýär. Ýer sarsgynlarynyň iň köpi Alýaskada, Kaliforniýada, Çilide we Ýaponiýada bolýar.

2. Ortaýer deňiz ýa-da Transaziýa guşagy. Bu ýerde ähli ýer sarsgynlarynyň 15%-i bolýar. Bu guşakda Günorta Aziýa Pamire tarap, soňra Gara deňze we Ortaýer deňzine giňelýär, soňra Atlantik ummanyna, Azor etrabyňyň adalaryna tarap uzalýar. Soňra Ispaniýanyň

daglaryndan başlap Pamire tarap has güçlenýär, soňra bu hatara goşulýan Rimde we Kawkazda güýji has peselýär.

3. Arktika-Atlantik guşagy Lena derýasynyň başlary, Grenlandiýanyň we Islandiýanyň günortasy we Atlantik ummanynyň merkezi böleginiň ugry bilen günorta tarap, soňra bolsa Azor adalarynda Ortaýer deňziniň guşagy bilen birleşýär.

Seýsmiki etraplaşdyrmagyň manysy deň seýsmiki howplulygy taýdan etraplara bölmek. Belli bir jaýlar taslamalaşdyrylanda hasaba diňe bir gurluşygyň çäginin baly alynman, jaýyň bellenmesi hem hasaba alynmaly, ýagny has jogapkärli jaýlar we binalar taslamalaşdyrylanda seýsmiki etrabyň baly bir bal ýokarlandyrylyp taslamalaşdyrylýar, emma wagtlaýyn ýa-da kömekçi jaýlaryňky bir bal azaldylyp taslamalaşdyrylýar.

Gurluşyk meýdany 9 baldan ýokary bolan seýsmiki çäklerde jaýlary we binalary gurmak hödürlenmeýär, sebäbi ol ýerleriň toprak şertleri gurluşyk üçin has amatsyz.

Seýsmiki etraplardaky gurluşyk seýsmiki däl etraplardaky gurluşyga garanynda tehnika-ykdysady tarapdan ýertitremesiniň başdan [15] sekize [18] çenli bolan güýjünden ýazylan köpsanly instrumental belliklerden alnyp işlenen yrgyldylaryň tizlenmeleriniň we periodlarynyň ululyklary işde [14] jemlenip takykklanmanyň esasynda görkezmesi boýunça geçýär. Yrgyldylaryň periody, esasan hem, $T_0 = (0,10 - 1,50)$ sekund aralygynda bolýar, aýry-aýry pursatda tizlenmäniň hakyky ululygy seýsmiki koeffisiýente degişli tizlenmäniň bahasyny has arşa galdyrýar.

Ol işdäki [14] çykarylan hasabyň esasynda, ýagny her bir hasaplaýyşda seýsmika üçin $0,1 \leq T_0 \leq 0,5$ sek tizlenmä, takmynan, hemişelik diýlip galýar. Periodyň ýokarlamagy bilen $T_0 \geq 0,5$ sek tizlenme peselýär.

Ýer şarynyň käbir etraplarynda Ýer sarsgynlarynyň weýrançylygynda has uly tizlenmäniň ululygy 0,5 g-se ýegörnüşdi.

Ýaponiýada 1891-nji we 1923-nji ýyllarda bolan weýrançylykly ýer sarsgynynda has ula golaý 0,25 g we ondan hem artyk tizlenme (1923-nji ýyldaky ýer sarsgyny) gowşak – güýcsüz topraklarda boldy.

Tokio şäheriniň dürli etraplarynda bolup geçýän Ýer sarsgynlarynda, esasanam toprak şertlerine baglylykda, tizlenmäniň ýeten ululyklary $1,0:2,5$ m/sek²-da ýetýär. Gaty dykyz topraklarda tizlenme has,

pesdir periodlary bolsa $T_0 = (0,2 - 0,8)$ sek aralygyndadyr. Ýaponlaryň we amerikalylaryň bellikleri boýunça käbir ýer sarsgynlarynda ýokary periodlar $0,3-0,5$ sek-da, $0,5-0,6$ sek-da, şeýle hem işde [36] görkezilişine görä, $1,0-1,2$ sek-da hem ýetýär. 1923-nji ýylda, Ýaponiýadaky Ýer sarsgynynda ölçenen periodlar: dykyz esaslarda $T_0 = 0,3 - 0,5$ sek-da, alýuwallarda $0,6-0,9$ sek-da, şeýle hem periodlary $T_0 = 1,33$ sek-da in ýokarysa $T_0 = 4,9$ sek-da, amplituda süýşmegi bolsa 11 sm-e ýeten.

Şeýle hem bellenmeli zat, ol hem bolsa, işde [14] görkezilişi boýunça, birnäçe ýer sarsgynynda topragyň dykzylygynyň peselmegi, şeýle hem onuň suwlanmagynyň galmagy ýer sarsgynyň okgunlylyk derejesiniň ösmegine eltýär. Muňa 1948-nji ýylda Aşgabatda bolan ýer sarsgyny mysal bolup biler. Seredeňde gymmat, ýagny: 7 bally etrapda orta hasap bilen 4%, sekiz ballyda-8%, dokuz bally etrapda bolsa 12% ýetýär. Şeýle hem ýer titremesiniň güýjüne geologiýa we suw-geologiýa toprak şertleri täsir edýärler. Muňa hem 1948-nji ýylda Aşgabatda bolan ýer titremesi mysal bolup biler. Toýunly toprak suwlarynyň derejesiniň 4 metrden 10 metre çenli çuňlukdaky täsiriniň esasynda şol toprak şertlerinde toprak suwunyň derejesiniň çuňlugy 10 metrden artyk ýagdaýy bilen deňeşdirilende ýer titremesiniň çaltlyk derejesi ýarym bal artýar.

Şeýle alnan bellik ululyklarynyň esasynda hakyky seýsmiki çäkler (toprak şertleriniň üýtgeşikliklerine görä) düzedişler girizildi.

5. SEÝSMIKLI GÜÝÇ ÝÜKLERI WE HASAPLAÝYŞ ÇYZGYSYNY SAÝLAMAK

5.1. Hasap geçirmegiň nazaryýetiniň ösmeginiň gysga taryhy we ösüş ugry

Ýer sarsgynynda topragyň süýşmeginiň häsiýeti bulaşyklyk ýagdaýyna geçýär. Bu bolsa hiç bir matematikanyň kanunyna gabat gelmeýär. Şoňa görä hem käbir şahsyýetler muny “ýabany”

diýip atlandyrdylar. Bu hadysa çylşyrymlylygyna, şeýle hem gysgajyk bir pursatda geçýändigine görä, (sekuntlarda) bu çylşyrymly mesele barlag işleriniň geçirilmegini we seýsmiki täsire binalaryň durnukly bolmagynyň takykklan hasabatynyň ýüze çykarylmagyny kynlaşdyrdy. Şu sebäpli hem jaýlara we binalara seýsmika täsirini hasap etmegi ähli döwletlerde ýapon alymy F. Omoriniň “statika nazaryýeti” boýunça alyp bardylar. Bu nazaryýete görä, bina gaty berk jisim hökmünde seredilýär. Şoňa görä hem binada döreýän tizlik ýaly edil onuň esasyndaky toprakda hem şol tizlik bolmaly, ýagny ýeriň üstüniň tizligine deň bolmaly. Şeýlelikde, konstruksiýanyň her bir elementinde döreýän hemişelik güýç onuň agramynyň (m) ýer üstüniň tizligine (j) köpeldilmegine deň bolýar:

$$S = jm. \quad (7)$$

Şeýle hem

$$m = Q/g,$$

bu ýerde

Q – konstruksiýa elementiniň agramy;

g – güýç agramynyň tizligi.

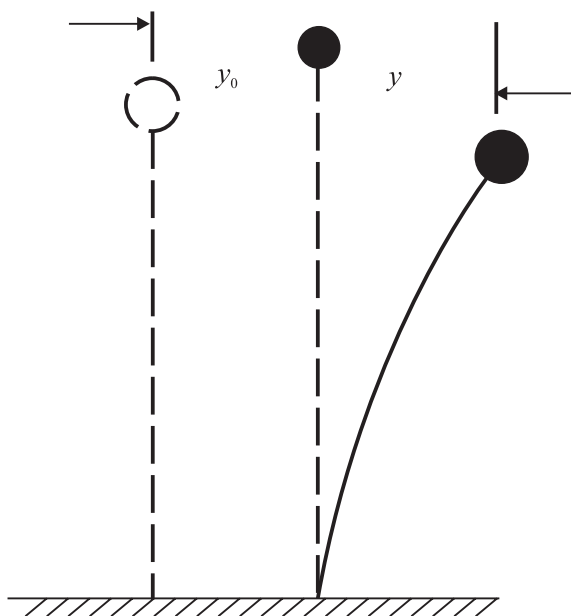
Onda “ j ” bilen “ g ” arasyndaky gatnaşygy “ K_c ” harplary bilen belleýäris. Onda ady belli bolan deňlemäni alarys:

$$S = K_c Q. \quad (8)$$

Bu aňlatmada K_c ýer sarsgynynyň çaltlyk derejesiniň güýjüni aňlatmak bilen, seýsmika koeffisiýenti diýen ady göterýär. Onuň ululyk belligi seýsmika etrabynyň balyna bagly bolup durýar. Öňki SSSR-iň kadalarynda şular ýaly ululyklar ulanyldy: 0,1; 0,05; 0,025. Öňki SSSR-iň kadalarynda 1957-nji ýyla çenli (ПСП-101-51) ýokardaky deňlemä goşmaça köpeldiji girizildi:

$$S = \alpha K_c Q. \quad (9)$$

Bu “statika nazaryýetine” girizilen düzedişler hem bolsa ýer titrände jaýlarda döreýän güýçleri, takmynan diýen ýaly hem, görkezip bilmediler. Seýsmikligiň binalara bolan täsiriniň mazmunyna düşünmek üçin süýşýän esasyň täsiri esasynda birderejeli yrgyldy ulgamynyň erkinligi meselesini çözmek gerek.



5-nji çyzgy. Bir derejeli erkinlik ulgamynyň hasaplanyş çyzgydy

Bular ýaly ulgam üçin yrgyldy deňlemesi garşylygy göz önünde tutmak bilen şeýle görnüşe gelýär:

$$m(\ddot{y}_0 + \ddot{y}) + ix\ddot{y} + ky = 0$$

ýa-da

$$m\ddot{y}_0 + ix\ddot{y} + ky = -m\ddot{y}_0, \quad (10)$$

bu ýerde

\ddot{y}_0 – esasyň süýşmegi, ol hem bolsa wagtyň funksiýasy bolup durýar, ýagny $y_0(t)$;

y – ulgamyň çökmesi;

x – öçmegiň koeffisiýenti;

k – ulgamyň gaty berklik koeffisiýenti.

(8) deňlemeden görnüşini ýaly, jaýlary seýsmikanyň täsirine dinamika hasabyny geçirmek ýer sarsgynynda topragyň süýşmek kanunynyň bilinmegini talap edýär, ýagny $y_0(t)$ ýa-da $y_0(t)$ funksiýalary bilinmegi.

Öňki SSSR-de birinji hakykyň dinamika usulynyň hasabyna geçmegi 1928-nji ýylda gruzin alymy K.S. Zawriýew girizdi. Ol onuň hasabynyň barlanyp ýerine ýetirilişi barada ylmy gollanmalaryny çapdan çykardy. Şeýlelikde, ol alymyň maglumatlaryna göre, ýer sars-

gynynda topragyň süýşmegine **öçmeýän garmoniki yrgyldy** diýlip seredilýär. Özi hem kosinusyň kanuny esasynda, ýagny başdaky pursatda topragyň esasy biraz süýşýär, tizligi bolsa nula deň bolýar. Şoňa görä hem funksiýa $y_0(t)$ şeýle baha deň bolýar:

$$\ddot{y}_0(t) = -a_0 \omega^2 \cos \omega t. \quad (11)$$

(8) deňlemäniň çözülişinde konstruksiýanyň öçüşi hasaba alynmandy, ýagny $x = 0$ -a deňdi we şeýledi:

$$Y = \frac{a_0 P^2}{P^2 - \omega^2} \left[\cos \omega t - \left(\frac{\omega}{p} \right)^2 \cos pt \right]. \quad (12)$$

$$P = \sqrt{\frac{k}{m}},$$

bu ýerde

α_0 we ω – ýer üsti yrgyldysynyň amplitudasy we ýygylgy;
 P – ulgamyň hususy yrgyldysynyň ýygylgy.

K.S. Zawriýewiň bu teklibi şol wagtda örän progressiwdi, ýöne, muňa garamazdan, garşylyga hem duşdy.

Statiki usul diňe has berk binalar üçin düýpli bellenen, beýleki ýagdaýlar üçin ol dogry netijeleri berip bilmeýär. Muňa garamazdan, özüniň ýönekeýligine görä birnäçe ýurtlaryň kadalarynda hasaplaýyş usulyýetiniň esasy hökmünde häzire çenli ulanylýar. Seýsmiki yrgyldylaryň nazaryýetine şeýle hem geçen ýer sarsgynlarynyň tejribesiniň görkezmegine görä, bina bolan seýsmiki täsiri ynandyryşly ugurdan olaryň soňrakylarynyň ýekelik dinamika aýratynlyklaryna, berkligine, massalaryň, hususy yrgyldylaryň ýygylklarynyň (periodlarynyň) bölünişlerine, öçmegiň häsiýetnamalaryna we beýlekilere baglydygyny görkezýär. Şular ýaly ähli faktorlary hasaba almak diňe dinamikanýň nazaryýetiniň çarçuwasynda mümkin, sebäbi diňe şu nazaryýetde binanyň seýsmiki yrgyldylarynyň hadysasy ýeterlikli doly ýazylyp bilner. Şular ýaly birinji synanyşygy 1920-nji ýylda ýapon alymy N. Mononobe geçirdi. Muňa binanyň esasynyň topragynyň hereketinden durnuklaşan seýsmiki yrgyldysy sinusyň kanunyna laýyk gelýän ýönekeý öçmeýän garmoniki yrgyldy ýa-da kosinus [26], öçýän ýönekeý periodiki hadysa diýlip seredildi. Seýsmiklige çydamlylyk dinamika nazaryýetiniň esasy 1927-nji ýylda K.S. Zawriýew [61] tarapyndan goýuldy. Ol seýsmiki yrgyldylaryň geçiş hadysalaryna seredilmeginiň hökmandygyny esaslandyrdy we şonuň bilen birlikde ilki

bolup seýsmiklige çydamlylyk meselesini giňden ýeterlikli derejede goýmagy oňardy. Soňra bu düşünje K.S. Zawriýewiň we A.G. Nazarowyň işlerinde [26,62] ösdürildi. Dinamika nazaryýetiniň durnuklanmagynda görkezilen işleriň ähmiýeti uly boldy. Emma ol wagtlar ýer sarsgynynyň häsiýeti baradaky maglumatlaryň çäkliligi sebäpli, olar topragyň garmonika kanuny boýunça hereketde bolýar diýlen diňe bir çyzgylaşdyrylan şekillendirilişe esaslanmaly boldular.

Dinamika nazaryýeti özüniň geljekdäki ösüşini seýsmiki täsirden alnan instrumental maglumatlaryň esasynda geçirip başlady. Şeýlelikde, XX asyryň ikinji ýarymynyň başlarynda geçirilen takyk-lamalaryň esasynda, esasyň hereketini hödürlemek [19,36] bilen, binanyň tejribe hasabatyny, ýagny esasyň hereketini bir öçüji sinusoida boýunça alnyp barylmagy makullandy, ýagny

$$X_0(t) = Ate^{-\varepsilon t} \cdot \sin \omega_0 t,$$

bu ýerde

A – amplituda;

ε – öçüşä häsiýetlendiriji koeffisiýent;

ω_0 – esasyň yrgyldysynyň ýygylgy, ol birnäçe çäklerde üýtgäp

biler ($\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$; T_0 – esasyň yrgyldysynyň peridy).

Dekrementleriň (azalma, köpelme) ululygy kabul edilýär $ET_0 \cong 0,10$; tizlenme

$$X_0(t) \cong -A\omega_0^2 \cdot e^{-\varepsilon t} \cdot \sin \omega_0 t.$$

Esasyň hereket ediş kanunynyň kabul ediliş hödürlenmesine görä bolan deňlemäniň görnüşi:

$$x_0(t) = Ate^{-\varepsilon t} \sin \omega_0 t.$$

Bu deňleme hereketiň baş başlangyç pursatyny pugta aýdyňlaşdyrýar, ýagny $t = 0$ süýşmeklik we tizlik bolmaýar.

Seýsmika çydamly binalar bölümi boýunça iň bir belli sowet hünärmenleriniň biri Ş.G. Napetwaridzäniň aýtmagyna görä (66; 67), topragyň hereketiniň öçmegini üstki (ýüzleý) tolkunlarda hasaba almasaň hem bolýar. Bu hereketi durnuklaşan garmoniki yrgyldylaryň kanunyna görä geçýär diýip hasap etse bolar.

Çuňlukdaky tolkunlarda topragyň ikinji gezek herekete girmegi üçin şular hasaba alynýar:

$$x_0(t) = A(\cos\omega_0 - 1) + A_1$$

$$X_0(t) = -A\omega_0^2 \cos\omega_0 t.$$

Üstki (ýüzleý) tolkunlarda hereket üçin şeýle deňleme getirilýär:

$$X_0(t) = B_0 \cos\omega_0 t.$$

Bu ýerde ýörite işlerde seredilýän görkezmeleri, ýagny ýer sars-gynynyň ak selerogrammalar arkaly ýazgysynyň getirilen seýsmiki tizlenmeleriniň spektral egriliklerini hasaplaýyş hökmünde kabul et-meli diýlen görkeзме berilmeýär.

Aýratyn bellemeli zatlaryň biri, ol hem bolsa haçan-da ýer tit-rände binanyň aşagyndaky esasynyň dürli nokatlary birlikde süýş-meýärler. Seýsmikanyň täsirine hasabat geçirilende bolsa, köplenç ýagdaýda, binanyň aşagyynyň esasynyň ähli nokatlary şol wagt pursa-tynda deň hereketde bolýarlar diýlip kabul edilýär. Şeýle kabul edi-lende bolsa esasdaky döreýän seýsmiki tolkunynyň uzynlygy hasabat tizligindäki binanyň düýbüniň meýilnamadaky ölçeginden has köp bolýar. Şeýle kabul ediliş mesele çözülişinde matematiki goýluşlary ýönekeýleşdirýär. Binalar üçin “gysga” tolkunlara garanynda “uzyn” tolkunlaryň has howpludygyny görkezýär.

Edebiýat çeşmelerinde getirilýän maglumatlara görä, toprakda üst seýsmiki tolkunlaryň ýaýraýyş tizliginiň ortalaşdyrylan ululyklary şeýle:

– gaýa topraklarynda (granitler, tebigy hek daşy, tebigy çäge daşy) $S = 1,9 - 6,1 \text{ km/sek}$ we ondan hem artyk;

– ýarymgaýa we ýarymownan daşlarda (mergel, ownuk daş, çagyl daş we ş.m.) $S = 1,1 - 2,6 \text{ km/sek}$;

– çägeli we toýunly (iri we ownuk, çagyly çägelere; toýunlar-da, çägeli toýunlarda, çägesow topraklarda) $S = 0,6 - 1,7 \text{ km/sek}$;

– gowşak-güýçsüz (gyrmança, üýşürilen we ş.m.) topraklarda $S = 0,25 - 0,6 \text{ km/sek}$.

Ýaýrama tizliginiň $S \text{ (km/sek)}$ we tolkun uzynlygynyň $L \text{ (km)}$ öz aralaryndaky baglanyşygy şeýle:

$$L = ST_e,$$

bu ýerde

T_e – esasyň yrgyldysynyň döeri (periody).

Şeýlelikde, mundan aňryk binalaryň seýsmika çydamlylyk naza-ryýetiniň ösmegi dinamika hasaplaýyş serişdeleriniň işlenilmeği esa-

synda alnyp barylmalý boldy, sebäbi bu usul ýer sarsgyny döwründe binanyň hakyky işleýşini anyk hasaba alýar, şeýle hem bu dinamika usuly statika-durnukly nazaryýete garanyňda has kämilleşdirilen diýlip hasap edilýär: K.S. Zawriýew, A.G. Nazarow, I.L. Korçinskiý, S.W. Medwedew, Ş.G. Napetwaridze, S.W. Polýakow, N.D. Krasnikow, O.A. Sawinow, M.T. Urazbaýew, D. Hauzner, M. Bio, K. Kanau, B. Ilýasow, T. Raşydow, G. Hozmetow, B.F. Şepelew, A.P. Sinisyn, W.A. Alişew, O.Ý. Şehter dagylar hem bu ugurdan uly işleri bitiren alymlardyr.

Häzirki wagtda ýükleri dinamika usullary bilen kesgitlemegi şu aşakdaky ýurtlar özleriniň seýsmiklige çydamly gurluşyga hyzmat edýän kadatiw resminamalarynda kabul etdiler, olar: öňki SSSR, Hytaý, ABŞ, Kanada, Çili, Wenesuela, Rumyniýa we başgalar. Seýsmiki ýükler normalara baglylykda kesgitlenenden soňra jaýlaryň we binalaryň berkliginiň we durnuklylygynyň dinamika usuly bilen hasaplanyşynda statikanyň täsirinden bellenen ýüklere alnyp barylýar.

5.2. Hasaplaýyş çyzygysyny saýlamak. Umumy maglumatlar

Her bir bina biri-biri bilen baglanyşykly birnäçe konstruksiýalardan durýar. Olaryň işleýişleri hem biri-birine bagly.

Ähli faktorlary hasaba alyp, şeýle jaýyň işleýişinde hasabatý geçirmek has çylşyrymly we tejribe ugurdan ýerine ýetirmek bolsa mümkin däl.

Binanyň hasabatyny geçirmezden öň, eger-de mümkinçilik bolsa, ony birnäçe aýratyn konstruksiýalara şertli ýagdaýda bölýärler, şeýle hem olaryň işleýişlerine aýry-aýrylykda seredýärler. Şeýle aýratyn alnan konstruksiýa hasaplaýyş çyzygysy düzülýär, ýagny bu ulgama matematika aňlatmasy arkaly onuň deformasiýasynyň ýa-da güýç täsiriniň şertini ýazmagyň mümkinçiligi berilýän bolsa, onda ol ulgam kabul edilip bilner. Haçan-da durnukly meselelere we yrgyldy hadysalaryna seredilende bular seýsmiki ýükleriň täsiri astynda şeýle hereket edýärler. Bu ýagdaýlara ýetmek üçin hakyky konstruksiýa has ýönekeýleşdirilýär.

Ýer gabygynyň (korasynyň) üstüniň hereketi, haçan-da ýer titrän-de giňişlik traýektoriyasynda öçýän çylşyrymly ýagdaýyň beýiklikde geçişi ýaly, ýasylyk meýdanynda hem geçip bilýär. Seýsmiki güýjüň iki ýagdaýdaky täsiriniň hereketine jaýlar düşýärler. Sebäbi jaýlar top-ragyň üstünde durlar. Mundan başga-da olar ähli tarapa gönükdirilen güýçleriň täsirine hem düşýärler.

Ýokarlygyna we ýasylygyna gönükdirijileriň täsiri barada hem şulary aýtmak mümkin.

Ýokarlygyna seýsmika güýji (SG) täsir edende statika güýçlerine inersiýanyň güýçleri goşulyp jaýlaryň ýük göterijilik konstruksiýa-larynyň ukyplylygyna birazrak naprýaženiýäni köpeldýär, emma bölüniş häsiýetnamalary boýunça peýdalanylyş döwründäki ýükleriň täsirinden az tapawutlanýar. Köplenç ýagdaýlarda, jaýlaryň durnuk-lylygy üçin bu goşmaça ýük howply bolmaýar. Emma ýasy inersion güýçleriň täsiri bolsa, gaty jaýlaryň konstruksiýalarynda howply nap-rýaženiýe döredýär.

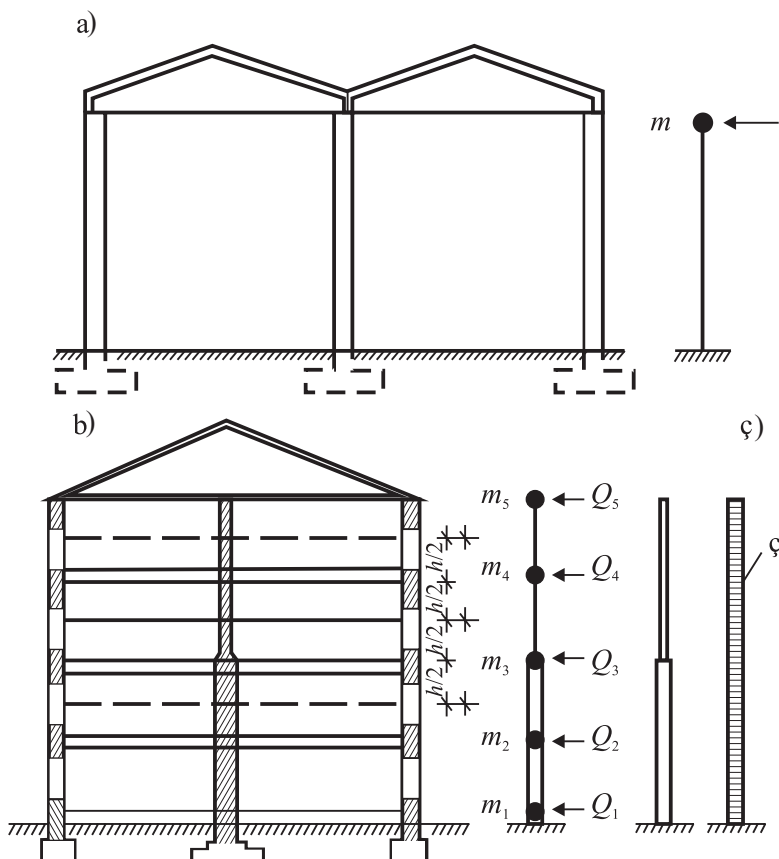
Şol sebäpli hem binalaryň hasabaty geçirilende, esasy kyň bolup durýan mesele ýasylygyna bolan seýsmiki güýçleri kesgitlemekden we konstruksiýalaryň olaryň hereketine bolan ýük göterijiligini bar-lamakdan durýar.

Yrgyldy nazaryýetinden belli bolşy ýaly, amplitudanyň ululyk belligi we onuň bilen bagly bolan inersion güýçler seredilýän ulga-myň berkligine baglydyr diýlip garalýar.

Jaýyň konstruksiýasyna seretmek bilen her ýapgyynyň derejesinde jaýyň ähli beýikligine ýük göteriji elementlerini görmek bolýar. Olar özara berk baglanyşyklydyr. Şeýlelikde, şular ýaly derejede ähli ele-mentleriň ýasylygyna süýşmeklerine birmeňzeş diýip seredip bolýar we olaryň matematiki häsiýetnamalary üçin bolsa bütinleý ähli jaýyň umumy gapdal berkligini peýdalanyp bolýar. Şeýlelikde, jaýyň hasap-laýyş çyzygysy hökmünde bir konsol sterženi kabul edilýär. Ol bolsa jaýyň bütin beýikligi boýunça bir ýerde dürli derejede durýan ýükleri öz içine alýar. Onuň hem berkligi jaýyň ähli elementleriniň gapdal berkligine deň bolýar. Bu sterženiň berkligi onuň beýikligi boýunça dürli belliklerde bolýar, şeýle hem massalaryň ululyklary dürli di-warlaryň basyrgylarynyň agramlarynyň gatnaşyklaryna baglylykda,

köplenç, jaýlar şular ýaly çyzgyda görkezilip, massalary m_1, m_2, \dots bir gatyň massalarynyň goşulmak jemine deň, ýagny $\frac{1}{2}$ gatyň beýikliginde şeýle jemi çykarmak mümkin.

Gatyň çäklerinde sterženň berkligi ýasy birlik güýjüniň täsirinden bir gatyň ters gapdal süýşmek ululyk belliginiň beýleki gatyňka garanyňda, ýagny $1/\delta s$ ($\delta s - P = 1$ güýjüň täsirinden dörän deforma-siýa).



6-njy çyzgy. Jaýlaryň hasaplaýyş çyzgydy

6-njy (a) çyzgyt bir derejeli erkinlik çyzgydy bolup, onuň deňlemesi şeýle:

$$m(y_0 + \ddot{y}_0) + (K + ix)y = 0.$$

Gatlary “ n ” bolan köpgatly jaýlar üçin yrgyldynyň deňlemesi:

ýa-da

$$\ddot{y} + (P^2 + i \frac{x}{m} y) = -\ddot{y}_0(t) \quad (15)$$

deňlemäni alarys.

Bu ýerde

$$P^2 = \frac{k}{m}.$$

Şular ýaly deňlemäniň çözülişini şeýle görkezip bolar:

$$y = C_k \sin(P_k t + \varphi_k) - \frac{1}{P_k} \int_0^t y_0(u) \cdot \sin P_k(t-u) du, \quad (16)$$

bu ýerde

$$P_k = \sqrt{P^2 + i \frac{x}{m}};$$

“ u ”–“ t ”-niň ululygy, integralyň çäklerindäki üýtgame. Bellemek gerek, ýagny x/m ululygy, “ P ” agzanyň ululygyna garanyňda, ähli hakyky konstruksiýalar üçin has az, şonuň üçin hem:

$$\begin{aligned} P_k &= \sqrt{P^2 + i \frac{x}{m}} \approx \sqrt{P^2 + i \frac{x}{m} - (\frac{x}{2mp})^2} = \\ &= \sqrt{(P + i \frac{x}{2mp})^2} = P + i \frac{ix}{2\sqrt{mp}} \end{aligned} \quad (17)$$

aňlatmany ε -niň üsti bilen belläp,

$$P_k \approx P + i\varepsilon \quad (18)$$

görnüşinde aňladýarys.

“ y ” hakyky ululygyny aýan däl aňlatmanyň $\ddot{y}_0(t)$ ýerine almak üçin onuň ululygyny goýmaly, ol hem bolsa esasyň yrgyldy kanunyna jogap beriji bolmaly, ýagny

$$\ddot{y}_0(t) \approx -a_0 \omega^2 e^{-\varepsilon_0 t} \sin \omega t. \quad (19)$$

(14) aňlatma zygydiderli işlenip, onuň içine (16) aňlatma goýlup çözüliş tapgyrlary [27] işde getirilýär. Ýöne biz bu ýerde diňe gutarnykly çözümini getirýäris:

$$y = \frac{a_0 \omega^2}{B p^2} \left[e^{-\varepsilon_0 t} \sin(\omega t + a) - C e^{\frac{-\Psi p^t}{4\pi t}} \cdot \sin(Pt + \varphi) \right] \quad (20)$$

Ψ – konstruksiyada togamaklyga bolan kuwwatyň otrisatel ýitgisi.

Ol hem

$$\Psi = \frac{4\pi E}{P} \text{ deňdir.}$$

Şu ululygy bellemek bilen:

$$\frac{1}{\beta} \left[e^{-\varepsilon_0 t} \cdot \sin(\omega t + a) - C e \cdot \frac{\Psi}{4\pi} t \cdot \sin(Pt + \varphi) \right].$$

βt üsti bilen

$$y = \frac{a_0 \omega^2}{P^2} \cdot \beta_t \quad (21)$$

ýazýarys.

Fiziki ugurdan amatly düşünişe eltmek üçin (21) aňlatmany öwrülişlere eltýäris. Şeýle maksat bilen $a_0 \omega^2 / P^2$ aňlatmanyň sanawjysyny we maýdalawjysyny g (güýç agyrlygynyň tizlenmesi) ululygyna köpeldýäris. P^2 -ni bolsa k/m -e çalyşýarys ýa-da k/m -iň özünü goýýarys, ýagny Ýer üstüniň tizlenmesiniň $a_0 \omega^2$ agyrlýk güýç tizlenmesiniň g bolan gatnaşygy ýer sarsgynynyň balyny aňladýar. K_c -ni şeýle ýazýarys:

$$\frac{a_0 \omega^2}{P^2} = \frac{a_0 \omega^2 g m}{k g} = k_c \frac{m g}{k} = K_c \frac{Q}{K}.$$

Şeýlelikde, (21) deňleme şeýle görnüşi alýar:

$$y = K_c \frac{Q}{K} \beta_t. \quad (22)$$

$K_c \frac{Q}{K}$ gorizontal güýjüň statika täsirinden ulgamyň alýan deformasiýasy hökmünde seredilýär.

Onda $K_c = \frac{Q}{K} - \delta_{ct}$ üstünden belläp, (18) aňlatmany şu görnüşde getirip bolýar.

$$y = \delta_{ct} \beta_t. \quad (23)$$

Bu ýerde diňe maýyşgak yrgyldylara seredildi. Onda bu ulgamda (birderejeli erkin ulgam) döreyän güýçler hem onuň deformasiýalaryna proporsionaldyr diýip tassyklap bolar. Onda bu güýçlere ulgamyň reaksiýasynyň daşarky täsirinden diýip seretmek bilen, reaksiýa “y” deformasiýanyň “k” gatylyga köpeldilmegine deňdir diýip ýazyp bolar.

$$S = K_y = K_c Q \beta_t. \quad (24)$$

Onda ulgamyň reaksiýasy yrgyldylaryň esasynda döreýän inersiyaly güýçler bilen deňleşdirilýär, özi hem statikanyň täsirine bolan $K_c Q$ gorizonta gýýjüň β_t koeffisiýente köpeldilmegine deň.

Süýşýän esasyň täsirinden birderejeli erkin ulgamyň yrgyldysyny anyklamak bilen fiziki ugurdan ýönekeý gutarnykly netijä gelinýär. Bu ulgamyň üýtgemesi we onda döreýän güýç iki ululygyň köpeldilmegine deň: statiki güýç $K_c Q$ ýa-da onuň döredýän deformasiýasy dinamika koeffisiýentine (β_t) köpeldilmegine deňdir:

Şeýlelikde, dinamika usuly bilen ulgamy hasaplamak üçin, hökman β_t koeffisiýenti bolmaly.

5.4. Köpderejeli erkinlik ulgamy

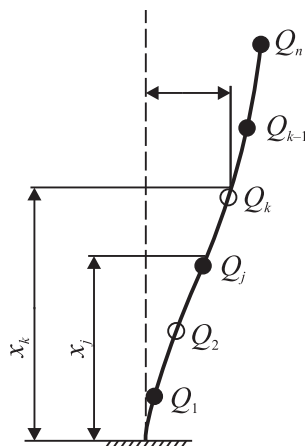
Köpderejeli erkinlik ulgamlarynyň yrgyldylary baradaky has kyn mesele çylşyrymly çözügi bolup durýar.

Köpderejeli erkinlik ulgamynyň çylşyrymlylygy başdaky deňlemeleri düzmekden ýa-da olaryň prinsipial çözüliş mümkinçiliginden durman, ýöne birlikde differensial deňleme hereketindäki görnüşli (13) deňlemäniň çözülişi ýaly goýberilip bilinjek bolsa, onda onuň ýalyny tejribe ýagdaýynda ulanyp boljagyna mümkinçilik döredilýär.

$$\begin{aligned} m_1(\ddot{y}_0 + \ddot{y}_1) + (K_{11} + iX_{11})\ddot{y}_1 + \dots + (K_m + iX_m)y_n &= 0 \\ m_2(\ddot{y}_0 + \ddot{y}_2) + (K_{21} + iX_{21})\ddot{y}_1 + \dots + (K_{2n} + iX_{2n})y_n &= 0 \\ m_3(\ddot{y}_0 + \ddot{y}_3) + (K_{31} + iX_{31})\ddot{y}_1 + \dots + (K_{3n} + iX_{3n})y_n &= 0 \\ \dots & \\ m_n(\ddot{y}_0 + \ddot{y}_n) + (K_m + iX_m)\ddot{y}_n + \dots + (K_m + iX_m)y_n &= 0 \end{aligned} \quad (25)$$

Başga sözler bilen aýdylanda, n derejeli erkinlik ulgamynyň dürli nokadynda döreýän “ y ” egremeler we S seýsmiki güýçler üçin şu deňlemeleriň çözgütlerini ýönekeý gutarnykly aňlatma bermeli (7-nji çyzgy) Özlerinde y_0 saklaýan ähli agzalary deňlemäniň sag tarapyna geçirsek, onda deňleme şeýle görnüşi alar:

$$\begin{aligned}
m_1 \ddot{y}_1 + (K_{11} + iX_{11})\ddot{y}_1 + \dots + (K_n + iX_n)\ddot{y}_n &= -m_1 \ddot{y}_0 \\
m_2 \ddot{y}_2 + (K_{21} + iX_{21})\ddot{y}_1 + \dots + (K_{2n} + iX_{2n})\ddot{y}_n &= -m_2 \ddot{y}_0 \\
m_3 \ddot{y}_3 + (K_{31} + iX_{31})\ddot{y}_1 + \dots + (K_{3n} + iX_{3n})\ddot{y}_n &= -m_3 \ddot{y}_0 \\
m_n \ddot{y}_n + (K_{n1} + iX_{n1})\ddot{y}_1 + \dots + (K_{nn} + iX_{nn})\ddot{y}_n &= -m_n \ddot{y}_0
\end{aligned} \tag{26}$$



7-nji çyzgy. n san derejeli erkinlik ulgamynyň hasaplanýş çyzgydy

Bu deňleme birnäçe nokatlarda ýerleşen massalardaky täsir edýän hatarly güýçlerden $m_j \ddot{y}_0$ “ n ” derejeli erkin maýyşgak ulgamyda döreýän mejburi yrgyldyny aňladýar. Şeýle deňlemeler ulgamyny çözmek üçin täsir ediji güýçleriň garaşsyzlyk prinsipini ulanyp bolýar we ähli güýçleriň täsirinden döreýän üýtgemäni tapyp bolýar, ýagny her haýsyndan özbaşdaklykda döreýän üýtgemeleriň algebraiki jemi hökmünde kabul edilýär.

Ulgamyň “ K ” nokatdaky üýtgemesini şeýle görkezip bolýar, ýagny başga bir nokatda “ j ” goýlan güýjüň täsiri astynda erkin sanly “ n ” derejeli erkinlikde döreýär. Ýöne bir şertde, ýagny ulgamyň yrgyldylary esasy ugurlar boýunça garaşsyz yrgyldylara goýulmaly. Olar şeýle görmüşde görkezilip bilinýär:

$$y_{kj} = \sum_1^k k_i \left[C_i \sin(P_i t + \varphi_i) + \frac{-1}{a_{ij} P_i} \int_0^t \ddot{y}_0(u) \sin P_i(t-u) du \right]. \tag{27}$$

Bu ýerde

a_{ij} – her bir esasy baş yrgyldynyň “ ai ” görnüşine we güýjüň $m_{j\phi}(a_j)$ goýulma ýerine bagly;

K_i -i baş ugur boýunça K nokadyň ulgamdaky nokatlarynyň süýşmek ululyklaryny häsiýetlendiriji käbir koeffisiýent;

P_i – ulgamyň hususy yrgyldysynyň i -y baş ugry boýunça ýygylygy;

C_i we φ_i – degişli baş ugurlaryň ululygy üçin hemişelik erkinligiň ululygy.

“ K ” nokadyň doly üýtgemegini tapmak üçin hökman Y_{kj} -niň ähli ululyklaryny goşuşdyrmaly. Onda şeýle bolar:

$$y_k = \sum_1^n y_{ki} = \sum_1^n \sum_1^n k_i \left[C_i \sin(P_i t + \Psi_i) + \frac{-1}{a_{ij} P_i} \int_0^1 y_0 \sin_{pi}(t-u) du \right] \quad (28)$$

Ozalky ýokarda getirilen serişdeleriň esasynda, ýagny bir derejeli erkinlik ulgam esasyndan görnüşi ýaly, y_{kj} -niň her bir agzasynyň ululygyny görkezip bolar:

$$y_{kj} = \delta_{ikj} \beta_{it},$$

bu ýerde

$$\delta_{ikj} = \frac{a_0 \omega^2 m}{K_{ikj}}.$$

i -niň ugry boýunça j nokatda goýlan täsir ediji güýçden ulgamyň statika deformasiýasy.

$$y_k = \sum_1^n \beta_{it} \sum_1^n \delta_{ikj}. \quad (29)$$

y_k üçin alnan bu görnüş has köp derejeli erkinlik ulgamynda, has hem böleklenen massada tejribe ugurdan peýdalanylyşa gereksiz bolýar. Şeýlelikde, birnäçe öwürüleni geçireliň. Şu maksat bilen j nokatda goýlan P_j güýjüň täsiri esasynda i -niň baş ugry boýunça erkinlik ulgamyň deformasiýasyndaky işine seredeliň.

Her bir baş ugurda ulgamyň deformasiýasynyň formasy güýjüň goýulma ýerine bagly däl. Goý, şu güýjüň täsirinden (δ -nji çyzygy) “ j ” – $X_1(x_j)$ nokada we “ K ” – $X_2(x_2)$ nokada görkezilişi ýaly, ulgam üýtgeме alýar. Onda deformirlenen ulgamyň potensial kuwwaty şeýle görnüşe eýe bolar:

$$V_i = \frac{X_i(x_j) P_j}{2}. \quad (30)$$

Deformirlenen ulgamda seredilýän i -m ugry boýunça j nokady üçin ýokardaky görnüşden ulgamyň gatylyk koeffisiýentini kesgitlemek mümkin. Belli bolşy ýaly, bu koeffisiýentiň ululygy şu görnüşe eýe bolar:

$$K_{ij} = \frac{P_j}{X_i(x_j)}.$$

Onda

$$K_{ij} = \frac{2V_i}{X_1^2(x_j)}.$$

Şeýlelikde, “ j ” nokatda “ i ” ugry boýunça goýlan güýçden $a_0 \omega^2 m$ sol nokatda döreýän statika deformasiýa:

$$\delta_{ij} = \frac{a_0 \omega^2 m}{K_{ij}} = \frac{a_0 \omega^2 m_j X_i^2(x_j)}{2V_i} \text{ bolar} \quad (32)$$

“ j ” nokatda täsir edýän güýçden K nokady üçin deformasiýa.

$$\frac{\delta_{ikj}}{\delta_{ij}} = \frac{X_i(x_k)}{X_i(x_j)} \quad (33)$$

$$\delta_{ikj} = \delta_{ij} \frac{X_i(x_k)}{X_i(x_j)} = \quad (34)$$

$$= \frac{a_0 \omega^2 m_j X_i(x_j) \cdot X_i(x_k)}{2V_i} \text{ bolar.}$$

δ_{ikj} -niň ähli ululyklaryny goşuşdyryp,

$$\sum_1^n \delta_{ikj} = \frac{a_0 \omega^2 X_i(x_k)}{2V_i} \sum_1^n m_j X_i(x_j) \quad (35)$$

tapýarys.

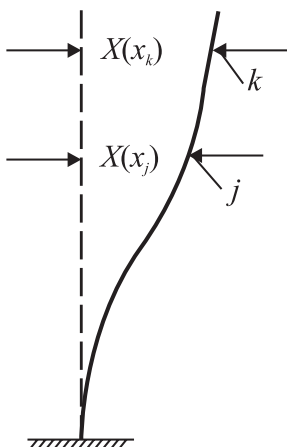
Şeýlelikde, yk üçin ýokarky aňlatma şeýle görnüşi alar:

$$y_k = \sum_1^n \frac{a_0 \omega^2 X_{i(X_k)} \beta_{ij}}{2V_i} \sum_1^n m_j X_i(x_j). \quad (36)$$

Eger-de ulgamda bölüşdirilen massa bar bolsa, ýagny eger-de ulgama tükeniksiz san derejeli erkin boýunça seredilse, onda

$$\sum_1^n m_j X_i(x_j) \text{ çalşyrylma } \int_0^1 m X_i(x) dx \text{ -e deň bolar.}$$

Tapylan aňlatma tejribelikde ulanmaga amatly, sebäbi hasaplaýyş tehnikasy hasaplaşygyň dürli usullaryny goýberip bilýär we şol bir wagtda hem alnan netijelere çäkli baha berip bilýär.



8-nji çyzgy. i ugry boýunça yrgyldynyň şekili

Hakykatdan hem integral iki sany epýuranyň köpeldiş ordinaty, ýagny degişli yrgyldynyň formasynyň bölüşdiriji massasy we egremi bolup durýar. Şeýlelikde, tejribe ýüzünde bu ululygy takmynan tapmagy mydama amala aşyryp bolýar, şeýle hem V ululygy, eger-de anyklanyş hasabaty gerek bolmasa, takmynan tapyp bolýar, gerek ýagdaýynda bolsa ululygy has dogry hasaplap bolýar.

6. SEÝSMIKI HASABAT ÝÜKLERINI KESGITLEMEK

6.1. Kesgitlenýän seýsmiki ýükleriň ýörelgelere bölünişleri we olaryň kesgitlenişleri

Kesgitlenýän seýsmiki ýükleriň ýörelgelere bölünişi

1. “СНУП II-7-81 (95) строительство в сейсмических районах ГОСТРОЙ СССР, М.: Стройиздат, 1982 (1985) diýilýän kadatiw resminamasynyň hasaplaýyş esasyna spektral egrilik alyndy, onuň ordinatlary bolsa hasaplaýyş seýsmika ýükleri kesgitlenende ulanylýar.

Seýsmika ýükleriniň kesgitlenilişi

A – şertli statiki (durgun) ýükler dinamikanıň spektral kofisiýentiniň üsti bilen hasaplanylýar.

Bu usul bilen seýsmika etraplarynda guruljak jaýlar taslamalaşdyrylanda hasaplanylýar;

$B(B)$ – gurluşyk etrabynyň seýsmika düzgüniniň häsiýetnamasyny hasaba almak bilen hasaplaýyş seýsmika täsiri kesgitlenýär, şeýle hem has kesgitlenen seýsmika mikroetraplaşdyrylan bellikleri ulanylýar.

Bu usul has jogapkärli jaýlar üçin hödürlenilýär.

Belli usullar boýunça hasabat geçirilişi

“A” usuly. Jaýyň uzynlyk ýa-da keselik ugruna bolan haýsy hem bolsa bir nokadynda K_{sik} goýlan hasaplaýyş seýsmika ýüküne, özi hem jaýyň ýa-da binanyň hususy yrgyldysynyň i -ýa tonuna degişli bolsa, onda ony şu deňleme boýunça kesgitleýärler:

$$S_{ik} = K_1 K_2 S_{oik}, \quad (37)$$

bu ýerde

K_1 – jaýlaryň we binalaryň alyp biljek şikeslerini hasaba alýan koeffisiýent (*3-nji tablisadan*);

K_2 – jaýlaryň we binalaryň konstruktiv çözülişini hasaba alýan koeffisiýent (tablisadan kabul edilýär);

S_{oik} – jaýlaryň we binalaryň hususy yrgyldylarynyň i tonuna degişli seýsmika ýükniň bahasy, özi hem konstruksiýalaryň maýyşgaklyk üýtgemesini alyp bilýär diýilýän goýbermä görä kesgitlenýär:

$$S_{oik} = Q_k A \beta_i K \Psi \dot{\eta}_{ik}, \quad (38)$$

bu ýerde

Q_k – konstruksiýalara düşýän hasaplaýyş ýükleri hasaba almak bilen, jaýlaryň we binalaryň K nokadyna eltilen agramy;

A – agyrlık güýjüniň tizlenmesiniň g böleginde topragyň tizlik amplitudasynyň bahasyny hasaba alýan koeffisient 0,1; 0,2 we 0,4 diýlip, seýsmika hasaplanyşy üçin deňşlilikde 7,8 we 9 ballar üçin kabul edilýär;

β_i – jaýlaryň we binalaryň hususy yrgyldylarynyň i tonuna degişli dinamika koeffisiýenti;

K_y – konstruksiýalaryň dissipatiw häsiýetini hasaba alýan koeffisient (tablisadan kabul edilýär – 1,0-1,5);

$\dot{\eta}_{ik}$ – ýükleriň ýerleşiş ýerlerine we jaýlaryň ýa-da binalaryň hususy yrgyldylarynyň i ugry boýunça deformasiýalarynyň formasyna bagly koeffisiýent.

6.2. Dinamika koeffisiýenti

Dinamika koeffisiýenti β_i aşakdaky deňlemeler ýa-da çyzgy grafi-gi boýunça topraklaryň derejeleriniň seýsmiki häsiýetlerine laýyklyk-da we jaýlaryň ýa-da binalaryň hususy yrgyldylarynyň periodlarynyň i tonuna baglylykda kesgitlenilýär:

I derejeli topraklar üçin

$$\frac{\beta_i=1}{T_i}, \text{ ýöne 3-den köp bolmaly däl;}$$

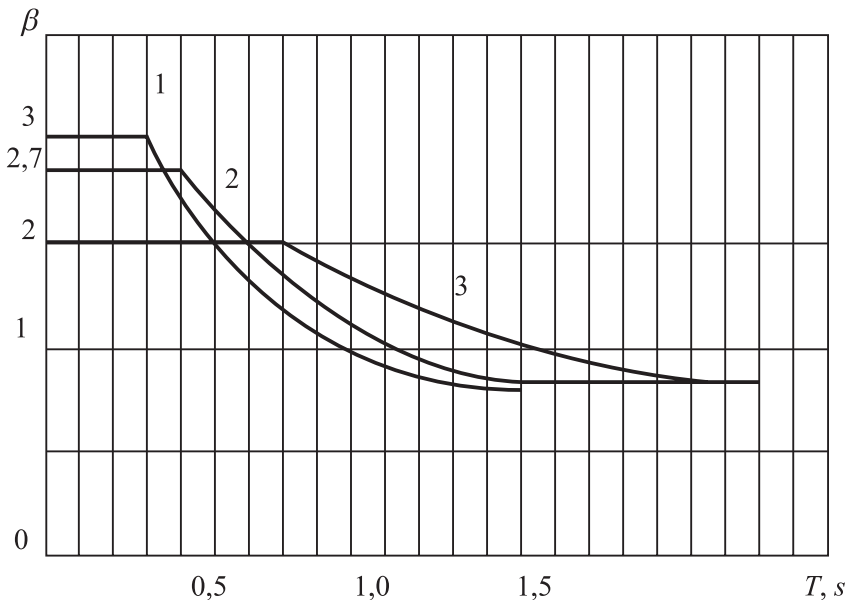
II derejeli topraklar üçin:

$$\frac{\beta_i=1,1}{T_i}, \text{ ýöne 2,7-den köp bolmaly däl;}$$

III derejeli topraklar üçin:

$$\frac{\beta_i=1,5}{T_i}, \text{ ýöne 2-den köp bolmaly däl.}$$

Ähli ýagdaýlarda β_i ululyk belligi 0,8-den az alynmaly däl.



9-njy çyzgy. $\beta(T)$ çyzgy grafikleri.

1 – I derejeli topraklar; 2 – II derejeli topraklar; 3 – III derejeli topraklar

Dinamika koeffitsientiniň β_i topraklaryň görnüşini boýunça differensirlenmegi käbir ýagdaýlara görä takyk däl, sebäbi käbir boljak ýagdaýlar hasaba alynmaýar, şeýle hem magnituda, epimerkez aralyk, ojagyň çuňlugy we beýleki seýsmometr parametrleri bilen baglanyşykly däl.

6.3. Yrgyldy görnüşiniň hasabaty

Yrgyldy görnüşiniň (formasynyň) hasaplaýyş koeffitsientiniň ululyk belligi şeýle deňleme bilen kesgitlenýär:

$$\eta_{ik} = \frac{X_{i(xk)} \sum_{j=1}^n Q_j X_i(x_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j X_i^2(x_j)} . \quad (39)$$

Bu ýerde $X_i(xk)$ we $X_i(x_j)$ – jaýyň γ -da binanyň eredilýän K nokatdaky i tony boýunça hususy yrgyldy, şeýle hem ähli j nokatlar-da süýşmegi. Hasaplaýyş çyzygydyna görä, jaýyň agramy bir ýerde ýygynanan diýlip kabul edilýär.

$Q_j - Q_k$ görä hasaplanylýy ýaly, j nokatda seredilýän jaýyň γ -da binanyň agramy.

Yokarda seýsmiki ýükleriň kesgitlenilişi “deňleme ýagdaýy (haly)” taýklanyp seredilende esaslandyrylan we jaýlaryň seýsmikä durmuklylygyna täsir edýän dürli ýagdaýlary göz önünde tutmaga mümkinçilik berýär.

(37) we (38) deňlemeler öz içlerine birnäçe koeffitsientleri girizýärler. Olaryň her biri belli bir fiziki manyny aňladýar (4, 5, 6-nji tablisalarda).

4-nji tablisa

Gurluşyk meýdançasynyň seýsmikligi

Seýsmiki häsiýetleri boýunça topraklaryň derejeleri	etrabyň seýsmikligi (bal)		
	7	8	9
I	6	7	8
II	7	8	9
III	8	9	9

Bellikler:

1. Eger-de gurluşyk meýdançasynyň topragynyň düzümi dürli hili bolsa, onda ol seýsmiki häsiýetlerinde amatly däl şertleri boýunça alynýar.

Eger-de şu derejede 10 metr çuňlukda (düzleşiş ululygyndan hasaplanyp) umumy galyňlygyň jemi 5 metrden köp bolsa.

2. 6 bally etraplarda has jogapkärli jaýlar we binalar III derejeli topragy bolan gurluşyk meýdanlarynda gurulýan bolsa, onda ol meýdança 7 bala deň diýlip kabul edilýär.

3. Gurluşyk meýdançasynyň ahli çägi boýunça 10 metr gatlaklygyň ýokarky böleginde III derejeli toprak II derejeli toprak bilen düşelýän bolsa, onda ol III derejeden II derejeli topraga bölekleyin ýa-da doly seýsmiki häsiýetleri boýunça II derejä geçirilýär.

5-nji tablisa

Goýberiliş bozulmasynda koeffisiýentiň ululygy

T/b	Ýer sarsgynynda jaýlarda we desgalarda goýberiliş bozulmasy	K_1
1	Binalarda galyndy deformasiýalarynyň we ýerli (lokalnyýe-belli bir ýerde) bozulmalaryň (çöküş, jaýryk we ş.m) ýüze çykmasyna ýol berilmezligi	1,00
2	Eger-de adaty peýdalanylyşyny, şeýle hem enjamlaryň bitewiligini kynlaşdyrýan bolsa, jaýlar we binalar konstruksiýasynyň galyndy deformasiýalaryna, jaýryklara, bozulmalara sezewar bolýar	0,25
3	Eger-de adaty peýdalanylyş wagtlaýynça durzulan bolsa jaýlaryň we binalaryň konstruksiýalarynda galyndy deformasiýalarynyň, jaýryklaryň, bozulmalaryň goýberilmegi bolup biler	0,12

6-njy tablisa

Konstruktiv çözümleriň koeffisiýentiniň ululygy

T/b	Konstruktiv çözümler	K_2
1	Diwarlary toparlaýyş N konstruksiýaly, gatlary 5-den köp, karkas, iriblokly jaýlar	1+0,1 (n-s)
2	Iripanelli ýa-da guýma demir betonly, gat sany 5-e çenli bolan jaýlar	0,9
	Gat sany 5-den köp bolsa	0,9+0,075 (n-s)
3	Aşaky gatlary bir ýa-da birnäçe karkasly, ýokarsy ýükgöteriji diwarlardan ýa-da karkasly doldurylan diafragma	1,5
4	Jaýlaryň diwarlary ýükgöteriji kerpiçden ýa-da örümle-riň ergin goşundysy elde (baglaşdyrylan ýokarlandyryjy) taýýarlanan	1,3

5	Birgatyly senagat jaýlarynyň, gerimleri 18-den köp bolmasa, fermalaryň – balkalaryň aşagyna çenli $h = 8$ m-den köp bolmasa	0,8
6	III derejeli toprakda sütün gazyklarynda galdyrylýan oba hojalyk jaýlary	0,5
7	1-6-njy bölümçelerde görkezilmedik jaýlar we binalar	1,0

7-nji tablisa

Jaýlaryň jogapkärililigine baglylykda seýsmikligiň hasaplanýşy
“(CH u II) II-7-81”

T/b	Jaýlar we binalar	Gurluşyk seýsmika meýdançasýnda seýsmikligiň hasaplanýşy (balda)		
		7	8	9
1	2-6-njy bölümçelerde görkezilmedik ýaşaýşa, jemgyýetçilige we önümçilige niýetlenilen jaýlar we binalar	7	8	9
2	Has jogapkärli jaýlar we binalar	8	9	9
3	Jaýlaryň we binalaryň bozulmalarynyň has agyr ýagdaýlara salmaklary (uly we orta wokzallar, üsti ýapyk stadion we başgalar)	7	8	9
4	Ýer sarsgynynyň ýetiren şikestleriniň düzedilýän döwründe birnäçe jaýlary we binalary (elektrik energiýa we suw üpçünçiliginiň ulgamlary, ýangyn deposy, ýangyn söndüriş ulgamlary, käbir aragatnaşyk binalary we ş.m.) hökman funksinirlemeli	7	8	9
5	Uly şikes almadyk ýokary ýerüsti suwlaryny saklaýyş desgalary we adamlaryň ölümi bilen baglanyşykly bolmadyk enjamlar	7	8	9
6	Bozulan jaýlaryň we binalaryň üznüksiz işlemeklerine bagly bolmadyk (ambarlar, kran ýa-da bejergi estakadalar, uly bolmadyk ussahanalar we ş.m.) seýsmika täsir hasaba alynmaýar	7	8	9

Dissipatiw koeffisiýentiň ululygy

T/b	Konstruksiýalaryň häsiýetnamalary	K_y
1	Belent binalar, meýilnamada uly bolmadyk ölçegler (diň, marta tüsse turbalary, özbaşdak liftleriň şahtalary, merdiwan we ş.m)	1,5
2	Demirbeton oturtmalary bolan karkas jaýlar, olaryň deformatiw oturtma diwar panelleriniň beýikliginiň (hd) keselik (b) ölçegine bolan gatnaşyk hasaplanýar. Seýsmiki güýjüň täsir edýän ugry boýunça deň täsir etmeýär ýa-da 25-den artyk	1,5
	15-denem az	1
3	Eger-de hasaplaýyş seýsmiki ýüküň ugruna oturtmany erkin uzynlygynyň (ho) oturtmanyň kesiminiň inersiýa radiusyna (r) bolan gatnaşygynda diwar doldurylmasy karkasynyň deformatiwligine täsir etmese, polat oturtmalary bolan karkas jaýlarda, deň ýa-da 80-den uly	1,5
	Deň ýada 40-dan az	1,0
4	1-3-nji bölümçelerde görkezilmedik jaýlaryň we binalaryň gatlarynyň beýiklikleri dürli hili bolanda $Kop = \frac{hd}{b}$; ýa-da $\frac{ho}{r}$ orta ululyk	1,0

Suw üpjünçilik ulgamlarynyň jaýlar we binalar üçin koeffisiýentleriniň $B_n k$ we $K_1 K_2 K_y$ köpeldilen ululyklary

Topraga garanynda jaýlaryň we binalaryň ýerleşişleri	$B_n k$			$K_1 K_2 K_y$		
	Seýsmiki häsiýetnamalar boýunça topragyň derejesi			Jaýlaryň we binalaryň jogapkärililiginiň klasy		
	I	II	III	1	2	3
Ýerüsti jaýlar we binalar	3,0	2,7	2,0	0,30	0,25	0,20
Ýerasty binalar	2,0	1,8	1,5	0,25	0,20	0,15

Bellikler

1-nji klas jogapkäriligi – ýaşaýyş ýerlerinde ýaşaýjylaryň sany 50 müňden köp bolsa suw turba desgalarynyň we suwýygnaýjy desgalaryň hojalyk işine gerekligini (водозабор) suw goýberip bermekleri 30%-e çenli hasaplaýyş çykdajysyny peseldip bilýär, ýöne bu 3 gije-gündizden, şeýle hem suw arakesmesiniň möhleti 10 minutdan aňry geçmeli däl;

2-nji klas jogapkäriligi – jaýlar we binalar üçin 3-nji, 4-nji tablisalaryň 1-nji bölümçesinde görkezilen;

3-nji klas jogapkärliligi – jaýlar we binalar üçin 3-nji, 4-nji tablisalaryň ikinji bölümçesinde görkezilen.

1.2 Toprak çuňladylyp binalar hem edil ýerasty binalar ýaly hasaplanýar. Eger-de çuňlugyň ululygy olaryň beýikliginiň ýarysyndan artyk we beýikliginiň ýarysyndan az bolsa, onda ýerüsti diýlip hasabat geçirilýär.

Mundan başga-da 3-nji tablisa görä seýsmiki ýüke ulanylyan goşmaça koeffisiýent, hakykatdan hem, “ähtibarlylyk” koeffisiýenti diýlip hasaplanyp bilner. “*Ygtybarlylyk*” koeffisiýenti bire deň (3-nji tablisanyň 1-nji bölümçesi) bolanda seýsmika ýüküniň üpjünçiligi bolar (işniň durmazlygy ähtimal). Eger-de birden az bolan ýagdaýynda hem jemgyýetçilik desgalarynyň gurluşygynyň köpüsinde kabul ediliş mümkinçiligi bolar. Şol bir wagtda jaýlar olaryň jogapkärlilik derejesine baglylykda hasabat geçirilende görkezilen koeffisiýenti 1,5-e ýa-da 1,2-ä deň diýlip kabul edilýär. Bu bolsa ýer sarsgynynyň maksimal ýüküniň hasabat edilmeli balyna barýar. Bu ýagdaýda seýsmiki howp hasaba alynýar.

Bu usul çäkli ýagdaýdaky hasabatynyň maksadyna jogap berýär, ýagny çäkli ýagdaýyň girmegini goýbermezlikdir. Muny bolsa berlen üpjünçiligiň ähtibarlylygy boýunça k_1 koeffisiýenti hasabata alýar. Jaýlara we binalara täsir edýän hasaplaýyş seýsmika ýüki ýapgyalaryň we basyrgylaryň gorizontallik derejesinde olaryň uzynlygyna we keseligine bolan oklaryň ugurlary boýunça kabul edilýär, şeýle hem şol ugurlarda her haýsy aýratyn hasaplanýar. Çylşyrymly geometriki şekilli jaýlarda olaryň howply bolan konstruksialary ýa-da olaryň elementleri seýsmiki ýükleriň ugurlaryna kabul edilýär.

Seýsmiki ýüküň hasabaty gorizontallik ugurdan başga diklik ugry boýunça hem kabul edilýär:

- gorizontallik we ýapgyt konsolly konstruksiyalar;
- gerimleri 24 m we ondan köp bolan jaýlaryň we binalaryň çarçuwalary;
- arkalarynyň, fermalarynyň, giňişlik konstruksiyalarynyň basyrgylary;
- gerimli gurluşly köprüleriň;
- struktur konstruksiyalaryň basyrgylary we olara girýän gorizontallik konsol meýdanlar;
- struktur konstruksiyalaryň basyrgylary üçin sütünleriň ýokarsyndaky ýognama meýdanlary;

- struktur konstruksiýalaryň diklik ýükgöterijilik konstruksiýalary bilen düwünli baglanyşyklygy;
- polat sütünleriň kranlyk konsollary;
- struktur konstruksiýasy basyrgyly jaýlaryň agdarylyşyga ýa-da taýmallyga garşy bolan durnuklylygy;
- şeýle hem binalar;
- daşly konstruksiýalar.

Görkezilen konstruksiýalaryň we binalaryň elementleri daş konstruksiýalardan başgalary üçin diklik seýsmiki ýüki hasaplananda (1) deňleme boýunça kesgitlenýär:

$$S_{ik} = K_1 K_2 S_{oik}. \quad (40)$$

Şeýle-de şu ýagdaýda “ k_1 ” hem-de “ k_2 ” koeffisiýentler 1 diýlip kabul edilýär. Struktura plitalary üçin “ K ” koeffisiýenti 1,5 diýlip kabul edilýär (“Рекомендации по проектированию структурных конструкций ЦНИИСК им. Кучеренко ГОССТРОЯ СССР”. М.: Стройиздат, 1984). Kadatiw resminamanyň hödürlemegine görä, hususy yrgyldynyň aşaky ýygyllygy we formasy hasaplananda 5-den, 7-den az bolmaly däl.

Seredilýän dartgynly ýagdaýdaky element üçin diklik seýsmiki ýüküň ýokaryk ýa-da aşak täsir ediş ugry has amatsyz görnüşde kabul edilýär. Konsol konstruksiýalaryň (balkon), kiçiräk bassyrma (kozyrýok), asylma paneller (konsol–bir uýy diregsiz konstruksiýa ýa-da onuň elementi we ş.m.) üçin agramlary jaýyň agramy bilen deňeşdireninde has ýeňil we olaryň berkitmeleri şu ýagdaýda $B_i \cdot \eta_{ik} = 5$ (dikligine seýsmika ýüki) hasaplanýar.

Daş konstruksiýalarynyň seýsmiki ýüküň täsirine bolan hasabaty hökman ol ýükler bir wagtda keseligine we dikligine ugurlar boýunça täsir edýär diýlip ýerine ýetirilmeli. 7-8 bally seýsmikanyň hasabatynda diklikde seýsmiki ýüküň ululygyny 15%, şeýle hem 9 balda 30% diýlip diklik statika ýüküne degişlilikde kabul edilýär.

Jaýlaryň we binalaryň hususy yrgyldylarynyň birinji (esasy) tonunyň peridy $T_1 > 0,4 \text{ sek}$ bolsa, onda hususy yrgyldynyň hasabyny hökman üç formadan az etmän ýerine ýetirmeli. Eger-de $T_1 > 0,4 \text{ sek}$ bolsa, onda diňe birinji forma hasaba alynmak bilen hasaplanýar. Hasaplaýyş seýsmika ýüküň täsirinden S_{ik} (her hususy yrgyldynyň

formasy boýunça aýry) jaýlaryň we binalaryň kesimlerinde gurluşyk mehanika usuly boýunça N_i içki güýjenmäni (naprýaženiýäni) tapýarlar.

Eger-de jaýlar we binalar statika täsirli bolan şertinde, hususy yrgyldylaryň ýokary formasy hasaba alnanda, keseligine (поперечные) we boýlugyna (продольные) güýçleriň egilme we agdaryş pursatlary, adaty we galtaşma (kasatel) güýjenmelerini konstruksiýalarda seýsmiki ýüküň täsirinden hasaplaýuş ululyklaryny şu deňleme boýunça kesgitleýärler:

$$N_p = \sqrt{\sum_{j=1}^n N_i^2}, \quad (41)$$

bu ýerde

$N_i - i - y$ formadaky yrgylda degişlilikde seýsmiki ýükleriň täsirinden seredilýän kesimde güýjüň ýa-da güýjenmäniň ululygy;

n – hasaplamada hasaba alynýan yrgyldy formalarynyň sany.

Güýjenmäniň (naprýaženiýäniň) hasaby jaýlaryň we binalaryň ýükgöterijilik ukybyny barlamakda ulanylýar. Konstruksiýalaryň berkliginiň we durnuklylygynyň hasaplarynda goşmaça işiň şerti atly koeffisiýent m_{kp} girizildi. Bu koeffisiýent seýsmiki ýükleriň gysgawagtlaýyn täsirini we doly däl ýagdaýda serişdeleriň maýyşgalklyk häsiýetini hasaba alýar. Şeýle hem gurluşyk etrabyň derejesiniň ýer sarsgynynyň gaýtalanmagyna we bolup biljek şikesleriň ýygynanyşygyna bagly bolan seýsmiki howplulyk koeffisiýenti m_{sh} girizildi. Bu koeffisiýentiň deňlik ululygynda seýsmiki ýükleriň köpelmegi ýa-da azalmagy 15%-e deň bolmak bilen ýertitremäniň bolup biläýjek gaýtalanmagyna bagly.

Jaýlaryň we binalaryň üstünden ýokarlygyna galýan konstruksiýalaryň (parapetler, frontonlar we ş.m.) agramy jaýlaryň we binalaryň agramlaryna seredeninde olaryň kese kesimleri we agramlary has az, şeýle hem ýadygärlikleriň, agyr enjamlaryň (birinji gatda oturdylar) berkitmelerini gorizonta hasaplamasynda seýsmiki ýük hasaba alynmak bilen $\beta_i \eta_{ik} = 5$ diýlip hasabat geçirilýär.

Jaýlaryň we binalaryň ýükgöterijilik konstruksiýalary bilen özara baglanyşykly derejesi boýunça enjamlar üç görnüşe bölünýärler.

**Jaýlar bilen özara baglanyşykly derejesi
boýunça enjamlaryň düzümleri**

Görnüşi	Enjamlaryň jaýlaryň ýükgöterijilik konstruksiýalary bilen özara baglanyşyklygy	Jaýyň dinamika häsiýetnamalaryna enjamlaryň täsiri
A	Toprakda we jaý bilen baglanyşykda bolmadyk aýrylan binýatda oturdylýar	Täsir etmeýär
B (B)	Gatyň ýapgydynda (göterijilik ukyply konstruksiýalarda) oturdylýar	Uly bolmadyk täsiri-enjamyň massasynyň enjamyň oturdylýş derejesinde jemlenen hemişelik we wagtlaýyn ýükleriň massasyna bolan gatnaşygynyň 0,3-den az we 0,25-den köp bolmadyk degişli gatyň beýikligi
B (G)	Gatyň ýapgydyndan (göterijilik ukyply konstruksiýalardan) ýa-da olaryň üstünden geçýär	Has üýtgemeler-hususy yrgyldylaryň periodlary 30 we ondan artyk göterimlere ýetýär; yrgyldylaryň formasy giňişlikdäki deformirleniş çyzgydynda

Jaýlarda we binalarda ýönekeý geometriki formalý enjamlar oturdylýan enjamlaryň hasabynda hasaplaýyş seýsmiki ýüki gorizontaly ýa-da beýikligine täsirde diýip jaýyň boýuna, keseligine, şeýle hem dikligine oklarynyň ugurlary boýunça täsir edýär diýlip kabul edilýär, özi hem her bir ugry boýunça özbaşdaklykda ýerine ýetirilýär.

“B” görnüşdäki enjama düşýän hasaplaýyş seýsmiki ýüki ilki jaýlaryň we binalaryň gurulmagynyň (olarda enjamlar oturdylan) esasynda hasaplanýar.

Gaty enjama goýlan hasaplaýyş seýsmika ýüki ugry boýunça jaýyň hasaplaýyş “K” nokadynda ýerleşýän enjamda goýulmak bilen i tona degişli jaýlaryň we binalaryň hususy yrgyldylaryny “Рекомендации по расчету на сейсмические воздействия инженерного и встроенного технологического оборудования / ЦНИИСК имя Кучеренко ГОССТРОЯ СССР, 1984” diýen kadatiw resminamada getirilen deňleme boýunça kesgitleýäris:

$$S_{oik}^{o\delta} = K_1 K_2 K_3 S_{oik}^{o\delta}, \quad (42)$$

bu ýerde K_1 we K_2 koeffisiýentler 3-nji tablisanyň 1-nji bölümçesi we 3-nji tablisanyň 2-nji bölümçesi boýunça kabul edildi;

K_3 – enjamyň jogapkärlilik derejesini hasaba alýan koeffisiýent I topar enjamlar üçin 1 sana deň diýlip, II topar enjamlar üçin 0,3 sana deň diýlip kabul edilýär. Koeffisiýentiň san ululygy taslamany tassyklaýan ýokarky edaranyň ylalaşmagynda rugsat edilýär.

$$S_{oik}^{o\delta} = O_k^{o\delta} A \beta K \psi \eta_{ik}, \quad (43)$$

bu ýerde

$Q_k^{o\delta}$ – "k" nokata eltilen enjamyň agramy;

$A, \beta, K \psi, \eta_{ik}$ – jaýlar we binalar hasaplananda (hem-de şolarda enjamlar oturdylanda) kabul edilýän koeffisiýentler.

Haçan-da agyr gaty enjamlar birgaty jaýda oturdylanda onuň berkitmesi gorizontalseýsmiki ýüki hasaba almak bilen (42) we (43) deňlemeler boýunça hasaplanýar we $B_i \eta_{ik} = 5$ edilip alynýar.

Maýyşgak enjamlarda seýsmika ýüki (S_{oik}) şu ýagdaýda (43) deňleme boýunça hasaplanýar.

$$S_{oik}^{o\delta} = Q_k^{o\delta} A \beta_i \beta_{o\delta} K \psi \eta_{ik}, \quad (44)$$

bu ýerde $\beta_{o\delta}$ – enjamyň dinamika koeffisiýenti.

Özi hem enjamyň hususy yrgyldysynyň $T_{o\delta}$ esasy periodynyň $T_{o\delta}$ ýapga (konstruksiýa – перекрытия, özi hem oňa berkidilýär) bolan gatnaşyklaryna we jaýyň hususy yrgyldysynyň periodyna bagly kabul edilýär:

$$B_{o\delta} = 1, \text{ onda } \frac{T_{o\delta}}{T_i} \leq 0,6 \text{ we } \frac{T_{o\delta}}{T_i} \geq 1,4;$$

$$B_{o\delta} = 3, \text{ onda } 0,8 \leq \frac{T_{o\delta}}{T_i} \leq 1,2.$$

Galan ýagdaýlarda $B_{o\delta}$ gönülik (lineýka) interpolýasiýasy diýlip kabul edilýär.

Hasaplaýyş seýsmika ýüki enjamyň merkezi agyrlygyna goýlan diýlip hasaplanýar. Şu ýükden enjamlaryň elementlerindäki we onuň konstruksiýalara berkleşdirilendäki güýçleri (keseligine we boýlugyna bolan güýçler, egilme we agdaryjy pursatlar, olardan bolan güýçler, egilme we agdaryjy pursatlar we ş.m.) hökman kesgitlemeli.

"B" (G) görnüşdäki enjamlara bolan hasaplaýyş seýsmika ýükleri enjamlaryň we jaýlaryň ýa-da binalaryň birlikdäki dinamika hasabatynyň esasynda hasaplanmaly. Şu ýagdaýda hasaplanyş çyzygy

enjamlaryň massalarynyň we gatylyklarynyň bölünmek aýratynlyklaryny, ýapyşaklygyny we gurulygyna sürtülmegini, şeýle hem enjamlary jaýlaryň ýa-da binalaryň ýükgöterijilik konstruksiýalaryna berkidilmegini hasaba almak bilen kabul edilýär. Ýapgyň konstruksiýalaryna enjamlary söýläp berkidýärler. Şeýle ýagdaýda enjamyň merkezi agyrlýgynda goýlan gorizental seýsmiki ýükden döreýän pursatyň täsirindäki goşmaça diklik ýüküni hasaba almak bilen hasabatly geçirýärler. Şu ýagdaýda koeffisiýentleriň köpeltme ululygy arkas üçin seredilýän ýapgyň derejesinde diýlip kabul edilýär, ýöne 2-den az bolmaly däl.

Gurnalyş döwründe konstruksiýalarda döreýän ýüklere hasabat geçirilende seýsmikligiň täsiri hasaba alynmaýar. Belli bolşy ýaly, maýyşgak seýsmikli tolkunlar jaýlara we binalara dürli burç aşagyn-dan gelip bilýärler. Meýilnamada ýükgöteriji konstruksiýalar simmetrika görnüşinde ýerleşäýenlerinde hem desgalarda aýlaýjy yrgyldylar döreýär. Eger-de olaryň uzynlyk boýy ýa-da ini 30 metrden artyk bolsa, seýsmiki ýüküň (6) deňleme boýunça hasaplanmagyna garamazdan, ýer sarsgyny döwründe, jaýlaryň özüni alyp baryşlaryna görä, hökman jaýyň ýa-da binanyň diklik okuna bagly aýlaýjy pursatyny hasaba almaly. Jaýyň seýsmika çydamlylygyny üpjün etmek maksady bilen hökman deformasiýanyň ýa-da süýşmegiň barlagyny ýerine ýetirmeli:

$$f \leq [f], \quad (45)$$

bu ýerde

f – jaýyň ýa-da onuň elementlerinde döreýän deformasiýa ýa-da süýşme.

“B” usuly. Has jogapkärli binalary we belent (17 we ondan artyk gatyly) jaýlaryň, şeýle hem gerimleri 30 metrden artyk bolan öýjükli we giňişlikli konstruksiýalary bolan jaýlaryň seýsmiki täsirini instrumental ýazgyda, has hem şol jaýa howply bolan esasyň tizlenmesini, şeýle takykklan akselerogramlar bilen hasaba almaly.

Esasyň hereketlik tizlenmesiniň maksimal amplitudasy 7, 8 we 9 bal bolan seýsmiki meýdançaly gurluşyk üçin 100, 200 ýa-da 400 sm/s^2 -dan az bolmaly däl diýlip kabul edilmeli. Jaýyň alyp biljek jaýrygyny hasaba alýan koeffisiýentiň ululygyny $K_1 = 1$ -den az etmän kabul etmeli.

Hususy yrgyldylaryň periodlary we şekilleri

Jaýlaryň we binalaryň seýsmiki täsirine önüsyra hasaplanyşda, hususy yrgyldylaryň periodlaryny kesgitlemekde şu empiriki deňleme ulanylýar:

$$T_1 = 0,0905 \frac{H}{B} \sqrt{B}, \quad (46)$$

$$T_1 = 0,0102H + 0,034, \quad (47)$$

bu ýerde

H – jaýyň beýikligi (m);

B – meýilnamada jaýyň ölçegleri (ini ýa-da uzynlygy (m)).

Karkas jaýlar üçin

$$T_1 = 0,0178H + 0,098. \quad (48)$$

Berk daş doldurymly karkas jaýlar üçin erkin yrgyldylaryň periody deňleme boýunça kesgitleýär;

15 metrden beýik bolan jaýlar üçin.

$$T_1 = 0,17\sqrt{\delta}, \quad (49)$$

bu ýerde

δ – jaýyň ýokarsynyň gorizonta süýşmegi (sm); özi hem ol beýikligine hemişelik agramly we hemişelik berkligi bolan konsol hökmünde bolmak bilen, oňa jaýyň agramyna görä ýük täsir edýär diýlip seredilýär.

Esasdaky topraklaryň täsiri hasaba alnandaky berk konstruktiv çyzygaly jaýlar üçin

$$T = \frac{yH\Psi}{\sqrt{B_q}}, \quad (50)$$

bu ýerde

y – jaýyň esasyndaky topragyň görnüşine baglylykdaky koeffisiýent

$$y = \frac{45}{R_t}, \quad (51)$$

bu ýerde

R_t – topragyň hasaplanyş garşylygy;

Ψ – ýükgöteriş konstruksiýany häsiýetlendiriji koeffisiýent:

y – kerpiç jaýlar üçin – 1,0; iripanelli jaýlar üçin – 0,95.

Karpat zolagynda 1986-njy ýylyň 31-nji awgustynda bolan ýertremäniň dinamika häsiýetnamalaryny ölçäp alan alymlar – t.y.k.

A.M. Paramziniň we inžener A.S. Taubaýewiň (AASIONILSS) çykaran netijeleriniň esasynda ýer sarsgynyny geçiren jaýlaryň gatларыnyň sanyna (n) baglylykda olaryň hususy yrgyldylarynyň periodларыny kesgitlemek üçin şular ýaly empiriki deňlemeleri hödürlediler:

Beýikligi 2-9 gat bolan daş jaýlar üçin

$$T_1 = 0,2 + 0,03(n - 2); \quad (52)$$

Beýikligi 4-14 gat bolan iripanelli jaýlar üçin

$$T_1 = 0,5 n; \quad (53)$$

Beýikligi 9-24 gat bolan bitewi guýma jaýlar üçin

$$T_1 = 0,5 + 0,07(n - 9); \quad (54)$$

Beýikligi 2-14 gat bolan karkas panelli jaýlar üçin

$$T_1 = 0,3 + 0,06(n - 2). \quad (55)$$

Hususy yrgyldylaryň periodлары we görnüşleri kesgitlenende hasaplary takykklamak işlerde [19,41, 42, 44, 45] görkezilen hödürlenmelere görä geçirilýär. Ol görkezmeler binalaryň umumy dinamika usullary boýunça esaslandyrylan ýa-da EHM-iň (ЭБМ) kömegi bilen dürli maksatnamalar ulanylyp amala aşyrylýar.

Eger-de karkas, iripanelli, karkas – daş we guýma jaýlaryň maýyşgak döwründe hasabat geçirilen ýagdaýynda EC ulgamynyň guýulma maksatnamasy (АПЖБК) ulanylýar.

EHM hasabaty üçin tabşyrygyň düzümine jaýyň hasaplanyş çyzgydy, ýükgöterijilik elementleriň keselik kesimleri, betonyň we armaturyň klasy, örümiň başlangyç modul deformasiýasy, jaýyň hasaplanyş seýsmikasy, A , K_1 , K_2 , $K\psi$ koeffisiýentleri, hasaba alynýan hususy yrgyldylaryň formasynyň hasaba alynýan mukdary, seýsmika häsiýetnamalary boýunça topraklaryň derejeleri girýär.

Hasabatyň netijesinde

- hususy yrgyldylaryň periodларыnyň we görnüşleriniň ululyklary;
- seýsmiki ýükleriň ululyklary, yrgyldynyň her bir görnüşine laýyk süýşmegi we güýçleri;
- (41) deňleme boýunça hasaplanan seýsmiki ýüklerden konstruksiýalarda döreýän keselik we uzynlyk ýükleriniň, egilme we agdaryş pursatlarynyň hasaplanyş ululyklary kesgitlenilýär.

6.4. Seýsmika güýçleriniň hasabat bahalaryny kesgitlemegiň usuly

Kabul edilen esasyň yrgyldysynyň kanunyny ulanmak bilen binanyň hasaplaýyş çyzgydyna degişli onuň ýa-da başga maýyşgak ulgam üçin süýşmeginiň, soňra bolsa tizlenmesiniň ululyklaryny tapmak bolýar. Ulgamyň massasynyň oňa degişli tizlenmesine köpeldilmeginde bolsa şol güýçleri berýär; olar bilen bolsa bina hasaplanýar.

Seýsmiki güýçleri hasaplamak üçin şeýle ýol has gönüdir. Şeýlelikde, ol güýji ulanmaga şert döreýär. Seredilýän maýyşgak ulgamda döreýän güýçleri tizlenmäni kesgitlemän hem tapyp bolýar, soňra bolsa binada tapylan tizlenmä degişli inersiýa boýunça hasabat geçirilýär. Şeýle ýagdaýda bolsa hasabatnyň tehnikaşy has ýönekeýleşýär.

Haçan-da inersiýa güýji, maýyşgaklyk we içerki garşylygyň jemleri nula deň bolan ýagdaýynda, hakykatdan hem, yrgyldylarda deňlikler şerti hasaplanýar. Şeýlelikde, binada esasyň süýşmeginden döreýän inersiýa güýji diňe bir maýyşgak güýç bilen däl-de, içki garşylyk güýçleri bilen hem deňleşdirilýär.

Binanyň elementlerinde naprýaženiýe diňe maýyşgak güýje bagly. Eger-de inersiýa güýji maýyşgak güýçleriň ululyklarynyň tapylyp bolunýan ýagdaýynda hasaplanmasa, onda tizlenmäni tapmagyň geregi bolmaýar.

Eger-de inersiýa güýjüni hasaplamagyň ýerine, şeýle-de çylşyrymly ulgamyň şu ýüke dinamika hasabatynyň ýerine şeýle bir daşky ýük tapylsa, onuň hem ulgamda döredýän içki güýçleriniň deňlikde inersiýa güýçlerini döretmäge ukyplylygy dörese, ine, şu güýçler özleriniň täsiri babatda inersiýa güýçlerine deň bolsa, onda olary “ S ” bilen belläp, seýsmiki hasabat güýçleri diýip atlandyrarys. Bellenmeli ýagdaý, ol hem bolsa ulgamda döreýän maýyşgak güýç diňe onuň egremine (y_k) bagly. Her bir i ugur boýunça aýratynlykda ulgamyň deformasiýasyna garasak, onda öňki seredilen serişdelere görä, $y_{ik} \chi_i$ ululyga proporsionaldyr (X_k). Her bir baş ugur boýunça ulgamdaky deformasiýanyň şekili erkin yrgyldynyň degişli formasyna gabat gelýär. Ol diňe erkin yrgyldydaky döreýän güýçler ýaly güýçler bilen döredilýär. i ulgam formasy boýunça deformirleýän güýje deňdir:

$$\begin{aligned}
P_{ia} &= x_i(x_a) m_a P_i^2 \\
P_{ib} &= x_i(x_b) m_b P_i^2 \\
P_{ikb} &= x_i(x_k) m_k P_i^2 \\
P_{in} &= x_i(x_n) m_n P_i^2,
\end{aligned}
\tag{56}$$

ýagny O massanyň agramlary we olaryň üýtgemekleri bilen göni baglanyşykly.

Muny şu gellen netijeleriň esasynda tassyklap bolýar. Eger-de $P_{in}, P_{ib}, \dots, P_{in}$ güýçler erkin yrgyldylaryň i -m ugurlary boýunça $x_i(x_a), x_i(x_b), \dots, x_i(x_n)$ egremleri döredýän bolsalar, onda hökman $V_{ia}, V_{ib}, \dots, V_{in}$ egremleri $S_{ia}, S_{ib}, \dots, S_{in}$ başga güýçleri şular ýaly P_i güýçlere görä döretmeli. Şeýlelikde,

$$\frac{x_i(x_k)}{y_{ik}} = \frac{P_{ik}}{S_{ik}} \quad \text{bolsa, onda} \tag{57}$$

$$S_{ik} = \frac{y_{ik}}{x_i(x_k)} P_{ik} = m_k P_i^2 y_{ik} = \frac{a_0 \omega^2 m_k P_i^2}{2Vi} \cdot \beta_{it} x_i(x_k) \sum_1^n m_j X_i(x_j) \text{ bolar.} \tag{58}$$

Belli bolşy ýaly, hususy yrgyldylaryň ýygylgynyň kwadraty P_i^2 üçin aňlatma şeýle görkezilip bilner:

$$P_i^2 = \frac{2Vi}{\sum_i^n m_j x_i^2(x_i)}. \tag{59}$$

S_{ik} aňlatma P_i^2 ululygy goýsak, onda şu deňlemäni alarys:

$$s_{ik} = a_0 \omega^2 m_k \beta_{it} \frac{X_i(x_k) \sum_1^n m_j x_i(x_j)}{\sum_1^n m_j x_i^2(x_j)}. \tag{60}$$

Ulanmaga amatly bolmak üçin m aňlatmany Q/g bilen çalşyryp we köpeldijileriň ýerleşişlerini üýtgedip şu aşakdaky görnüşli deňlemäni alýarys:

$$s_{ik} = \frac{a_0 \omega^2}{g} \beta_{it} \frac{x_i(X_k) \sum_1^n a_j X_i^2(x_j) Q_k}{\sum_1^n Q_j X_i^2(x_j)}. \tag{61}$$

Ýokardaky aňlatmalaryň esasynda S_k aňladyjy üçin Q_k ululykda üç sany häsiýetlendiriji köpeldiji bar. Şolardan biri hem

$$\frac{a_0 \omega^2}{g} . \quad (62)$$

Onuň maýyşgak ulgamyň parametrlerine baglylygy ýok, özi hem süýşme esasyň maksimal tizlenmesiniň güýç agyrlygynyň tizlenmesine bolan gatnaşygyndan durýar. Şeýlelikde, bu köpeldiji ýer sarsgynynyň ýokary derejedäki geçiş ýagdaýyny häsiýetlendirýär, ýagny ol “ K_c ” koeffisiýentine barabar bolmaly kadalaryň kesgitlemegine görä, etraba degişli gurluşyk meýdançasynyň bala deň bolan seýsmiki güýjüni aňladýar.

Ikinji köpeldiji

$$B_{it} \quad (63)$$

Bu agza ilkinji ýagdaýda ω we P_i ýygylýklaryň gatnaşmaklarynda kesgitlenýär, şeýle hem esasyň bina süýşmek täsirine dinamika täsirlenmesini häsiýetlendirýär. “ t ” indeks koeffisiýenti B ululygynyň wagt boýunça üýtgeýşini görkezýär.

$$\frac{xi(x_k) \sum_1^n Q_j X_i(xj)}{\sum_1^n Q_j X_i^2(x)} . \quad (64)$$

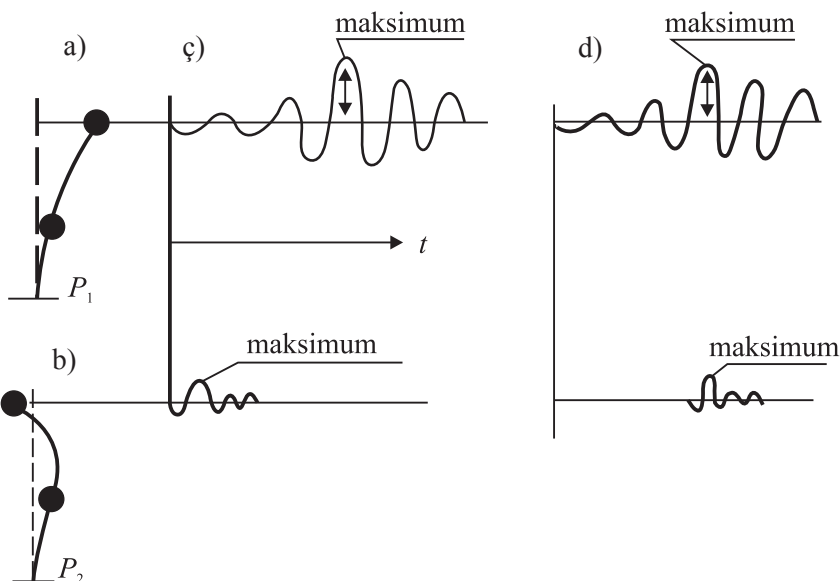
Bu köpeldiji ulgamyň yrgyldy formasyna we massasyna bagly däl. Birinji köpeldijidäki ýaly, hususy we zerurlyk yrgyldylarynyň ýygylýk gatnaşyklaryna şu ýerde hiç hili düşündirilişi ýok.

Geljekki ýazgylary gysgaltmak üçin bu köpeldiji şertli n harpy bilen bellänilip, ol yrgyldynyň formasyna-şekiline düzediş diýlip girizilýär [31]. Elbetde, birnäçe köp derejeli erkinlik ulgam üçin “ n ”-iň ululygynyň köplük bahasy bolar.

Ýokarda aýdylanlara görä, “ K ” nokatdaky täsir ediji seýsmiki güýjüň doly ululygy şeýle deňlemede ýazylar:

$$S_k = \sum_1^n S_{ik} = K_s \sum_1^n \beta_{it} \eta_{ik} Q_k . \quad (65)$$

Bu aňlatmadan görnüşi ýaly, seýsmiki güýjüň ululygy birnäçe goşulmalardan S_{ki} durýar. Haçan-da hatarlaryň goşulmalary hasaba alnanda hasaplama ýeterlikli bolar. Ýöne bir zady bellemeli, köpeldijiler B_{it} wagt boýunça üýtgeýän ululyk bolýar. Şonuň üçin hem goşulmalaryň jemi bolan S_k -ny kesgitlemek örän kyn, hatda tejribede amala aşyryp hem bolmaýar.



10-njy çyzgy. Esasy baş ugurlar boýunça ikiderejeli erkinlik ulgamynyň yrgyldylarynyň häsiýeti.

“a” – birinji tona (T_1) deňişli yrgyldynyň şekili; “b” – ikinji tona (T_2) deňişli yrgyldynyň şekili; “ç” – birinji çyzgyda deňişli yrgyldy; “d” – ikinji çyzgyda deňişli yrgyldy

Bu soragyň esaslandyrylyp çözülişi giňden [22] görkezilen. Birnäçe ýer sarsgynynyň täsirinden alnan seýsmogrammanyň ýazgylaryndan görnüşi ýaly, her bir ýer sarsgyny başda ýokary ýygýlykly yrgyldy hadysalarynda başlanýar. Bu yrgyldy özüniň häsiýeti boýunça urgynyň täsirine golaý, soňra bolsa has pes ýygýlykly yrgylda geçýär. Bular ýaly yrgyldylaryň dürli ýygýlykly häsiýetnamaly ulgama bolan täsiri dürlüçe bolar.

Ýokary ýygýlykly hususy yrgyldyly berklikli ulgama dinamika täsirlenmeli urgy has güýçlüdir we onuň hereketiniň wagty urgynyň giriş pursaty bilen gabat geler.

Tersine, pes ýygýlykly ulgamlarda maksimal üýtgeme seýsmogrammanyň indiki bölegindäki täsirine deň bolar, ýöne olar gijigip esasyň gaýtalanyp täsir edýän yrgyldysyndan soňra geler.

(65) deňlemä girýän goşulmalaryň käbirleriniň maksimal bahalary S_{ik} güýçler boýunça ulgamyň yrgyldylaryna gabat gelip, onuň erkin yrgyldylarynyň dürli formalary boýunça ýöne dürli ýygýlyklary bolup, gezekli-gezegine wagty boýunça süýşüriler.

Seýsmiki güýçler binanyň ýokary ýygylgyna gabat gelmek bilen, yrgyldylar binanyň pes ýygylgyna (häzir ýokarlanmanka) gabat gelen wagtynda özüniň maksimumyna ýetýär. Haçan-da soňkular özüleriniň maksimumyna ýetenlerinde birinjiler dolulygyna ýa-da doly däl ölçeýärler. (10-nji çyzgy).

Şeýlelikde, binanyň pes we ýokary şekilleri bolan yrgyldylaryna gabat gelýän seýsmiki güýçleriň maksimal bahalary wagtyň aýry pursatlarynda gelýär, şeýle hem özləri biri-birinden has daş aralyklarda bolýarlar. Şeýlelikde, S_k -nyň maximumy şu güýjüň haýsam bolsa onuň i -niň baş ugurlarynyň (S_{ik}) biriniň maksimumyna golaýlaşar. Şonuň üçin hem tejribe ýüzünde amatly bolýar. Eger-de her bir baş ugurda özbaşdaklykda bolup biläýjek güýjüň maksimal bahasyna seredilse, bina has bolup biläýjek amatsyz birleşmeleri hasaplamaly.

Şeýle seredilip, S_k -ny kesgitlemekde häzirki wagt boýunça B_{it} -niň bahasyny hökman gözläp tapmagyň geregi bolmaýar we tejribe ugurdan diňe onuň maksimal bahasy höweslendirýär, özi hem “ i ” indeksiz diňe “ β ” diýip ýazmak (ýokarda görkezilen şerte görä) galýar.

Şeýlelikde, seýsmiki ýükleri kesgitlemek üçin binanyň erkinlik yrgyldylarynyň şekiline jogap beriji birnäçe topar bolup biljek ýükleri hasaplamaly. Şu aşakdaky deňleme boýunça 1986-1987-nji ýyllara çenli seýsmiki ýükler kesgitlenip gelindi:

$$S_k = K_c Q_k \beta i \eta_{ik} . \quad (66)$$

Bu ýerde K_c seýsmiki koeffisiýenti aňlatmak bilen, seýsmiki etraplaryň balyna görä, ýagny 7, 8 we 9 bala degişli onuň (K_c) bahasy degişlilikde 0,025; 0,05 we 0,1 diýlip kabul edilerdi, emma XX asyryň ortasyndan başlap öňki SSSR-iň ozalky soýuz respublikalarynyň şäherlerinde bolan ýer sarsgynlary (Aşgabatda 1948 ý., Daşkentde 1966 ý., Jambulda 1971 ý., Gazlyda 1976 ý., şeýle hem Karpat zolagynyň içine girýän Kişinewde 1977 ý., 1986 ý.) birnäçe faktorlary takykladyp, seýsmiki ýüki S_{ik} kesgitleýji deňlemä girýän “ K_c ” koeffisiýenti “ A ” koeffisiýenti bilen çalşyrylyp, (45) deňleme şu görnüşde kabul edildi (7 deňleme):

$$S_{oik} = Q_k A \beta i K \psi \eta_{ik} . \quad (67)$$

bu ýerde

S_{oik} – jaýlaryň we binalaryň hususy yrgyldylarynyň i tonuna degişli seýsmiki ýüküniň bahasy.

Konstruksiýalaryň maýyşgaklygy üýtgame alyp bilýär diýilýän goýbermä görä kesgitlenýär;

A – Ýer üstüniň tizlenmesiniň agyrylyk güýjüniň tizlenmesine bolan gatnaşygyny we Ýer sarsgynynyň güýjüni bal üsti bilen aňlaýarlar, ýagny seýsmiki koeffisiýenti “ A ” diýip atlandyrylýar we 7; 8 we 9 ballar üçin ol koeffisiýent deňişlilikde 0,1; 0,2 we 0,4 diýlip kabul edilýär;

$K\psi$ – konstruksiýalaryň dissipatiw häsiýetini hasaba alýan 1,0-1,5 koeffisiýent tablisadan kabul edilýär.

Deňlemäniň beýleki agzalarynyň aňlatmalary (67) deňlemede getirilen.

Bellemeli zat, ol hem bolsa täze seýsmiki güýçleri bilelikdäki täsir ediji ýüklerden gözlemän, konstruksiýalaryň bir ýerdäki ýa-da başga elementlerde döreýän netijeli güýçlerini tapmak ýerlikli bolýar (kesiş güýçleriniň pursatlary we ş.m.). Has netijelikli bolup biläýjek güýjüň bahasyny şu aňlatmanyň üsti bilen tapyp bolar:

$$\sqrt{\sum_1^n \Phi_i^2},$$

bu ýerde Φ_i^2 – konstruksiýalaryň seredilýän kesimlerinde dürli şekil-de yrgyldylardan döreýän kesiş güýçleriniň pursatlarynyň bahasy.

Şu ýerde esasy bellemeli zat, ol hem bolsa S_{ik} hasaplaýyş seýsmiki ýüküň bahasyny kesgitleýji (41) we (45) deňlemeleriň esasy aýratynlyklaryny, (41) we (45) aňlatmalaryň düzülişlerinden görnüşi ýaly, olara girýän köpeldijileriň ululyklaryny biri-birine baglylykda kesgitleýär.

Şeýle-de bolsa, ýene-de bir anyklanmaly zat, ol hem bolsa haýsam bolsa köpeldijileriň biriniň parametri, mysal üçin, η -ňki üýtgeşe, onda başga bir köpeldijiniň ululygynyň üýtgemegine hem elter diýip aýdyp bolmaz. Mysal üçin,

“ β ” – dinamika koeffisiýenti $x_i(x)$ we P_i ululyklary biri-biri bilen baglanyşykda seredilýän ulgamyň berkliginiň üýtgedilmegi olarda massalaryň ýa-da olaryň ululyklarynyň bölüşdirilmekleri ulgamyň yrgyldysynyň ýygylgynyň we şekiliniň üýtgemegine elter. Emma şol bir wagtda (41) we (45) deňlemeleriň her bir köpeldijisi şeýle häsiýetnamalaryň bölegine bagly bolmak bilen başga bir köpeldijä girmeyär. “ B ” koeffisiýenti P , ω we ψ -iň ululyklaryna bagly, emma $X_i(x)$ we “ Q ” ululyklaryna bagly däl. Şeýlelikde, “ η ” bolsa diňe soňraky iki ululyklar bilen kesgitleýär. (41) we (45) deňlemeleriň şu aýratynlyklarynyň tejribecilik ugurdan has uly ähmiýeti bar. Sebäbi her bir köpeldijini özbaş-

dak korrektirläp – düzedip bolýar. Şeýle ýagdaýda beýleki köpeldijiler gozgalman we hasaplaýyş usulynyň umumy düzümi bozulman alnyp barylýar. Şu ýagdaýlara baglylykda, “ β ” koeffisiýentiň bahasyna has jogapkärli üýtgetmeler girizmek mümkinçilikleri döredi. Şeýlelikde, “ β ” koeffisiýentiň ilkibaşdaky esaslandyryp bolýajak, ýagny binanyň esasynyň yrgyldysy diňe bir öçüji sinusoidanyň kanunyna tabyn diýlip işlenen grafik üýtgedildi. Şular ýaly düzedişleriň esasynda anyklanan “b” koeffisiýentiň grafigi egrilik öçüji hatarlaryň goşulýş täsiriniň kanunyna golaý häsiýetlendirilýär.

7. GURLUŞYK SERIŞDELERINIŇ DINAMIKA HÄSIÝETNAMALARY

7.1. Gurluşyk serişdeleriniň berkliginiň esasy baglylyk şertleri

1. Gurluşyk serişdeleriniň berkligi diňe bir olaryň fiziki häsiýetlerine bagly bolman, peýdalanyş döwründäki peýdalanyş ýükleriniň täsirine hem bagly bolup durýar.

Ýer sarsgyny döwründe serişdeleriň berklikleriniň häsiýetnamalary, elbetde, seýsmiki ýükleriň uly derejedäki aýratynlyklary bilen kesgitlener.

Şeýle aýratynlyklaryň biri hem mahsus bolan her bir ýer sarsgynydyr. Ol hem bolsa onuň ýüküniň az wagtyndaky bolan täsirindedir, ýagny onuň gaýtalanýş aýlawynyň sanynyň azlygynydadyr.

Gurluşyk konstruksiýalarynyň we serişdeleriniň işlemeklerine ýükleriň ýygylgy täsir edýän ýagdaýdyr.

Birnäçe köp eksperimental barlaglaryň görkezmegine görä, bina daşky täsiriň ýygylgyyna bagly däl ýygylgy bilen olaryň hususy yrgyldylaryna jogap bermek bilen üýtgeýär. Köp jaýlaryň we binalaryň erkin yrgyldylarynyň periodlarynyň 0,1-2,0 *sek* döwrüniň şertlerinde binalaryň dinamika ýüklerini kabul ediş ýygylgy 0,5-10 *gs* çäklerinde bolar.

Seýsmika çydamly gurluşyk bölüminiň ugry boýunça ady belli alym I. L. Korçinskiniň we onuň okuwçy alymlary G.W. Beçenewa, B.A. Rżewskiý, A.A. Petrow, W.F. Şepelew dagylaryň tejribeden alan ýazgylaryndan

(akselerogramalaryny) işläp çykaran netijeleriniň esasynda şeýle kesgitleme anyklanypdyr, ýagny yrgyldylaryň umumy san aýlawynyň 5-10%-i tizlenmäniň orta ululygynydan iki we ondan köp esse ýokary geçýär.

Haçan-da konstruksiýalaryň we serişdeleriň ýükgöterijilik ukubyna seredilende bir zady göz öňünde tutmaly, ýagny güýçli ýer sarsgyny seýrek bolýar. Şonuň üçin hem ýer sarsgynyndan soňra desgalaryň peýdalanylyş döwründe olaryň doly gymmatlygyny üpjün etmek ykdysady ugurdan maksadalaýyk dälidir.

Şonuň üçin hem seýsmiklige çydamly gurluşykda ýer sarsgynyna sezewar bolan jaýlary ýene-de ulanmak üçin olaryň doly goralmagyny we peýdalanylmagyny üpjün etmek hökman diýlen talap goýulmaýar. Iň bir esasy talap – adamlaryň howpsuzlygyny we gymmat enjamlaryň bitewiligini üpjün etmektir. Bular ýaly talap konstruksiýalaryň çäklilik ýagdaýynyň düşüňjesini kesgitleýär – konstruksiýalarda dürli deformasiýa bolup biler, emma olar ýumrulyşa eltmeli dälidir.

Şular ýaly şertlerde konstruksiýalaryň çäklilik ýükgöterijilik ukyby diňe serişdeleriň çäklilik berklik häsiýetnamalary bilen kesgitlenip bilner. Mysal üçin, demir-beton konstruksiýalaryň ýükgöterijilik ukyby armaturda naprýaženiýäniň döremegi bilen çäklenmän, ol armatur poladyň akys çäğine degişli, emma ol berklik çägi bilen kesgitlenmeli, bu bolsa ýükgöterijilik ukubynyň galmagyna eltýär.

Birnäçe awtorlaryň işlerinde görkezilmegine görä, poladyň, betonyň, demir-betonyň we beýleki serişdeleriň ýükgöterijilik ukyby seýsmiki täsirlik şertinde ýüküň köp bolmadyk san aýlawynyň täsirinde, esasanam, dinamika häsiýetnamasy bilen kesgitlenýär.

Azsanly gaýtalanýş ýüklenmede serişdeleriň berkligi belli bir derejede olaryň urulma we ýadawlyk berkligi bilen baglanyşykly. Esasy gurluşyk serişdeleriniň biri bolan poladyň dartylma ýagdaýy barlansa-da, onda geçirilýän synagyň esasynda onuň esasy berkligini we deformatiw häsiýetnamalaryny (akyslyk çägin, berklik çägin, maýyşgaklyk modulyny we ş.m.) bellemek gerek. Emma bu ululyklar ýeterlik derejede şertli häsiýeti alyp barýarlar. Şol bir şekil başga bir tizlik bilen ýüklenip barlansa, onda onuň berlik häsiýetnamasy üýtgeýär. Eger-de ýüklenmäniň tizligi peseldilse, berklik häsiýetnamalarynyň bahasy azalýar, eger-de tizligi ýokarlandyrylsa, onda berklik häsiýetnamasy hem galýar.

Bu anyklaýjy maglumatlar I.L. Korçinskiniň we beýleki awtorlaryň işlerinde getirilen. I.L. Korçinskiniň we beýleki awtorlaryň işlerinde getirilýän maglumatlara görä, gurluşyk serişdesini ululygy has pes bolan durukly ýumrujy ýüküň täsirine salsañ , şeýle hem ol birnäçe gezek gaýtalanýan, onda ol ýük şu serişdäni ýumruş ýagdaýyna eltýär. Eger-de ýüküň ululygy peseldilse, onda şeýle şekili ýumrulyş görnüşine eltmek üçin has köp aýlawlylyk gerek bolar. Eger ýük belli bir çäge çenli azaldylsa, onda şekiliň ýumrulmasyny tükeniksiz gezek ýükläp bolar. Serişdäniň bu häsiýetnamasy “ýadawlyk ýa-da çydamlylyk çägi” adyna eýe.

Çydamlylyk çäginin tejribeliligi hökmünde maksimal naprýaženiýe kabul edilen, ony bolsa serişde $5 \cdot 10^6$ ýa-da 10^7 aýlawlaryň mukdarynda saklap biler.

XX asyryň 60-70-nji ýyllarynda polat, beton, demir-beton, alýuminiý ýerliginden bolan konstruksiýalaryň (ýönekeý pürsagazlaryň, sütünleriň) seýrek gaýtalanýan ýüklenmeler bilen barlanmalar esasynda I.L.Korçinskiniň ýolbaşçylygynda birnäçe ýaş alymlar bolan R.S. Berdiýewa, G.W. Beçenowa, W.A. Ržewskiý we W.F. Şepelew dagylar eksperimental işlerini geçirdiler.

7.2. Konstruksiýalaryň dinamika gatylygy

Seýsmiki ýükleri kesgitlemek üçin binanyň dinamika hasabaty geçirilende, serişdeleriň maýyşgaklyk häsiýeti, ýagny olaryň maýyşgaklyk moduly hasaba alynýar. Bu häsiýetnamalar birnäçe ýagdaýlara bagly bolýar we şonuň üçin hem olaryň ululygyny bellemek aňsat däl. Serişdeleriň maýyşgaklyk häsiýetleri, esasan hem, naprýaženiýäniň maýyşgaklyk çägidin geçende olaryň dartgynlyk ýagdaýlarynyň üýtgemegi bilen başga görnüşe girýärler.

Bulardan başga-da konstruksiýa ýerli dartgynlyk ýagdaýlary täsir edýär. Muny bolsa hasaplaman hasaba girizip bolmaýar. Bular bolsa konstruksiýanyň serişdesiniň häsiýetnamasyna düýpli düzedişler girizýärler.

I.L. Korçinskiniň ýolbaşçylygynda ýaş alymlaryň hakyky jaýlarda geçiren ölçegleriniň netijesinde jaýlaryň köpüsiniň hususy yrgyldylarynyň periodlarynyň hakyky ululyklary “*T*” jaýyň özüniň gaty-

lygyna bagly bolýar, şeýle hem esasyň gozganyşlygyndan jaýyň özi näçe berk bolsa, şonça hem yrgyldynyň periodyna esasyň gozganyşlygy özüniň köp täsirini berýär. Birnäçe awtorlaryň işlerinden görnüşi ýaly, hakyky binalaryň hasaplanylş çyzgydy saýlananda hökmany birlikde konstruksiýanyň deformirlenişi we esasyň gozganyşlygy, şeýle hem konstruksiýanyň hakyky gatylygy ikilenç derejeli elementler girizilmek bilen hasaba alynmaly. Şeýlelikde, deformirleniş ulgamynyň çyzgydy esas bilen maýyşgak baglanyşykly görnüşde kabul edilýär. Onda şeýle ulgamyň erkin yrgyldylarynyň periodyny Dunkerleýiň deňlemesinden, takmynan, kesgitläp bolýar:

$$T = \sqrt{T_0^2 + T_k^2},$$

bu ýerde

T_k – haçan-da onuň konstruksiýasynyň diňe deformasiýasy hasaba alnan ýagdaýynda jaýyň erkin yrgyldysynyň periody;

T_0 – esasyň gozganyşyna görä absolýut berk jaýyň erkin yrgyldysynyň periody.

Özi hem şu deňlemeden kesgitlenýär:

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{Q}{K_a}},$$

bu ýerde

Q – towlanma okuna garanyňda massanyň pursat inersiýasy.

Towlanma oky bolsa yrgyldynyň tekizligine perpendikulýar esasyň agyrlýk merkeziniň üstünden geçýär.

K_a – esasyň burç gatylygy.

Tutuş binýatlar üçin:

$$K_a = 2C_z I_\varphi,$$

bu ýerde

C_z – esasyň deňölçegli maýyşgaklyk gysylyşynyň koeffisiýenti;

I_φ – esasyň meýdanynyň pursat inersiýasy.

Gorizontalseýsmika ýükleriniň täsirinden T_k periodyň ululygy binanyň hasaplanylş çyzgydyna bagly bolýar. Birnäçe awtorlar dürli jaýlaryň yrgyldylarynyň şekilini barlanlarynda şeýle anyklanan, ýagny olaryň deformirlenen şekilleri dürli: gaty konstruktiv çyzgytly

jaýlarda, köplenç, süýşmek deformasiýasy bolýar, maýyşgak binalarda bolsa egilme deformasiýasy bolýar.

Diwarlarynyň ýükgöterijilik ukyby kerpiçden bolan 5-6 gatly jaýlaryň hasaplanylş çyzgydy hökmünde süýşmäge işleýän deňölçegli bölünen ulgamy kabul edip bolýar.

7.3. Togtamanyň häsiýetnamalary

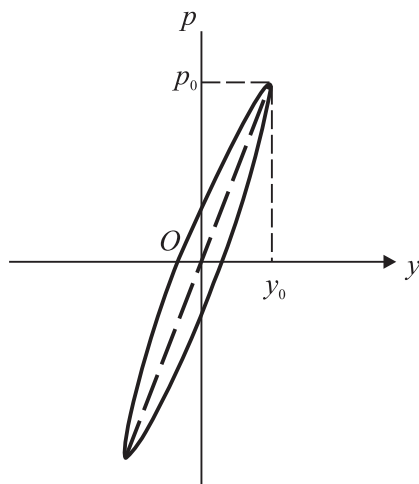
Birnäçe alymlaryň geçiren tejribe işlerinden görnüşi ýaly, şeýle zady anyklamak mümkin. Eger-de arassa maýyşgak ulgam, ýagny hiç bir öwrülmeýän hadysa özüniň energiýasyny harç etmeýän ulgam deňagramlylyk ýagdaýyndan çykarsa, onda ol hemişelik amplitudasy bilen çäklendirilmedik wagt boýunça yrgyldap durar.

Eger-de şular ýaly ulgamda periodiki güýjüň ýygylgy şu ulgamyň hususy yrgyldylarynyň ýygylgyna deň bolsa, onda soňraky ähli ösüşli wagtly amplituda bilen yrgyldar. Hakykatdan hem, dürli hili duran ulgam erkin yrgyldylarda yrgyldaýar. Diňe çäkli wagta onuň yrgyldysynyň amplitudasy ýuwaşdan nula çenli azalýar.

Onuň mejbury ýükli rezonansa girýän yrgyldylarynda amplituda diňe başdaky täsirde ösýär we belli bir ululyga ýetende, onuň ösmegini togtadýar.

Bu hili hadysany şeýle düşündirmek mümkin, ýagny hakyky ulgamyň yrgyldysy öwrülmeýän hadysa energiýa harç edýär. Serişde özüniň häsiýetine baglylykda alýan deformasiýasyna görä daşky energiýany özüne siňdirýär. Ol bolsa serişdäniň “içki garşylygy diýlip atlandyrylýar.

Içki garşylygyň has belli häsiýetnamalarynyň biri otnositel (ýa-da udel) energiýa ýitgisiniň ψ ululygydyr, ýagny bir aýlawyň dowamyndaky maýyşgak däl siňdiriş energiýasynyň mukdarynyň şu aýlawyň yrgyldysynyň doly energiýasyna bolan gatnaşygydyr. 11-nji çyzgyda gisterizisiň halkasy görkezilen, onda gisterizisiň halkasynyň meýdany maýyşgak bolmadyk (öňki ýagdaýyna gelmeýän) hadysa harçlanýan energiýanyň mukdaryny, Oay_0 üçburçlugyň meýdany bolsa yrgyldy hadysasynyň doly energiýasyny görkezýär.



11-nji çyzgy. Gisterizisiň halkasy

Energiýanyň otnositel ýitgisiniň ψ ululygy serişdäniň görnüşine we hiline, onuň dartgynlylyk ýagdaýyna, ýüklenmäniň dowamlylygyna, konstruksiýanyň taýýarlanyş hiline we görnüşine, serişdäniň temperaturasyna we çyglylygyna, käbir ýagdaýlarda bolsa onuň zaýalanmagyna we başga birnäçe ýagdaýlara bagly.

Şuňa görä, ψ ululygynyň durnuklylygy pes, şeýle-de ol şoňa meňzeş serişdeler we konstruksiýalar üçin has giňişlik aralygynyň çäklerinde üýtgeýär.

Köp edebiýat çeşmelerinde φ -iň san ululyk bahalary getirilen, şeýle hem şu işlerde [36; 49] dürli konstruksiýalaryň serişdeleri üçin dürli dartgynlyk ýagdaýlarynda dürli ýollar bilen kesgitlenen ψ -iň bahalary bar, emma muňa garamazdan, tejribelikde ulanmaga gerek bolan ψ ululygy ýeterlik derejede kynlaşan, sebäbi bu maglumatlar, köp ýagdaýlarda, ýa serişdäni ýa-da ýönekeý konstruksiýany aňladýar.

Dürli serişdelerden ýerine ýetirilen konstruksiýalardan durýan jaýyň ähli bitewiliginiň yrgyldysynyň ölçegini häsiýetlendirýän maglumatlar has az.

Kitapdan peýdalanjyklara şu mesele boýunça ugry kesgitleýiş ýagdaýynyň düşnükli bolmagy üçin tablisalarda dürli konstruksiýalaryň görnüşlerine baglylykda ψ ululygyň bahasynda, şeýle hem tablisada. XX asyryň ortasynda we soňky ýyllarynda bitewi jaýlaryň we binalaryň öçmegini häsiýetlendirýän eksperimental maglumatlar getirilen.

Alymlaryň hödürlemelerine görä, jaýlaryň seýsmiki güýjüniň täsirine hasabat geçirilende tejribede ulanmak üçin ψ -niň bahasy 0,66-a deň diýlip kabul edildi. Hasabatda konstruksiýalaryň yrgyldylarynyň häsiýetiniň we ululygynyň içki garşylygynyň täsirini hasaba almakda maýyşgak güýçlerden we inersiýa güýçlerinden başga-da öçüş güýjüni hem girizýärler. Dürli wagtda dürli çaklamalar hödürlenipdi.

I.L. Korçinskiniň we onuň alym şägirtleriniň hödüränlerinden has tejribelik ugurdan ähmiýetlisi iki sany çaklama bolup durýar. Şolaryň biri hem W.Foigtanyň adyny alan çaklamadyr. Ol çaklama boýunça öçüş güýji (ýa-da içki garşylyk güýji) deformasiýanyň tizligine laýyklykda geçýär diýlip kabul edilýär, ýagny

$$R = x_0 y,$$

Onda ulgamyň birderejeli erkinlik yrgyldysynyň deňlemesi şu görnüşli alar

$$m\ddot{y} + x\dot{y} + ky = P(t),$$

bu ýerde

m – ulgamyň massasy;

K – gatylyk koeffisiýenti;

$P(t)$ – daşky dinamika güýç.

Bu aňlatmada x ululygy konstruksiýanyň serişdesiniň häsiýetini hasaplaýjy konstant däl, ol diňe dolulygyna bütinleý ulgamy häsiýetlendirýär we onuň massasynyň üýtgemegi bilen hem üýtgeýär. Serişdäniň häsiýetnamasy hökmünde öçüş koeffisiýenti kabul edilýär, ýagny $\varepsilon_0 = x_0/2m$.

Bu çaklamanyň ulanylmagy bilen birderejeli erkinlik ulgamynyň mejburlyk yrgyldylarynyň meselesini çözmegi, konstruksiýanyň dolanyp gelmejek hadysa harç edilýän daşky energiýany özüne siňdirmegi (hemişelik amplitudada) yrgyldynyň ýygylgynyň galmagy bilen ýokarlanýar.

Şu ugurdan geçirilen birnäçe eksperimental barlaglaryň görkezmesine görä, energiýanyň harç edilişi yrgyldynyň ýygylgyna bagly däl diýen ýaly, emma ol iň ilkinji amplituda bagly diýlip netije çykarylýar [40].

W.Foigtanyň çaklamasynyň şu ýetmezçiligini aýyrmak üçin we ony tejribelik maksat bilen ulanmak üçin şonuň esasynda alnan hökmany gutarnykly çözgi gerek. Ony birnäçe gezek düzedişdirip E_v koeffisiýenti saklaýan agzalary hemişelik ψ ululyk baradaky hakyky maglumatlar bilen baglaşdyrylmaly. Haçan-da şeýle kabul edilse, ony amala aşyryp bolýar, ýagny

$$\varepsilon_v = \frac{\psi}{4\pi} \cdot \frac{P^2}{\omega},$$

bu ýerde

P – ulgamyň hususy yrgyldylarynyň ýygylgy;

ω – mejbury yrgyldylaryň ýygylgy.

Ulgamyň erkinlik yrgyldysynda ýokarky aňlatma şu görnüşli alýar:

$$\varepsilon_v \frac{\psi P}{4\pi}.$$

Ikinji çaklama “Martyşkiniň-Sorokiniň görnüş üýtgediş çaklamasy”. Bu çaklama boýunça öçüş güýji yrgyldynyň tizligine bagly däl-de, deformasiýanyň ululygyna bagly diýlip kabul edilýär. Onda garşylyk güýji

Bu ýerde $R = ix_m y$ bolar.

i – toslanan ululyk.

Köpeldiliş toparlanyşyň nazaryýetiniň süýşürilme fazasy $\pi/2$ -ä deňdir. Onda yrgyldynyň deňlemesi şeýle:

$$m\ddot{y} + ix_m y + ky = P(t).$$

Bu ýerde koeffisiýent x_m konstruksiýanyň serişdesiniň häsiýetiniň kesgitlenişiniň görkezijisi däl-de, diňe şu ulgamy häsiýetlendirýär. Onuň energiýanyň otnositel ýitgisiniň ψ ululygy bilen baglanyşygy başga bolar, ýagny

$$x_m = \frac{\psi k}{2\pi}.$$

I.L. Korçinskiň ýolbaşçylygynda dürli wagtda ýokarda ýazylan iki çaklama ulanylypdyr we ikisi hem birmeňzeş netijelere getirilipdir. Ýöne alymlaryň ýazmaklaryna görä, tejribede W. Foigtanyň çaklamasy özüniň ýönekeýligi üçin ulanmaga has amatly, has hem maşyn tehnikasynyň hasabaty üçin ýerlikli bolupdyr.

11-nji tablisa

Dürli konstruksiýalaryň serişdeleriniň häsiýetnamalaryna görä içki garşylygyň ýitgi energiýasynyň koeffisiýentiniň ψ bahasy

T/b	Konstruksiýalaryň görnüşleri	ψ bahasy			Tejribeçi
		aşaky	ýokarky	ortaça	
1	2	3	4	5	6
1	Demir-beton balkalary	0,16	0,41	0,25	Korçinskiý I.L
2	Demir-beton balkalary	0,35	0,78	0,56	Pawlýuk N.P.

11-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6
3	Demir-beton çarçuwalary	0,35	0,45	0,38	Pawlýuk N.P.
4	Demir-beton çarçuwalary	0,16	0,33	0,25	Sawinow O.K.
5	Demirbeton kранаşagy balkalar: – Çatylary bitewileşdirilmänkä; – Çatylary bitewileşdirilenden soňra	0,24 0,38	0,40 0,56	0,32 0,47	Sorokin E.S Sorokin E.S
6	Demir-beton ýapgylar	0,32	0,57	0,74	Rozen M.
7	Demirbeton erňekli (gapyrga) ýapgylar	0,39	0,78	0,57	Sorokin E.S
8	Balkasyz demir-beton ýapgy	-	-	0,56	Hort W.
9	Iripanelli demir-beton ýapgylary (belent jaýlar): – çatylary bitewileşdirilmänkä; – çatylary bitewileşdirilenden soňra	0,20 0,44	0,24 0,60	0,22 0,52	Tomson. O.I. Tomson O.I.
10	Polat balkalaryň üstündäki demir-beton gümmezzikleri	0,36	1,00	0,68	Barşteýn M.F.
11	Polat balkalaryň üstündäki kerpiç gümmezzikleri	0,47	0,90	0,68	Sorokin E.S.
12	Kerpiç oturtmalary: – sement erginde; – çylşyrymly erginde; – hekli erginde	0,05 0,08 0,10	0,56 0,64 0,64	0,19 0,19 0,29	Melik-Adam-ýan R.O.
13	Öz agramyny göterýän kerpiç diwarly (galyňlygy 0,5 kerpiç) modeli	0,20	0,55	0,37	Rabinowić A.I
14	Nyşany (markasy) 30 bolan çylşyrymly erginde kerpiç örümine bolan basyşda $G_b = 4 \text{ МПа}$	-	-	0,24	Karapetýan B.N.
15	Nyşany 100 bolan sementli erginde kerpiç örümine bolan basyşda $G_b = 4 \text{ МПа}$ – Nyşany 30 bolan çylşyrymly erginde – Nyşany 4 bolan hekli erginde	- - -	- - -	0,19 0,22 0,33	Karapetýan B.N.
16	Agaç balkalar	0,04	0,10	0,07	Korçinskiý I.L.
17	Haçjaly çüýlenen diwarly balkalar	0,17	0,41	0,30	Korçinskiý I.L.
18	Ýelmenen balkalaryň üstündäki agaç ýapgylary	0,23	0,43	0,33	Melik-Adam-ýan R.O

11-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6
19	Agaç plitanyň üstündäki agaç ýapgy	0,38	0,47	0,42	Melik-Adam-ýan R.O
20	Ýönekeý agaç ýapgysy	-	-	0,35	Melik-Adam-ýan R.O
21	Ýelim bilen ýelmenen agaç balkalary	-	-	0,12	Martyşkin W.S

12-nji tablica

Dürli görnüşli bitewi jaýlaryň we binalaryň içki garşylygynyň ýitgi energiýasynyň koeffisiýentiniň ψ bahasy

T/b	Konstruksiýalaryň görnüşleri	ψ baha			Tejribeçi
		aşaky	ýo-kärky	ortaça	
1	2	3	4	5	6
1	Kerpiç bilen doldurylan karkas jaýlar	0,32	0,68	0,46	Medwedew S.W.
2	Beýiklikleri 7 metrden 24 metre çenli bolan kerpiç jaýlar	0,48	0,76	0,60	Medwedew S.W.
3	Suwbasysly kerpiç diň	-	-	0,74	Medwedew S.W.
4	Beýikligi 8-den 22 gata çenli bolan karkas jaýlar	0,26	0,44	0,36	Karsiwadze G.N., Byuş I.Y., Kahiani L.N.
5	Demir-beton köprüleri	0,06	0,80	0,40	Weýnblat B.M.
6	Demir-beton köprüleri	-	-	0,29	Shinaşwilli E.A. Sarkisow Y.S. Byuş I.Y.
7	Turba generatoryň aşagynda demir-beton binýatlary	0,70	1,20	0,80	Makariçew W.W.
8	Polat köprüler	0,04	0,30	0,17	Bernşteýn S.A.
9	Polat köprüler	0,02	0,29	0,17	Ilýasowiç S.A.
10	Kerpiçden tüsse turbalar	0,40	0,44	0,42	Medwedew S.W.
11	Polatdan tüsse turbalar	0,08	0,16	0,11	Barşteýn M.F.

8. SEÝSMIKA ÇYDAMLY GURLUŞYGY TASLAMAGYŇ ESASY ÝAGDAÝLARY

8.1. Umumy ýagdaýlar

1. **Seýsmika çydamlylyk** – jaýlaryň we binalaryň (esasan hem, olaryň ýükgöterijilik konstruksiýalarynyň) hasaplanylş seýsmika täsi-

rine garşy durup, özleriniň peýdalanyş hilini saklap, goýberilişini, zaýalanyşyny hasaba almak bilen adamlaryň howpsuzlygyny we enjamlaryň saklanyşyny üpjün etmek.

Seýsmiki etraplarda peýdalanylýan jaýlar ýer sarsgyny döreýän-çä edil seýsmiki däl etraplardaky jaýlar ýaly dartgynly ýagdaý-da bolýarlar. Şeýlelikde, olar peýdalanyşyň talabyna görä, umumy gurluşygyň kadasyna laýyk gelmelidir. Diňe ýer titrän wagtynda bu jaýlar goşmaça daşky täsiri kabul edenlerinde taslamalaşdyryjynyň öňünden ulgama goýan ätiýaçlyk berkligi işe girizilmelidir. Şu ýerden görnüşi ýaly, jaýyň ýükgöterijilik ukyby peýdalanyş we seýsmiki ýükleriň bilelikdäki bir wagtdaky täsirindäki şertinden üpjün edilme-lidir. Konstruksiýanyň şeýle daşky ýükleriniň hasabatyna **aýratyn utgaşdyrylan täsire bolan hasabat** diýilýär.

Jaýlar ýer titrän wagtynda peýdalanyş ýükleri bilen doly “ýük-lenmeýär”. Şoňa görä hem jaýlaryň seýsmika çydamlylygynyň hasa-baty geçirilende peýdalanyş ýükleri seýsmika çydamсыз jaýlaryň ha-saplanyşyna garanynda birneme azaldylp kabul edilýär. Bu ýagdaý degişli koeffisiýentleriň üsti bilen hasaba alynýar. Olar bolsa degişli kadalarda [17; 27] görkezilýär.

XX asyryň 40-njy ýyllaryndan asyryň ahyryna çenli bolan ýer sarsgynlarynda jaýlaryň alan zyýanlaryny (instrumental ýazgylaryň, şeýle hem konstruksiýalaryň elementleriniň alan şikesleriniň, ýum-rulyşlarynyň esasynda) sowet alymlarynyň takyklamalarynyň esasynda jaýlary seýsmika çydamlylyk ugrundan üpjün etmegiň [17; 56] şeýle esasy, ýagny

- seýsmiki ugurdan amatly gurluşyk meýdançasyny saýlamak;
- seýsmika ýükleri deňeşdirip bölejigi üpjün etmekde belli bir göwrüm-meýilnamalaşdyryş çözümlerini ýerine ýetirmek;
- seýsmiki güýçleriň täsirinde jaýlaryň alýan güýçlerini we süýş-meklerini azaltmaga getirýän konstruktiw çyzgytlary ulanmak;
- seýsmika täsire bolan hasabat;
- seýsmika täsire edilen hasabatyň netijesinde konstruktiw çö-zümleri kabul etmek;
- seýsmika täsiriniň hasabatynyň netijesine gaçarçuwazdan, ýö-rite niýetlenilen çäreleri ýerine ýetirmek (sebäbi jaýyň umumy dur-

nuklylygyny üpjün etmekde konstruksiýanyň käbir elementlerinde maýyşgak deformasiýanyň bolmagyny goýberip bilýär);

– gurluşyk – gurnama işlerini ýokary hilde ýerine ýetirmek prinsipleri işlenen.

Ýagdaýy hasaba almak bilen [56] jaýyň seýsmika çydamlylygyny şeýle baglanyşyk bilen aňladyp bolýar:

$$S = S_{oik} + AR,$$

bu ýerde

S_{oik} – konstruksiýanyň hasaplanma-maýyşgak ýagdaýyna degişli hasaplanma seýsmika ýüki;

AR – konstruksiýanyň deformirlenýän maýyşgak ýelmeniş döwründe ýüze çykýan goşmaça artyklyk.

Ýokarda görkezilen aňlatmanyň birinji goşulmasy hasaplanýş bilen üpjün edilýär, ikinji goşulma bolsa konstruktiv çäreleri öz içine alýar.

8.2. Göwrüm-meýilnamalaşdyryş çözgütleri

Gurluşyk ýeri saýlananda, ilkibaşda onuň seýsmiki aktiwligine seredilýär, sebäbi gurluşyk etrabyň seýsmika baly näçe ýokary bolsa, şonça hem seýsmika garşy bolan çärelere edilýän talaby ýokary bolýar. Şoňa laýyklykda hem jaýyň bahasy has galýar.

Käbir ýagdaýda jaýyň meýilnamadaky şekiliniň uly ähmiýeti bardyr, sebäbi onuň şekilinden ähli ulgamyň işleýiş ugry ýüze çykýar.

Elbetde, jaýyň formasy tegelek görnüşinde bolsa, emma bu ýagdaý hemme wagt meýilnamalaşdyrylyşyň talabyna laýyk gelenok. Jaýlar we binalar taslamalaşdyrylanda hökman simmetriki konstruktiv çyzgytlar kabul edilýär. Şeýle ýagdaýda konstruksiýalaryň gatylygy we agramlylygy ýapgylara konstruksiýalardan we ýüklerden deňlikde bölünýär.

Eger-de bu şert ýerine ýetirilmese, onda jaýyň merkezi agramlylygy we gatylygy biri-birine gabat gelmeýär. Bu bolsa jaýyň meýilnamasyndaky tovlanma pursatynyň ösmegine eltýär we aýry ýükgöterijilik konstruksiýalarynda güýçleriň ýygnanmagyny döredýär.

Meýilnamada jaýyň formasy ýönekeý görnüşde we ykjam bolmaly. Gaty konstruktiv çyzgytly jaýlarda içki diwarlar jaýyň бүтинleý inine ýa-da boýuna zowwally (aňyrsyna geçýän) bolmaly, sebäbi zowwalsyz keselik diwarlara gorizont al itergide urgulyk täsirini edýär we şeýle ýagdaýda bolsa oňa ýanaşýan boýlugyna gidýän diwary döwür

zaýalamagy mümkin. Kadalaýyklyk [57] bu ýagdaýdan çykmaga pursat berýär. Eger-de tassyklaýyş esas bolan ýagdaýynda we döwürleş oklarynda 60 sm-e çenli jaýyň keselik diwarynyň ikisinden köpi bolmadyk ýagdaýynda, ýöne belli bir şertde, eger-de ýanaşyk keselik diwarlaryň uzynlyk aralygy 4 metrden köp bolmadyk ýagdaýynda rugsat edilýär.

8.3. Konstruktiw çyzgytlar

Jaýlaryň umumy jaýlaşyklygynda karkasyň elementlerini, baglaşdyryjylary, diwarlary, basgançak kapasalaryny we liftleri ýerleşdirmekde massalaryny (agramlaryny) we gatylyklaryny deňlikde bölüşdirip, simmetriki çözgütleri ulanmaly. Seýsmiki etraplar üçin karkasly ýaşaýyş we jemgyýetçilik jaýlary taslamalaşdyrylanda esasy ölçegleriň ülnä laýyklygyna edilýän talap edil şolar ýaly jaýlaryň gurluşygyna ýönekeý şertlerde talap edilişi ýaly bolmaly, ýagny:

- sütünleriň esasy torý 6x6m, keselik ugruna goşmaça 3 we 4,5 m, jemgyýetçilik jaýlary üçin keselik ugruna irilik gerimi 9 m goýberilip bilinýär;

- ýaşaýyş jaýlary üçin häsiýetli gatyň beýikligi 2,8 m, jemgyýetçilik jaýlary üçin 3,3 m we 4,5 m; tehniki gatyň we üçegini (jaýyň potology bilen tam üstüniň aralygyndaky kiçi göwürümlü jaýjagaz) beýikligi 2,1 m, ýerastyndaky jaý 3 m; zallaryň beýikligi 4,2 m we poldan çykyş konstruksiýanyň düýbüne çenli her biri 60 sm;

- zallaryň girimleri – 9, 12, 15, 18, 21, 24, 30 we 36 m.

Jaýyň içki meýilnamalaşdyrylyşy ýükgöterijilik ukyby bolan elementleriň we massalaryň gatylyklarynyň deňlikde bölünmeklerini ukyplaşdyrmaly. Bu ýerde aýratyn hyzmaty gataralyklary bolan plita ýapgyalary we basyrgylary ýerine ýetirýärler. Olar gorizontaly ýükgöteriji diwarlary bir bitewi edip baglaşdyrmaly. Şeýle ýagdaýda seýsmiki güýjüň gatyň çäginde bölünmegini üpjün edýär. XX asyryň 50-60-njy ýyllaryndan bärki ýer sarsgynlarynyň netijesiniň tejribesinden görnüşi ýaly, birnäçe jaýlaryň ýapgy plitalary ýükgöterijilik diwarlar bilen ýeterlikli gaty baglaşdyrylmanson ýer sarsgynynda gaty zaýalanýarlar. Bu, ilkinji nobatda, daş we iripanelli jaýlara degişli.

Jaýyň beýikligi böleklenen çäklerinde bir ululykda bellenýär. Başga deň şertlerde beýikligi ulaldylsa, onda onuň inersion massasyny artdyrýar, bu bolsa seýsmiki güýji köneldýär, ýükgöterijilik element-

leriniň keselik kesimleriniň ölçeglerini ykdysady ugurdan maksadalaýyk bolmadyk tarapa gönükdirýär. Şu ýagdaýda bolsa has köp içki güýçler (keselik güýç we egilme pursaty) jaýyň esasynda döreýärler. Haçan-da jaýyň beýikligi boýunça deňlikde täsir ediji seýsmiki güýçleriň derejesi peselende içki güýçleri azaldyp bolýar.

Değişli konstruktiv ulgamly jaý umumy ýagdaýda deň bölüşdirilmedik ýükler bilen ýüklenen. Oňa peýdaly ýükler, şeýle hem jaýyň konstruksiýalarynyň hususy agramlary değişli. Haçan-da jaýyň hasaplanylş çyzgydyňa geçilende bu ýükler deň bölünen ýa-da jemlenen ýüklere getirilýär. Seýsmika çydamly jaýlar taslamalaşdyrylanda ýokarlygyna jemlenen ýükleri peýdalanýarlar. Olary bolsa gataralyk ýapgyalarynyň derejesinde ýerleşdirýärler, ýagny ýapgylaryň mukdary bolsa jemlenen ýükleriň sanyny kesgitleýär. Olaryň ululyklary bolsa değişli ýapgylaryň agramlaryna we oňa bolan wagtlaýyn ýüke, şeýle hem galtaşýan gatlaryň ýarym beýikliginiň çägindäki diwarlaryň we başga konstruksiýalaryň agramlaryna bagly bolýar.

Şularyň esasynda ýyganan ýükler jaýyň keselik ýa-da boýunyň ugurlary boýunça bir deňlikde boljagyny aýdyp bolýar.

Öz gezeginde, jemlenen ýükleriň mukdary bolsa berlen ulgamyň erkinlik derejesiniň sanyny kesgitleýär.

Seýsmiki etraplarda galdyrylýan jaýlar esasy ýükgöterijiliginiň görnüşleri boýunça gatylyklara we maýyşgaklyklara (aşakdaky tablisa seret) bölünýärler. Ýer titrân wagty jaýyň we binanyň deformatiwligine jaýyň konstruktiv çyzgydy has köp täsir edýär.

13-nji tablisa

Jaýyň konstruktiv çyzgytlary

Jaýyň ýükgöterijilik konstruksiýalary	Konstruktiv çyzgyt		Bellik
	gatylyk	maýyşgaklyk	
Daşlardan	gatylyk	-	
Karkaslydaşly	-II-	-	
Iri bloklylar	-II-	-	
Iripanelli	-II-	-	
Karkassyz bitewiler	-II-		
Karkaslylar			
Demirbetonlylar	-	Maýyşgak	Demir-beton
Polatlylar	-	-II-	Sütünler
Gatyşyklylar	-	-II-	Polatly, pürsli konstruksiýa

Iripanelli jaýlar dar we giň ädimli keselik diwarlaryna bölünýärler. Darädimli keselik diwarlaryň ädimi 4 metre çenli, giňädimli keselik diwarlarynyň ädimi 4 metrden 6,5 metre çenli taslamalaşdyrylýar. Seýsmiki etraplarda jaýlar darädimli keselik diwarlarda boýlugyna we keseligine bolan ýükgöterijilikli diwar taslamalaşdyrylmaga hödürlenýär [57], panel ýapgylyr bolsa sudurlygyna (konturlygyna) ýapylýar.

XX asyryň 60-njy ýyllaryndan başlap Türkmenistanyň seýsmiki etraplarynda iripanelli jaýlar ýaşaýyş jaý gurluşygynda giňden ulanylyp başlandy. Birinjiden, bu jaýlaryň agramy kerpiçden we daşdan salynýan jaýlara garanyňda 1,5-2 esse pes, ikinjiden bolsa, onuň serişdeleriniň kesiji we dartgy güýçlere bolan ýokary berklik häsiýetnamalary, şeýle hem ýükgöterijilik elementleriniň konstruksiýalarynyň ýönekeýliginiň we arassa ölçegleriniň ýerine ýetirmäge berýän mümkinçiligi we olaryň jaýyň meýilnamasynda deňlikde bölünmekleri.

Binýadyň çuňlugyny edil seýsmiki däl etraplardaky gurluşykdaky ýaly kabul edýärler Ýükgöterijilik diwarlarynyň aşagyna jaýyň ýa-da onuň bölegine bir derejede lentaly binýatlar ulanylýar. Eger-de dürli ululyk belliklerinde (otmetkalarynda) galtaşýan bölekler goýulmaly bolsa, onda çuňňur bölegindäki binýatdan has pes çuňlugyna çykytly (basgançakly oý görnüşinde) görnüşde geçelge gurluşy ýerine ýetirilýär. Binýatlar bitewi ýa-da ýygnama betondan ýerine ýetirilýär. Agyr beton üçin betonyň synpy B7,5-den, nyşany M100-den az bolmaly däl, but daşly beton üçin nyşany M75-den, ýygnama betonlar üçin M150-den az bolmaly däl.

Jaýyň ýer aşagyndaky bölegi binýat bilen, binýatdan we ýerasty diwarlardan çykýan sterženler bilen birleşdirilýär. Ýygnama usulda diwarlaryň aşagyna bitewi ýa-da ýygnama demir-betondan bolan ýassyklar gurylýar, olar hem öz aralarynda çykyş armaturlar bilen berkidilip bitewileşdirilýär. Jaýyň ýerasty böleginiň ýygnama diwarlary ýokarsynda öz aralarynda gorizont almaturlar bilen berkidilýär. Ol armaturlara, haçan-da zawodlarda ýa-da kombinatlarda paneller we bloklar taýýarlananda, hasaplanýş seýsmika ýüküne baglylykda, ýagny 7, 8, 9 ballar üçin deňişlilikde 3, 4 we 6 sany sterženler goýulýar we olaryň her biriniň diametri 10 mm bolýar. Ýerasty jaý bolmadyk ýagdaýynda ýygnama beton bloklary öz aralarynda ýokarsynda galyňlygy 100 mm bolan demir-beton lenta bilen baglaşdyrylýar. Olaryň üstüne bolsa daşky we içki diwarlar oturdylyp, olardan çykýan armatur sterženler kebşirlenýär, soňra bolsa nyşany M200

bolan beton bilen bitewileşdirilýär. Ýerasty otaglar üçin galyňlygy 140 mm bolan demirbeton paneller ulanylýar. Seýsmiki etraplarda birgatlakly we üçgatlakly konstruksiýasy bolan daşky paneller ulanylýar. Birgatlakly paneller keramzitbetondan ýa-da başga görnüşli ýeňil betondan taýýarlanyp bilner. Üçgatlakly panel iki demir-beton gatlagynyň arasy aralanan ýylylyk gatlagyny öz içine alýan panelden durýar. Ýükgöteriji gatlak üçin ulanylýan agyr betonyň nyşany M150-den, ýeňil betonyň nyşany M75-den az bolmaly däl. Tutuş plita ýapgynyň çuňluk daýanjy 12, 14 we 16 sm, degişlilikde bolmaly 5, 6 we 7 sm diwar panelleriniň galyňlyklaryndadyr, özləri hem nyşany M100 bolan sement ergininde goýulýar.

Birnäçe awtorlaryň öz işlerinde görkezmeklerine görä, jaýyň konstruktiv elementleri dartgynlyk ýagdaýynda bolmak bilen, ýer sarsgyny döwründe seýsmiki ýükleri kabul etmekde esasy hyzmaty ýerine ýetirýär. Ýer sarsgynynyň ýetiren harabaçylyklarynyň takyk-lanyşyna görä, haçan-da konstruksiýalar dartgynlyk ýagdaýlarynyň soňky derejesine ýetenlerinde jaýryklar emele gelýär, sebäbi dartgynly güýçlendirme (naprýaženiye) berklik çägene ýetýär. Iripanelli jaýlarda jaýryklygyň emele gelmeginiň sebäbi hem olarda betonyň temperaturalarynyň, çökmeleriniň deformasiýasynyň we ýygrylmasynyň ýüze çykmagynda panelleriň çatylarynda uly derejede ösýärler.

Karkassyz bitewi jaýlar ýükgöterijilikli ýa-da öz agramyny göteriji daşky diwarlardan bolan şular ýaly konstruktiv çyzgytdan ýerine ýetirilýär. Çatyryk – diwarly ýa-da bedeni – diwarly. Jaýlarda gorizontalseýsmika ýükleriniň kabul edilişiniň üpjünçiligi:

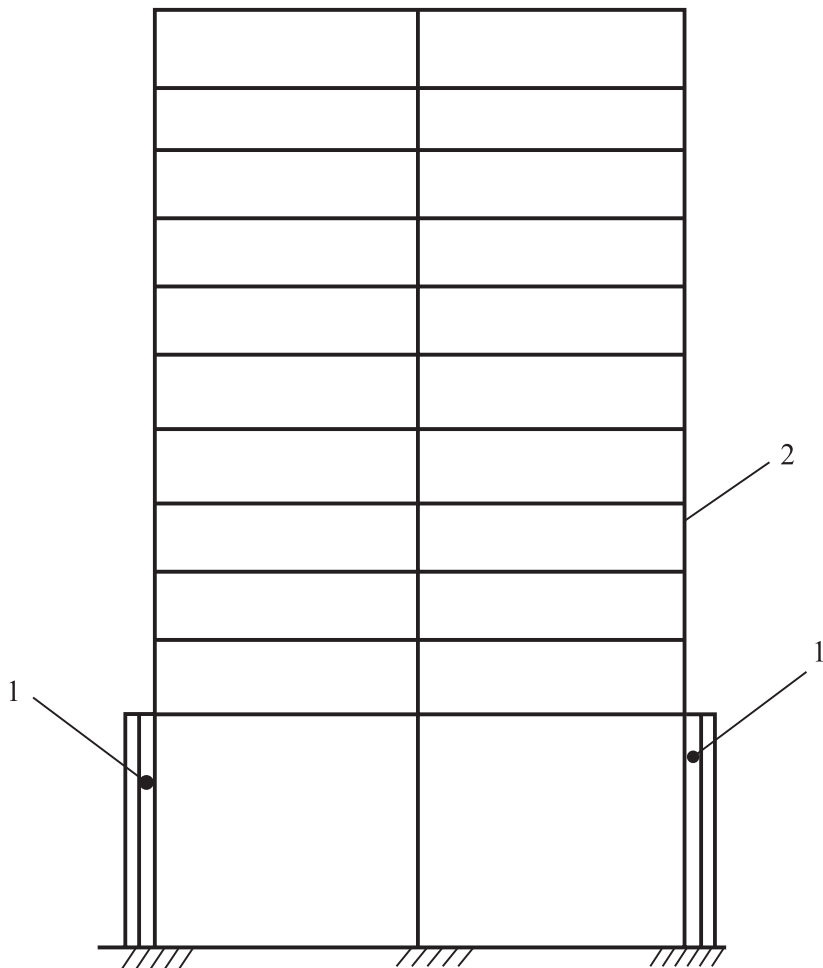
– çatyrykly-diwarly çyzgyda degişli ugurlary bolan diwarlardan, bedeni – diwarly çyzgydy boýunça seýsmika güýçleriň täsiriniň ugruna; radial ýerleşýän diwarlardan, özi hem 45-den aşak-ýokaryk bolmadyk ýagdaýynda;

– şu ýükleriň täsiriniň boýuna ýerleşen bedenleri we ýükgöterijilik diwarlary ýa-da diňe bedenleri boýunça seýsmika güýçleriniň täsiriniň ugrunda ýükgöterijilik diwarynyň ýok bolan ýagdaýynda konstruktiv çyzgyda bagly.

8.4. Maýyşgak konstruktiv çyzgytly jaýlar

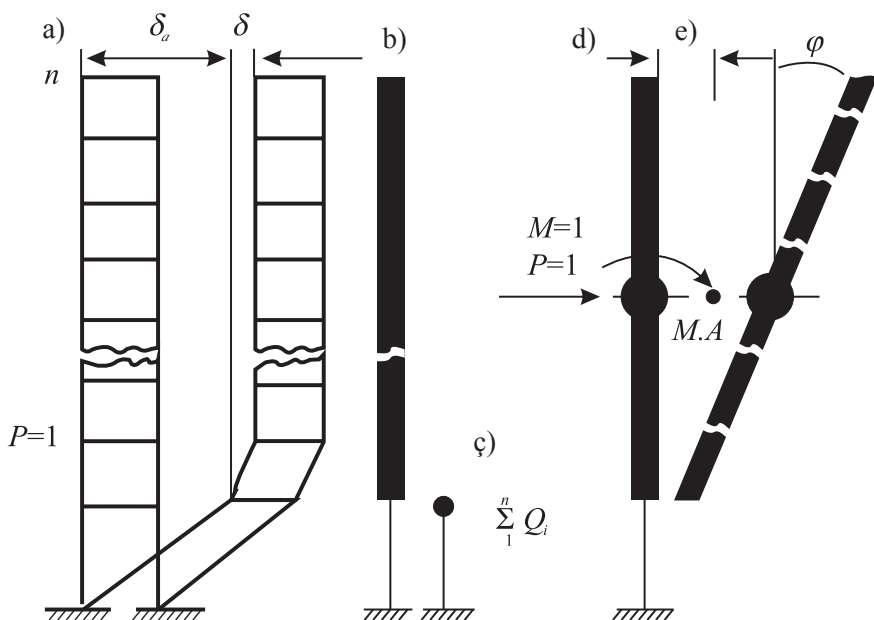
Maýyşgak konstruktiv çyzgytly jaýlarda, esasan hem, birinji gatyň karkasynda, bitewi demir-beton karkasda maýyşgaklygy sütün özüniň

beýikliginiň uzynlygy boýunça ýerine ýetirýär. Birinjiden, sütüniň beýiklik üçin uzynlygy, kese kesimiň ölçeg ululyklary, şeýle hem birinji gata ýanaşyp galtaşýan diwarlar (daşky), basgançaklar, lift şahtalary bilen gerekli boşluklaryň hasabaty ýerine ýetirilýär. Birinji gatyň üstünde durýan ähli gatlaryň agramyna, şeýle hem seýsmiki täsire bolan hasabat geçirilýär. Şeýle hem hasaplanan boşluk aralyk ululygy ýeňil maýyşgak serişde bilen doldurylýar, sebäbi sütünler we pürsler daşky we içki konstruksiýalar bilen berk birleşdirilmeyär (12, 13-nji çyzgylar).



12-nji çyzgy. Aşaky gaty maýyşgakly iripanelli jaýyň çyzgydy.

1 – jaýyň maýyşgak bölegi; 2 – jaýyň gatylyk bölegi



13-nji çyzgy. Aşaky gaty maýyşgak iripanelli jaýyň hasaplaýyş çyzgydy.

δ_a – aşaky böleginiň (maýyşgak) deformasiýasy;

δ_y – ýokarky böleginiň (gatylyk) deformasiýasy

Gatyň demir-beton konstruksiýasy özüniň maýyşgaklygyna baglylykda erkin işläp, seýsmiki güýjüň täsirini kabul edip, gatlara seýsmiki güýjüň täsirini 1-2 bal peseldip geçirýär. Eger-de şeýle ýagdaýda gurluşyk meýdançasý 9 bal bolsa, onda birinji gatyň karkasy özüniň maýyşgaklygyna görä ýokarky gatlara 7 bal edip geçirýär. Eger-de birinji gatyň üstünde 15-20 gatly iripanelli jaýlar gurnalýan bolsa, onda olar 9 bala däl-de, 7 bala çydamly diýlip hasaplanýar, şeýle hem konstruksiýa ugrundan olaryň elementleri taýýarlananda 9 bala güýçlendirilmeýär. Seýsmiki täsiriň güýji 1-2 bal peseldilse, onda jaýyň umumy bahasy bir esse azalýar. 1960-1961-nji ýyllarda Italiýada gurlan bankyň jaýynyň birinji gatynyň bitewi demir-beton sütüniniň beýikligi 10,5 metre ýetdi, üstünde bolsa köpgatly iri panellerden bolan jaý gurnaldy.

Şu setirleriň awtory 1962-nji ýylda özüniň diplom taslamasynda 12 gatly jaýyň birinji gatyny bitewi demir-beton maýyşgak karkasynda, galan 11 gatyny bolsa iripanelli jaýda çözdü. Birinji gatyň karkasynyň ha-

sabaty seýsmiki güýjüň 9 bala bolan täsirine geçirildi, jaýyň ýokarsyndaky 11 gatyň konstruksiýalary 9 bala däl-de, 7-8 bala deň boljak seýsmiki güýji kabul edýär. Şeýlelikde, zawodlarda, kombinatlarda taýýarlanýan iri panellere harç edilmeli serişdeler 9 balyň güýjüne däl-de, 7-8 balyň güýjüne harç edilmeli serişdeleriň hasabatyna ugrukdyrylýar.

Birnäçe edebiýat çeşmelerinde [22; 43; 46; 47;] getirilýän maglumatlara görä, XX asyryň ahylarlaryna çenli Ýer ýüzüniň köp döwletlerinde bolan güýçli ýer sarsgynlarynyň beren zyýanlarynda, tejribe-den görnüşi ýaly, karkas jaýlar beýleki jaýlara garanyňda has seýsmika çydamly bolup, köpgatly karkas jaýlary seýsmiki täsiriniň garşysyna ýumrulyşdan saklar. Mysal üçin, 1906-njy ýylda güýji 9-10 bala ýeten ýer sarsgynynda San-Fransisko şäherinde gurlan 10-16 gatly jaýlaryň biri hem ýykylmady, şeýle hem 1957-nji ýylda Mehiko şäherinde 9 bala golaý ýer sarsgynynda 10 gatdan 43 gata çenli gurlan jaýlaryň biri hem ýykylmady. Ýaponiýada, Amerikada, Italiýada, Hytaýda, Daşkentde 1970-2008-nji ýyllar aralygynda gurlan köpgatly karkas jaýlar 7-8-9 bally ýer sarsgynlarynda ýykylman saklandylar.

Jaýyň karkasy sütünlerden, pürslerden (rigellerden) we ýapgy plitalaryndan durmak bilen, öz aralarynda birleşdirilip, giňişlik çarçuwasynyň ýokarsynyň bitewi ýasy tegenini (diskowy) gurýar. Bu elementleriň ählisi jemlenen diklik ýüklerini kabul edişleri ýaly, go-rizontal – seýsmiki ýükleri hem kabul edýärler. Bulardan başga-da daşky we içki diwar konstruksiýalary hem karkas bilen birlikde işe girişýär. Diwar doldurylyş konstruktiv çözügütlerine we olaryň jaýyň karkasy bilen baglanyşyklygyna baglylykda olary birnäçe hasaplanýş çyzygydyna bölüp bolýar:

1. Çarçuwaly çyzgyt.

Ol sütünleriň, rigelleiň we ýapgy plitalarynyň öz aralarynda gaty birleşmeleriniň ulgamy bolýar.

Şeýle ýagdaýda diwar konstruksiýalary karkas bilen baglaşdyrylanda seýsmikanyň täsiri wagtynda karkasyň deformirlenmegine päsgel bermeli däl. Şeýlelikde, jaýyň gatylygyny we berkligini karkasyň özi doly üpjün etmeli. (*14-nji çyzgy*). Hasaplamada karkasy doldurmak diňe inersiýa ýüki diýlip hasap edilyär, bu bolsa, bir tarapdan, seýsmiki ýüküň köpelmegine, ikinji tarapdan, hususy yrgyldylaryň köpelmegi sebäpli onuň azalmagyna eltýär.

2. Çarçuwaly – baglanma çyzgydy (*14-nji b çyzgy*).

İşleýşi çarçuwaly çyzgyt ýaly, ýöne diňe goşulmanyň netijesinde – metaldan bolan diagonal baglaýjylaryň hasabyna jaýyň gorizontaly gatylygy galýar. Gorizontaly güýçleriň bir bölegi sütünden şu baglaýjylara berilýär.

Şu çyzgynyň aýratynlygy hem karkasyň süýşmegini çäklendirmegidir.

3. Diafragma gatylykly çarçuwa (*14-nji ç çyzgy*).

Bu çyzgyt boýunça karkas ulgamynyň gatylygynyň köpeldilmegi – çarçuwanyň aralyk beýikligine diwar gatylygy (otag aralarynyň gabawlary, liftleriň şahtasy, basgançak meýdançasyny) girizilýär.

Bu çyzgydyň beýleki çyzgytlardan aýratynlygy, ol hem bolsa diafragma-diwarlar karkas bilen ähli perimetrleri boýunça doldurylyp gaty baglanyşdyrylan. Şuňa görä hem seýsmiki täsirde karkasyň işine özüniň ýükgöterijilik ukybyna baglylykda doldurylma girýär. Şeýlelikde, diwar gatylygy (diafragma) jaýyň deformasiýasyny çäklendirmek bilen öz üstüne has köp, käbir ýagdaýlarda bolsa karkas jaýlarda döreýän seýsmiki ýüki doly kabul edýär.

Diafragma gatylygynyň berklilik häsiýetnamalaryna görä, karkas jaýynyň işleýşiniň iki ýagdaýy bolup bilýär:

– birinjiden, jaýyň karkasy diňe diklikde jemlenen ýükleri (özüniň agramy, peýdaly ýük) kabul etmäge bellenen, emma ýer titrän döwründe bolsa gaty diwarlar-diafragmalar garşy durmaly. Şeýle ýagdaýda diňe diafragma gatylyklary jaýyň seýsmika çydamlylygyny üpjün etmeli. Olar ähli hasaplanýş seýsmiki ýüküň täsirinde hasaplanmalydyr we konstruirilenip saýlanmalydyr;

– ikinjiden, ähli seýsmiki ýüki kabul etmäge diafragmanyň gatylygynyň berkligi ýeterlikli däl. Şeýle ýagdaýda olar zaýalanýança-lar seýsmiki ýük gaty elementleri kabul edýär, soňra bolsa karkas işe girişýär. Diafragmanyň zaýаланан bölegi energiýanyň bölegini özüne siňdirýär. Bu ýagdaýa bolsa jaýyň ýerüsti böleginiň esasynyň yrgyldysynyň täsiri eltýär. Energiýanyň galan bölegini bolsa karkas kabul edýär, soňy-da hasaplamaly [36]. Gaty diafragmalaryň hatardan çyk-magyna görä, jaýyň dinamika häsiýetnamalary üýtgeýär (periody we yrgyldynyň ölçmegi). Şeýle ýagdaýda karkas ulgamy edil çarçuwaly konstruksiýa ýaly hasaplanýar.

8.5. Kerpiç jaýlar

Köpsanly awtorlaryň işlerinden görnüşi ýaly [36, 52, 55, 62] XX asyryň 40-njy ýyllaryndan başlap 90-njy ýyllaryň ahyryna çenli bolan köpsanly ýer sarsgynlarynda (Aşgabat 1948; Daşkent 1966; Jambul 1971; Gazly 1976; Wrança 1940, 1977 we 1986 ýyllarda) jaýlaryň daş diwarlary zaýaçaýlyklara, ýagny

- ähli ýeri berk meýdanlaryň we kiçi aralyk diwarlaryň ýumrulmasyna;

- keselik meýdança diwarlarynyň boýlugyndaky burçluk diwarlardan we kesişme diwarlardan üzülip aýrylmasyna;

- penjiräniň aşagyndaky daýanç meýdançalaryndaky gysyk jaýryklara;

- aralyklardaky diwarlaryň bogunlaryndaky gorizontala jaýryklara sezewar bolýar.

Jaýlaryň kerpiç önümleriniň dinamika ýükleriniň täsirine garşylyk görkezişi ýokary däl.

Kerpiçden gurulýan jaýlaryň ýükgöterijilik elementleriniň berkligi kerpiç önüminiň berklik häsiýetnamalaryna bagly, örümiň ähtibarlylygy kerpijiň, erginiň hiline we kerpijiň ergin bilen ilişmesine bagly.

Beýleki serişdelere, ýagny polada, demir-betona garanyňda, kerpiç örüminiň ýükgöterijilik ukyby artyk däl, sebäbi kerpiç döwülgiç serişdeleriň hataryna girýär. Olarda maýyşgaklyk deformasiýasynyň ösmek ukyby ýok. Eger-de daşky ýük şular ýaly serişdeleriň maýyşgaklyk çäginde artyk güýjenmäni döretse, onda serişdäniň ýükgöterijilik ukyby gidýär we ýumrulyş başlanýar.

Ýer sarsgyny wagtynda artyklyk ýük täsiri döreýär, ol daş örümi üçin has howply, emma, muňa garamazdan, Türkmenistanyň ähli weleatlarynda gurulýan jaýlarda, köplenç, kerpiç örümi alnyp barylýar, sebäbi ykdysady ugurdan amatly we esasy gurluşyk serişdesi bolup hyzmat edýär. Onuň üçin hem ýükgöterijilikli daşdiwarly jaý gurluşygyny ýatyryp bolmaýar, sebäbi ýer sarsgynynyň tejribesiniň görkezşine görä, dogry hasaplamalar geçirilip, iş önümçiliginiň düzgüni ýerine ýetirilse, kerpiç jaýlar ýer sarsgynynyň garşysyna durup bilýär.

Eger-de ähli ýükgöterijilik konstruksiýalary – boýlugyna, keseligine bolan diwarlar we ýapgy plitalary biri-birleri bilen ykjam baglaşdyrylsa, onda jaý bir bitewi giňişlik konstruksiýasy bolup, seýsmiki güýçleriň täsirine ýeterlik derejede garşy durar.

Eger-de şular ýaly baglanyşyk düýbünden bolmasa ýa-da ýeterlikli bolmasa, onda boýlugyna bolan diwarlar keselik diwarlaryndan aýrylýar, käbir ýagdaýda bolsa ýumrulýar. Şeýlelikde, plita ýapgyalarynyň käbir ýerleri ýa-da бүтінleşýin tutuş özi ýykylýar. Şeýle ýagdaýlary 1966-njy ýylda Daşkent şäherinde, 1976-njy ýylda Gazly şäherinde bolan ýer sarsgynlary görkezdi. Kerpijiň, erginiň nyşanlaryna we adaty garşylygyň ululygynyň baglaşdyrylmadyk bogunlarynyň okluk dartgynlygyna laýyklykda seýsmika bolan garşylyk üç derejä bölünýär. 1965-1970-nji ýyllarda Aşgabatda gurulýan desgalarda geçirilen işleriň netijesinde özümiň, ýagny kerpijiniň ergin bilen baglanyşygynyň hakyky berkligi taslama garanyňda 3-4 esse pes. Şu setirleri ýazýan awtor şol wagtlar Aşgabadýň gurluşyk desgalarynda işleýärdi. Muny 1966-njy ýylda I.L.Korçinskiniň ýolbaşçylygynda Daşkendiň, Frunzäniň, Aşgabadýň desgalarynda geçirilen barlaglaryň netijeleri tassyklady.

Elbetde, gurluşyk önümçiliginde I derejeleli kerpiç özümini (adaty erginiň nyşany $M50 \text{ kg/sm}^2$ ýa-da 5 *МПа*) almak örän kyn, kerpiç bilen erginiň berklilik häsiýetnamalary alnanda hem kerpijiň ergin bilen tutluşmasy gyzgyn we gury howa şertlerinde adaty ululykdan has az bolýar.

Jaýlaryň giňişlik gatylygy, esasan, ýapgy plitalarynyň işleýşine bagly, sebäbi olar gorizontala diafragmanyň hyzmatyny ýerine ýetirmek bilen, seýsmiki ýükleri jaýyň ýükgöterijilik konstruksiýalarynyň arasynda bölüşdirýärler. Şeýlelikde, plita ýapgyalary öz tekizliginde gatylygyny saklap, jaýyň seýsmika çydamlylygyny üpjün edýär. Ýapgy plitalarynyň gorizontala ugur boýunça işleýiş çyzgydy balka görnüşli bolup, maýyşgak daýanç oturtmasynyň üstünde ýerleşýär. Maýyşgak daýanç oturtmasynyň işini ýükgöterijilik diwarlary ýerine ýetirýärler.

Plita panelleriň özünde we olaryň aralarynyň bogunlarynda döreýän adaty güýçlenişleri we kesiş güýçlerini ýygnama demir-beton elementlerdäki kabul edilişik diňe ýygnama elementleriniň öz aralaryndaky daýanç oturtmalarynyň baglanyşyklaryna bagly.

Ylaýta-da ýapgy plitasynyň tekizliginde ýükgötermeýän diwarlar bilen baglanyşýan ýerlerinde gorizental güýçleriň täsirinden süýşme güýçlenişini kabul etmek örän kyn. Şonuň üçin hem diwar bilen ýapgy plitasynyň arasynda oňat baglanyşyk bolmaly, Egiliş pursaty we ötekeseji güýçleri (ýapgynyň tekizliginde) kabul etmek üçin gaty seýsmika garşy guşak diwaryň üstünde ýerine ýetirilýär. Seýsmika garşy guşak diwaryň aşagyndaky we ýokarsyndaky meýdanlaryň galtaşma agramlaryndan we guşagyň öz agramyndan döreýän inersiýa güýçleriniň täsirinden egilmä hasaplanýar.

Kerpiç diwarlaryň ähli perimetrleri boýunça guýma demirbeton seýsmika garşy guşagyň gurluşy alnyp barylýar. Ol dartgy güýjünden başga egilişe görä işlemelidir, özi hem gorizental tekizliginde gaty bolmalydyr. Daşdiwarly jaýlaryň seýsmika garşy çydamlylygyny ýokarlandyrmakda seýsmika garşy guşagyň peýdasy köpdür – olar dürli ugurdaky diwarlary baglaşdyrmagy sazlaýar, örümiň diwaryň tekizliginde işlegini güýçlendirýär, egri jaýryklaryň döremegine garşylyk görkezýär we seýsmiki ýükleriň täsirinden penjireleriň, gapylaryň üstki ýapgyларында döreýän keselik güýji we oňa degişli egilme pursaty kabul edýär. Seýsmiki ýükleri kabul etmegiň ahmiýetini hasaba almak bilen, seýsmika garşy guşak her bir gatyň ýapgy plitasynyň derejesinde ýerine ýetirilýär. Diwaryň ähli inine diwarlaryň galyňlygy 50 *sm*-den köp bolsa, onda olaryň ini 10-15 *sm* az edilýär. Guşagyň beýikligi 15 *sm*-den az bolmaly däl, armirlemek üçin bolsa klasy A-1 bolan polat armatur ulanylýar.

Guşagyň kesiminde kabul edilmeli armatur sterženiň sany we diametri:

7-8 bal bolan seýsmika hasaplanyşynda – 4Φ12-den az bolmaly däl. Seýsmika garşy demirbeton guşagyň uzynlyk armaturynyň sterženleri diametri 4-6 *mm* we ädimleri 20-35 *sm* bolan halka (homut) bilen baglanýar. Guşagyň burçlarynda ýapgyt steržen goýulýar. Jaýyň soňky basyrgy plitasynyň üstünde daş diwarlaryň bolmany sebäpli guşagyň üstüne agram düşmeýär. Şoňa görä hem, haçan-da ýer sarsgynynyň ыrgyldysyndan itergi bolanda örüm bilen ýanaşýan tekizlikde plita süýşýär. Şeýle ýagdaýyň bolmazlygy üçin guşakda her bir 45-50 *sm*-den uzynlygyna çykýan çykyş armaturlary bilen baglaşdyrylýar.

Daşky we içki diwarlaryň kerpiç örümi bir wagtda deňlikde alnyp barylýar.

Şeýle edilende daşky we içki kerpiç örümleriniň berk jebisleşmeklerini we baglanyşmaklaryny üpjün edip bolýar. Bu şert ýerine ýetirilse, kerpiç örüminiň ýükgöterijiligi we öz agramyny göterijilik ukyplary ulalýar. Diwar örümleriniň burçdan dürli ugurlara kesişme ýerlerinde armatur gözenekleriniň beýiklik aralyklary 70 *sm*-den we uzynlyklary 1,5-2 metrden, seýsmika etrabyňyň hasaplanýş güýji 7-8 bal we 9 bal üçin beýiklik aralyklary 50 *sm*-den edilip kerpiçden örülýän diwarlarda ýerleşdirilýär.

Daşdan örülýän diwarlaryň gorizonta we diklik ugurlary boýunça bir wagtda täsir edýän seýsmika güýji hasaplanýar.

8.6. Bitewi demir-beton jaýlar

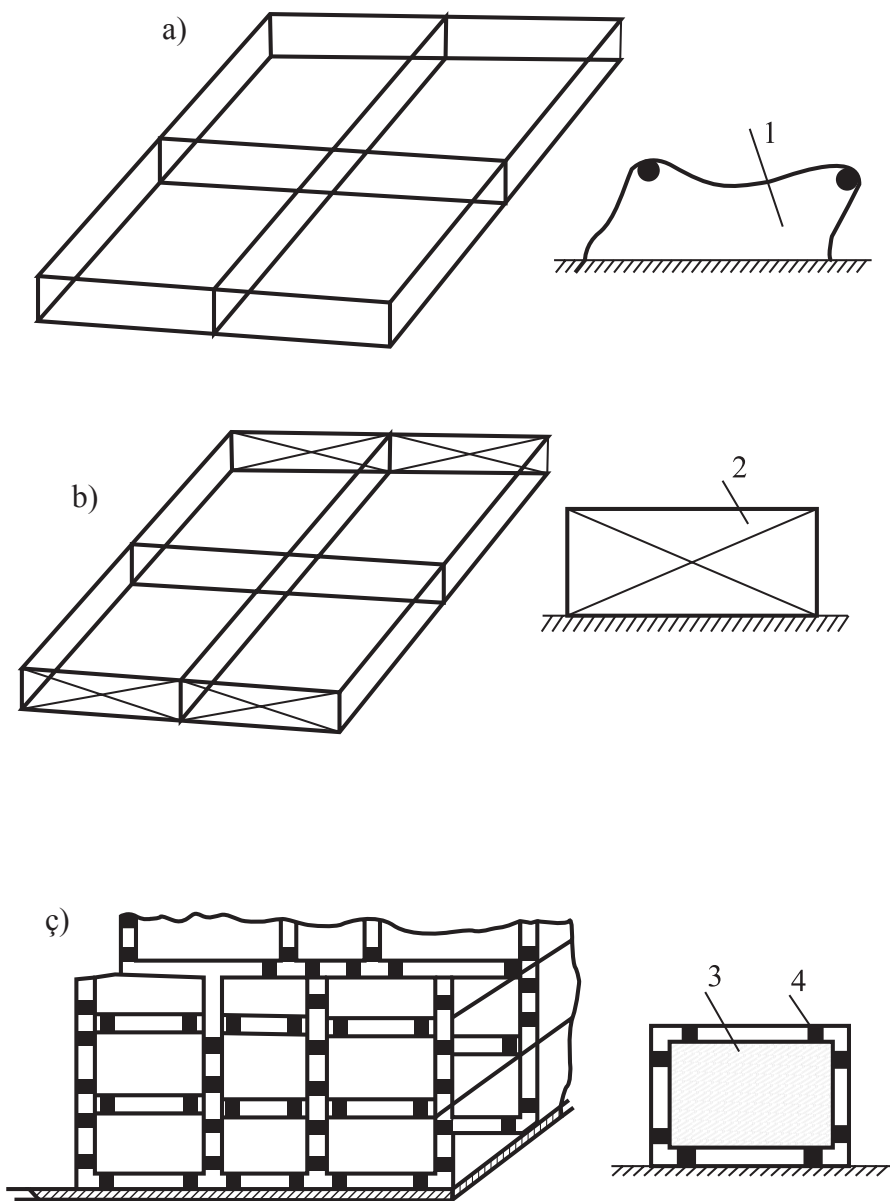
XX asyryň 70-nji ýyllaryndan başlap dünýäniň köp ýurtlarynda – Amerikada, Hytaýda, Ýaponiýada, Rumyniýada, Şwesiýada, Finlýandiýada, Fransiýada, Italiýada, Meksikada, Özbegistanda, Gazagystanda we Türkmenistanda bitewi demir-betondan beýik we belent jaýlar has köp möçberde gurlup başlandy. Bitewi öýgurluşly jaýyň ähli elementleriniň içki güýçleriň ygtybarlylykly bölünmelerine görä bilelikde oňat işlemeklerini üpçün edýär.

Bu bolsa bitewi jaýlary konstruirlemekde elementleriň peýdaly ugurdan armirlenmegine mümkinçilik berýär. Şeýlelikde, käbir elementlerde “konstruiktiw oýlanma” diýlen pikir boýunça hasapsyz ýerleşdirilýän metallaryň harçlanmagyndan dynldy.

Bitewi demir-beton konstruksiýalarynyň seýsmika çydamlylyk meseleleri çözüleninde iň bir wajyp soraglaryň biri hem betonyň we armaturyň üýtgeме täsirlerde bilelikde işlemeklerini üpjün etmektir. Bu ugurdan bir işi amerikaly alym B.Bresler XX asyryň 70-nji ýyllarynda geçirdi.

Bitewi karkassyz jaýlaryň aýratynlygy – olary galdyrmagyň usullary jaýyň ýükgöterijilik elementlerini konstruirlemäge baglydyr.

Bitewi jaýlary galdyrmakda ulanylýan esasy usullaryň biri ni tyrpýan irişmeli blokly tünaw şekilli, göwrümlü, ýeri çalşyrylýan galyplarda ýerine ýetirýärler.



14-nji çyzgy.

*a – çarçuwaly; b – çarçuwaly-baglanysyky; ç – diafragma gatylykly çarçuwa.
1 – çarçuwa; 2 – baglaşdyryjylar; 3 – diafragma; 4 – berkitme*

Seýsmiki koeffisiýentiň hasaplaýyş ululugyny güýçli ýer sarsgynlaryndan ýönekeý binalaryň alan bozulmalaryny takykklamak ýoly bilen goýýarlar we etrabyň baly bilen baglanyşdyrýarlar.

Statiki usul diňe has berkden tutulan binalar üçin düýpli bellenen. Beýleki galan ýagdaýlar üçin ol anyk netijeleri berip bilmeýär. Muňa garamazdan, özüniň ýönekeýligine görä, birnäçe ýurtlaryň kadalarynda hasaplaýyş usulyýetiniň esasy hökmünde häzire çenli ulanylýar.

Seýsmiki yrgyldylaryň nazaryýeti ýaly, şeýle hem geçen ýer sarsgynlarynyň tejribesiniň görkezmegine görä, bina bolan seýsmiki täsiri ynadyrşly ugurdan olaryň soňrakylarynyň ýekelik dinamika aýratynlyklaryna baglydygyny ýagny berkligini, massalaryň, hususy yrgyldylaryň ýygylklarynyň (periodlarynyň) bölünişlerini, öçmegiň häsiýetnamalaryny we beýlekileri subut edýär. Şular ýaly ähli ýagdaýlary hasaba almak diňe dinamikanyň nazaryýetiniň çarçuwasynda mümkin, sebäbi diňe şu nazaryýetde binanyň seýsmiki yrgyldylarynyň hadysasy ýeterlikli doly ýazylyp bilner. Şular ýaly birinji synanyşygy 1920-nji ýylda ýapon alymy N. Mononobe geçirdi. Binanyň esasyň topragynyň hereketinden durnuklaşan seýsmiki yrgylda sinusyň kanunalaýyk gelýän ýönekeý öçmeýän garmoniki yrgylda ýa-da kosinusa [26] ýa-da öçýän ýönekeý periodiki hadysa diýlip seredildi. Seýsmiklige çydamlylyk dinamika nazaryýetiniň esasy 1927-nji ýylda K.S.Zawriýew tarapyndan goýuldy [61]. Ol seýsmiki yrgyldylaryň geçiş hadysalaryna seredilmeginiň hökmandygyny esaslandyrdy we şonuň bilen birlikde ilki bolup seýsmika çydamlylyk meselesini giňden ýeterlikli derejede goýmany oňardy. Soňra bu düşünje K.S.Zawriýewiň we A.G. Nazarowyň zähmetlerinde [26,62] ösdürildi. Dinamika nazaryýetiniň durnuklanmagynda görkezilen işleriň ähmiýeti uly boldy. Emma ol wagtlar ýer sarsgynynyň häsiýeti barada çäklendirilen maglumatlar bolany sebäpli, olar topragyň garmonika kanuny boýunça hereketde geçýär diýlen diňe bir çyzgylaşdyrylan şekillendirilişe esaslanmaly boldular.

Dinamika nazaryýeti özüniň geljekdäki ösüşini seýsmiki täsirden alnan instrumental maglumatlaryň esasynda geçirip başlady. Şeýlelikde, XX asyryň ikinji ýarymynyň başlarynda geçirilen takykklamalaryň esasynda esasyň hereketini hödürlemek bilen [19,36], binanyň tejribe hasabatynyň, ýagny esasyň hereketiniň bir öçüji sinusoida boýunça alnyp barylmagy makullandyryldy, ýagny

$$x_o(t) = Ate^{-\zeta t} \sin \omega_{ot},$$

bu ýerde

A – amplituda;

ε – ösüşü häsiýetlendiriji koeffisiýent;

ω_0 – esasyň yrgyldysynyň ýygylygy.

Ol birnäçe çäklerde üýtgäp biler ($\varepsilon_0 \frac{2\pi}{T_0}$, T_0 – esasyň yrgyldysynyň periody).

Dekrementleriň (azalma, köpelme) ululygy kabul edilýär

$\varepsilon_0 \approx 0,10$; tizlenme

$$x_0(t) \approx A\omega_0^2 e^{-\varepsilon t} \sin \omega_0 t.$$

Esasyň hereket ediş kanunynyň kabul ediliş hödürlenmesine görä bolan deňlemäniň görnüşi:

$$x_0(t) = Ate^{-\varepsilon t} \cdot \sin \omega_0 t.$$

Bu deňleme hereketiň baş başlangyç pursatyny pugta aýdýnlaşdyrýar, ýagny $t = 0$ süýşmek we tizlik bolmaýar. Seýsmiklige çydamly binalar bölümi boýunça iň bir belli sowet hünärmenleriniň biri bolan Ş.G.Napetwaridzäniň aýtmagyna görä [65; 66], topragyň hereketiniň öçmegini üstki (ýüzleý) tolkunlarda hasaba almasaň hem bolýar. Bu hereketi durnuklaşan garmoniki yrgyldylaryň kanunyna görä geçýär diýip hasap etse bolýar.

Çuňlukdaky tolkunlarda topragyň ikinji gezek herekete girmegi üçin şular hasaba alynýar:

$$x_0(t) = A(\cos \omega_0 t - 1) + A_1, x_0(t) = -A\omega_0^2 \cos \omega_0 t,$$

üstki (ýüzleý) tolkunlarda hereket üçin

$$x_0(t) = B_0 \cos \omega_0 t \text{ bolýar.}$$

Bu ýerde ýörite işlerde seredilýän görkezmeleri, ýagny ýer sarsygynyň akselerogrammalar arkaly ýazgysynyň getirilen seýsmiki tizlenmeleriniň spektral egriliklerini hasaplaýyş hökmünde kabul etmeli diýlen görkezmeler berilmeýär.

Şeýle hem aýratyn bellermeli zadyň biri, ol hem bolsa, haçan-da ýer titrände binanyň aşagynyň esasyň dürli nokatlary birlikde süýşmeýärler.

Seýsmikanyň täsirine hasabat geçirilende bolsa, köplenç ýagdaýda, binanyň aşagynyň esasyň ähli nokatlary şol wagt pursatynda deňlik hereketinde bolýarlar diýlip kabul edilýär. Şeýle kabul edilme bolsa esasdaky döreýän seýsmiki tolkunynyň uzynlygynyň hasabat tekizligindäki binanyň düýbünüň meýilnamadaky ölçeginden has köp

bolýar. Şeýle kabul ediliş, bir tarapdan, mesele çözülişde matematika goýulyşlary ýönekeýleşdirýär, ikinji tarapdan bolsa, köp ýagdaýlarda binalar üçin “gysga” tolkunlara garanynda “uzyn” tolkunlaryň has howplulygyny görkezýär.

Edebiýat çeşmelerinde getirilýän maglumatlara görä, toprakda üst seýsmiki tolkunlaryň ýaýraýyş tizliginiň ortalaşdyrylan ululyklary şeýle:

– gaýa topraklarda (granitler, tebigy hek daşy, tebigy çäge daşy) $S = 1,9 - 6,1 \text{ km/sek}$ we ondan artyk;

– ýarym gaýa we ýarym ownan daşlarda (mergel, ownuk daş, çagyl daş we ş.m.) $S = 1,1 - 2,6 \text{ km/sek}$;

– çägeli we toýunly (iri we ownuk, çagyly çägeler; toýunlar, çägeli toýunlar, çägesöwler) topraklarda $S = 0,6 - 1,7 \text{ km/sek}$;

– gowşak-güýçsüz (gyrmança, üýşürilen we ş.m.) topraklarda $S = 0,25 - 0,6 \text{ km/sek}$.

S ýaýrama tizligi (km/sek) we L tolkun uzynlygy (km) boýunça öz aralaryndaky baglanyşyk baglylygy şeýle:

$$L = S_{te}.$$

Bu ýerde

te – esasyň yrgyldysynyň döwri (periody).

9. HASAPLAÝYŞ SEÝSMIKI ÝÜKI KESGITLEMEGIŇ MYSALLARY

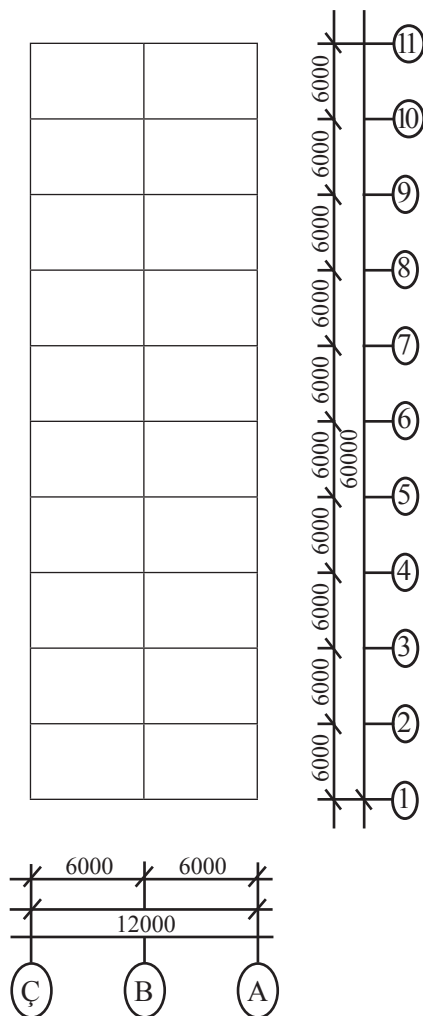
9.1. Seýsmiki güýjüň täsirine jaýyň durnuklylygynyň hasaplanlyşy

Jaýyň gurluşygy seýsmiki güýji 9 bal bolan etrabyň meýdançasyn-da alnyp barylmalı. Jaýyň esasy ýükgöterijilik özeni bolup demirbeton konstruksiýasy gulluk edýär. Onuň nyşany N300, B25 klasly bolan betondan ýerine ýetirilýär, basyrgylary tegelek boşlukly ýygnama demirbeton plitalardan taslamalaşdyrylýar we olar gurnalýş döwründe beton garyndysy bilen bitewilendirilýär, diwarlary (jaýyň daşky germewleri) asylma keramzitbeton panelleri bilen taslamalaşdyrylýar, sokol panelleri bolsa agyr demirbeton panellerinden taslamalaşdyrylýar.

Jaýyň massasyny gatlalaryň basyrgylarynyň derejeleriniň bir ýerinde (bir nokatly çatylarda) diýip, şeýle hem onuň hasaplanýş çyzgyny erkin üçderejeli ulgam hökmünde kabul edýäris.

Ýükleriň agramlaryny hasaplaýarys we koeffisiýentlere baglylykda olara degişli massalary hem kesgitleýäris.

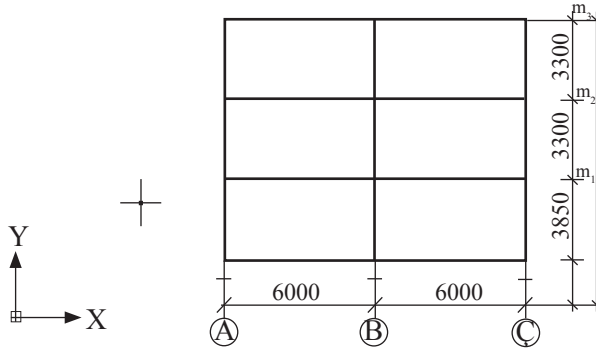
Jaýyň hasaplanýş çyzgyna özeniň çyzgdy



15-nji çyzgy. Seýsmikligiň täsirine jaýyň hasaplanýşy.

Türkmenbaşy şäheri – 9 bal; jaýyň uzynlygy $l = 60,0 \text{ m}$; sütünleriň tory-setkasy $6 \times 6 \text{ m}$

Özeniň hasaplanyş çyzgydy



16-njy çyzgy

14-nji tablisa

Ýükleriň ýygnaýşy (1 m² basyrgy üçin)

Ýükleriň görnüşleri	Normativ ýük (H/m ²)	Artyk ýükleriň koeffisiýenti	Hasaplanyş ýüki (H/m ²)
1. Beton mastikasyna dökülip siňdirilen çagyl daşy (3 sm)	660	1,2	792
2. 4 gatlakly ruberoid düşegi	100	1,3	150
3. Sement garyndysy (b = 3 sm)	540	1,3	702
4. Ýylylyk keramzit çagly (galyňlygy 20 sm)	1200	1,3	1560
5. Tegelek boşlukly demir-beton plita basyrgysy	3000	1,1	3,300

Jemi:

Gatlaklaryň basyrgylary	$q'' = 5500$		$q'' = 6484$
1. Tegelek boşlukly demir-beton plitalaryň üstündäki linoleum pollary (3000 + 500 = 3500)	3500	1,1	3850
2. Tegelek boşlukly demir-beton plitalaryň üstündäki plitkalar (3000 + 1300 = 4300)	4300	1,1	4730

1-nji gatyň gataralyk basyrgylarynyň derejesindäki bir ýerinde (çatylarda) ýygnaýş massa

1. Lenoleum pollaryň agramy

$$M = q^p EK_c = 3850;$$

$$(37,71 + 74,93 + 19,751 + 9,39 + 27,78 + 13,85 + 40,26 + 28,06 + 26,05 + 12,34 + 15,36 + 12,84 + 12,84 + 15,36 + 12,34 + 20,82 + 18,87 + 8,09 + 8,06 + 18,87 + 6,41 + 2,11 + 81,48) \cdot 0,9 = 3850 \cdot 543,71 \cdot 0,9 = 1883955,$$

$$1 \cdot H = 18840 \text{ KN}.$$

2. Keramiki pollaryň agramy

$$M = q^p F \cdot K_c = 4730(27,26 + 7,92 + 18,50 + 6,56 + 19,36 + 4,19) \cdot 0,9 = 47; \\ 30 \cdot 83,79 \cdot 0,9 = 346775,2 \text{ H} = 3468 \text{ KN}.$$

3. Peýdaly ýük

$$1,3 \cdot 2000 \cdot 0,8(543,71 + 83,79) = 1,3 \cdot 2000 \cdot 0,8 \cdot (543,71 + 83,79) = 1,3 \cdot 2000 \cdot 0,8 \cdot 627,50 = 1300353,6 \text{ H} = 1300,4 \text{ KN}.$$

4. Arabölümleriň agramy ($g = 12 \text{ KN/sm}^3$)

$$1100 \cdot 0,10 \cdot 1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,9[(6,29 \cdot 15 + 2,4 + 0,8 \cdot 1,7 + 1,9 + 3,03 + 2,91 + 1,2 + 1,8 + 25,5 + 5,40 + 11,40 + 4,0 \cdot 2 + 2,0 + 4,1 \cdot 3 + 2,0 \cdot 2 + 1,42 \cdot 36 + 1,53 \cdot 2 + 1,96 \cdot 10 + 3,5 \cdot 7 + 18,37 + 4,57 \cdot 5 + 16 \cdot 2 + 3 \cdot 4 + (6,29 \cdot 11 + 4,03 + 2,2 \cdot 2 + 3,76 + 8,81 + 3,03 + 3,03 + 3,14 \cdot 2 + 2,6 + 5,7 \cdot 4 + 2,7 + 5,7 \cdot 2 + 2,7 \cdot 2 \cdot 60,44 + 4,57 \cdot 10 + 4,2)] = 11000 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 589,93 = 770920,5 \text{ H} = 7;$$

$$70,0,25 \text{ KN}.$$

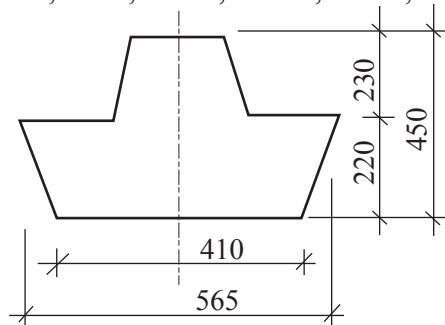
5. Sütünleriň agramy

(kesigi 40 x 40; $j = 25 \text{ KN/sm}^3$; mukdary 33 sany)

$$25000 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 3,3 \cdot 33 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 249925,5 = 249,9 \text{ KN}.$$

6. Pürsüň agramy

$$F_{cer} = 0,26 \cdot 0,23 + 0,565 \cdot 0,22 = 0,153 \text{ m}^3.$$



17-nji çyzgy

7. Pürsüň 1m ädimlik uzynlyklarynyň agramy

$$25,0 \cdot 0,153 = 3,825 \text{ KN/adim m}.$$

a) uзыnlygy 5,7 m bolan keseligine pürsleriň agramy (22 sany)

$$3,825 \cdot 5,7 \cdot 22 \cdot 0,9 = 431,69 \text{ KN};$$

b) uзыnlygy 5,7 m bolan jaýyň uзыnlygyna dikilen pürsleriň agramy (30 sany),

$$3,825 \cdot 5,7 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 586,34 \text{ KN};$$

ç) diwar panelleriniň agramy ($q = 14 \text{ KN/m}^3$)

$$14000[(1,2 \cdot 0,25 \cdot 60,24 \cdot 2 + 2,1 \cdot 0,25 \cdot 0,6 \cdot 33 + 0,9 \cdot 3,0 \cdot 0,25 \cdot 2 + 0,9 \cdot 0,25 + 0,3 \cdot 4 + 2,1 \cdot 0,25 \cdot 0,3 \cdot 30) + (3,3 \cdot 0,25 \cdot 12,942)]1,1 \cdot 0,9 = 14000 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 909909 \text{ H} = 909,9 \text{ KN}.$$

8. Penjireleriň aýnalarynyň agramy

$$0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9(2,1 \cdot 1,2 \cdot 33 + 1,2 \cdot 2,4 \cdot 2) = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 177,12 = 17,53 \text{ KN};$$

$$\text{Ählisi } Q = 6157,45 \text{ KN}.$$

$$m_1 = \frac{Q}{g} = \frac{615745}{4,81} = \frac{627,67 \text{ kg sek}^2 / \text{sm}}{4,81} = 6276,7 \text{ N sek}^2 / \text{sm}.$$

2-nji gatýň araörtügiň merkezleşdirilen agramynyň aragatynyň böleginde

1. Lenoleum pollaryň agramy

$$M = g^p FK_c = 3850(37,71 + 56,80 + 10,91 + 7,76 + 75,67 + 9,89 + 13,85 + 12,16 + 27,05 + 13,85 + 12,16 + 27,05 + 35,85 + 19,06 + 19,06 + 13,85 + 12,84 + 12,84 + 13,85 + 14,17 + 13,79 + 4,92 + 81,48) \cdot 0,9 = 3850,597 \cdot 33 \cdot 0,9 = 2069748,4 \text{ H} = 2069,7 \text{ KN}.$$

2. Keramiki pollaryň agramy

$$M = g^p FK_c = 4730 \cdot 23,55 \cdot 0,9 = 118259,54 = 1183 \text{ KN}.$$

3. Peýdaly ýük

$$1,3 \cdot 2000 \cdot 0,8(597,33 + 23,55) = 1300028,8 \text{ H} = 1300,2 \text{ KN}.$$

4. Arabölümleriň agramy

$$12000 \cdot 0,10 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 0,9[(6,29 \cdot 10 + 4,03 + 22 \cdot 2 + 3,76 + 8,81 + 3,03 + 3,14 \cdot 2 + 2,6 + 5,7 \cdot 4 + 2,7 + 5,7 \cdot 2 + 2,7 \cdot 2 + 54,44 + 4,57 \cdot 10 \cdot 4,2) + (6,29 \cdot 10 + 3,6 + 3,4 + 3,03 + 5,7 \cdot 4 + 3,18 + 5,7 \cdot 2 + 2,7 \cdot 2 + 60,44 + 4,57 \cdot 14)] = 12000 \cdot 0,10 \cdot 1,5 \cdot 11 \cdot 0,99248,54 + 234,13 = 630753,2 \text{ N} = 630,8 \text{ KN}.$$

5. Sütünleriň agramy

(kesigi 40 x 40 : $j = 25 \text{ KN/m}^3$ 933 sany)

$$25000 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 33 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 33 = 249925,5 \text{ n}.$$

6. Pürsüň agramy

$$(F_{cer} = 0,153 \text{ m}^2; 1 \text{ pog.m pürsdäki agramy } 3,825 \text{ KN/pog.m});$$

a) 5,7 rigelleriň agramy (22 sany)

$$3,825 \cdot 5,7 \cdot 22 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 431,69 \text{ KN}.$$

b) 5,7 m uzynlykly rigelleriň gönüligine agramy

$$3,825 \cdot 5,7 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 586,34 \text{ KN}.$$

7. Diwar panelleriniň agramy ($j = 14 \text{ KN/m}^3$)

$$14000 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 909909 \text{ N} = 909,9 \text{ KN}.$$

8. Aýnalaryň agramy

$$\frac{0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 177,12 = 17,53 \text{ KN}}{jemi Q = 5974,33 \text{ KN}} m_2 \frac{Q_2}{g} = \frac{597433}{9,81} =$$

$$= 609 \frac{\text{kg sek}^2}{sm} = 6090 N_{sm}^{sek^2}.$$

3-nji gatyň merkezleşdirilen agramynyň aragatynyň böleginde

1. Örtügiň agramy

$$6484(60,44 \cdot 12,44) \cdot 0,9 = 3952064,34 = 3952,1 \text{ KN}.$$

2. Garyň agramy

$$0,5 \cdot 0,5 \cdot 1,4(60,44 \cdot 12,44) = 237,03 \text{ KN}.$$

3. Sütünleriň agramy (kesik 40 x 40)sm $g = 25 \text{ KN/m}^3$ (33 sany)

$$25000 \cdot 0,4 \cdot 0,4 \cdot 1,65 \cdot 33 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 124962,84 = 124,36 \text{ KN}.$$

4. Pürsüň agramy

$$(F_{cer} = 0,153 \text{ m}^2 \text{ Agram 1pog.m pürsde } 3,825 \text{ KN/pog.m});$$

a) 5,7 m uzynlykly rigeliň uzoboýuna agramy (22 sany)

$$3,825 \cdot 5,7 \cdot 22 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 431,69 \text{ KN};$$

b) 5,7 m uzynlykly rigeliň keseligine agramy (30 sany)

$$3,825 \cdot 5,7 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,9 = 586,34 \text{ KN}.$$

5. Arabölümiň agramy

$$12000 \cdot 0,10 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 234,13 = 305961,4 \text{ N} = 305,96 \text{ KN}.$$

6. Diwar panelleriniň agramy ($g = 14 \text{ KN/m}^3$)

$$14000[(1,2 \cdot 0,25 \cdot 37,34 \cdot 2 + 1,05 \cdot 0,6 \cdot 0,33 + 1,05 \cdot 0,25 \cdot 0,3 \cdot 30) + \\ + (2,215 \cdot 0,25 \cdot 12,94 \cdot 2)] = 14000(32,96 + 0,3 + 14,33)1,1 \cdot 0,9 + \\ + 733 = 733,9 \text{ KN}.$$

7. Aýnanyň agramy

$$0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9(1,05 \cdot 2,4 \cdot 33 + 0,9 \cdot 2,4 \cdot 2) = 0,1 \cdot 1,1 \cdot 0,9 \cdot 91,44 = 9,05 \text{ KN}.$$

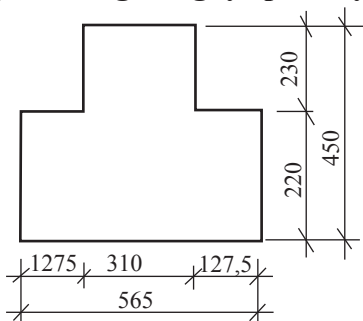
8. Agram

$$14000 \cdot 1,1 \cdot 0,9[0,185 \cdot 0,32(37,34 \cdot 2 + 12,94 \cdot 2)] = 14000 \cdot 1,1 \times \\ \times 0,3 \cdot 0,185 \cdot 0,32 \cdot 135,76 = 111392,7 \text{ N} = 111,4 \text{ KN}.$$

$$Jemi Q_3 = 6102,9 \text{ KN}.$$

$$m_3 \frac{610290}{9,81} = 622,11 \text{ kg} \frac{\text{sek}^2}{\text{sm}} = 6221,1 \text{ N} \frac{\text{sek}^2}{\text{sm}}.$$

Uzaboýuna rigeliň kesiginiň güýç pursatyny anyklamaly



18-nji çyzgy

$$F_1 = 56,5 \cdot 22 = 1050 \text{ sm}^2; \quad F_2 = 26 \cdot 23 = 483 \text{ sm}^2;$$

$$y_0 = \frac{1050 \cdot 12,5 + 483 \cdot 36,5}{1050 + 483} = \frac{13125 + 176296}{1533} = 20,06 \text{ sm};$$

$$y_1 = \frac{56,5 \cdot 22^3}{12} = 54687,6 \text{ sm}^4 = 54688 \text{ sm}^4;$$

$$y_1 = \frac{26 \cdot 23^3}{12} = 21292,3 \text{ sm}^4 = 21292 \text{ sm}^4;$$

$$y = 54688 + 21292 + 1050 \cdot 7,562 + 483 \cdot 16,44 = 54688 + 21292 + 60011 + 130542 = 266533 \text{ sm}^4 = 0,002665 \text{ m}^4.$$

9.2. Seýsmiki ýüküň hasabyny anyklamak

Jaýyň uzaboýuna we keseligine karkasynyň ugruny gaty düwünlere deň diýip kabul etmeli.

Karkasyň agram göteriji konstruksiýasy

40 x 40 sm kesikli sütün, 42 x 48 sm uzaboýuna pürsün hasaby, plitalaryň direg tekjeleri bilen araörtüklerden we basyrgylardan

$$B25E_6 = 29 \cdot 10^3 \text{ MPa} = 2,9 \cdot 10^{10} \frac{\text{H}}{\text{m}^2}; \text{ klasly beton.}$$

Erkin yrgyldylarynyň perýodlaryny çislatalaryny anyklamak üçin erkin yrgyldamak sistemasyny we bölekleriň deňlemesini, sistemanyň birlik güýçden süýşmegi üçin E.Ýe.Sigalowýň deňlemesi boýunça deňlemäniň koeffisiýentini hasaplamak.

Diregleriň we pürsleriň gatare çarçuwalarynyň gatylygyny we erkin bahalaryny hasaplaýarys.

Pürsüň erkin gatylygy

$$r_1 = r \frac{FI_p}{e_1} = \frac{22 \cdot 2,9 \cdot 10^{10} \cdot 0,002665}{5,7} = 2982,9 \cdot 10^5 \text{ HM} = 2,982 \cdot 10^5 \text{ KN, m.}$$

2-nji we 3-nji gat

Sütünleriň gatylygy

$$r_{2,3} = 33 \frac{EI_c}{h2,3} = \frac{27 \cdot 2,9 \cdot 10^{10} \left(\frac{0,4 \cdot 0,4^3}{12} \right)}{3,3} = 2016,8 \cdot 10^5 \text{ NM.}$$

Pürsleriň gatylygy

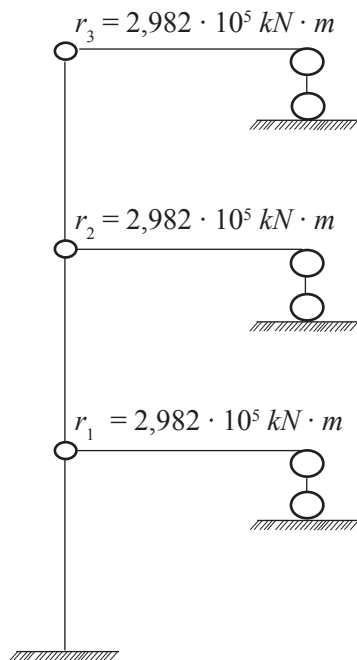
$$r_{2,3} = 22 \frac{EI_p}{l_1} = \frac{22 \cdot 2,9 \cdot 10^{10} \cdot 0,002665}{5,7} = 2982,9 \cdot 10^5 \text{ Nm.}$$

Üçderejeli erkinlik boýunça jaýyň çyzgysynyň hasaby

$$m_3 = 6221,1 \text{ Nsek}^2/\text{sm};$$

$$r_3 = 2,982 \cdot 10^5 \text{ kN} \cdot \text{m};$$

$$m_1 = 6276,7 \text{ Nsek}^2/\text{sm}.$$



19-njy çyzgy

Sigalowyyň gabat gelyän agzalarynyň deňlemesini hasap bilen çykarýarys:

$$F_{k1} R_a; \frac{hk}{4rk};$$

$$F_1 = \frac{h_1}{i_1} = \frac{3,79^2}{1,756 \cdot 10^5} = 8,18 \cdot 10^{-5};$$

$$F_2 = F_1 + \frac{h_2^2}{i_2} = 8,18 \cdot 10^{-5} + \frac{3,3^2}{2,017 \cdot 10^5} = 13,58 \cdot 10^{-5};$$

$$F_3 = F_2 + \frac{h_3^2}{i_3} = 13,58 \cdot 10^{-5} + \frac{3,3^2}{2,017 \cdot 10^5} = 18,98 \cdot 10^{-5};$$

$$EF_k = 8,18 \cdot 10^{-5} + 13,58 \cdot 10^{-5} + 18,98 \cdot 10^{-5} = 40,74 \cdot 10^{-5};$$

$$F_k = 40,74 \cdot 10^{-5};$$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{h^2}{47 + 0,33} = \frac{3,79}{4 \cdot 2,982 \cdot 10^5 + 0,33 \cdot 1,756 \cdot 10^{-5}} = \\ &= \frac{3,79^2}{11,328 \cdot 10^5 + 0,579 \cdot 10^5} = \frac{14,3641}{12,328 \cdot 10^5 + 0,579 \cdot 10^5} = \\ &= \frac{14,3641}{12,508 \cdot 10^5} = 1,148 \cdot 10^{-5}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{(h_1 + h_2)}{47 + 0,33} = \frac{(3,79 + 3,3)^2}{4 \cdot 2,982 \cdot 10^5 + 0,33 \cdot 1,756 \cdot 10^{-5}} = \\ &= \frac{7,09^2}{11,928 \cdot 10^5 + 0,579 \cdot 10^5} = \frac{50,268}{12,508 \cdot 10^5} = 4,019 \cdot 10^{-5}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_3 &= R_2 \frac{(h_2 + h_3)^2}{4G_2} = 4 \cdot 0,19 \cdot 10^{-5} + \frac{(3,3 + 3,3)^2}{4 \cdot 2,982 \cdot 10^5} = \\ &= 4,019 \cdot 10^{-5} + \frac{43,56}{11,978 \cdot 10^5} = 4,019 \cdot 10^{-5} + 3,652 \cdot 10^{-5} = 7,671 \cdot 10^{-5}; \end{aligned}$$

$$ER_k = 1,148 \cdot 10^{-5} + 4,019 \cdot 10^{-5} + 7,671 \cdot 10^{-5} = 12,838 \cdot 10^{-5};$$

$$ER_k = 12,838 \cdot 10^{-5};$$

$$\frac{h_1^2}{4,7} = \frac{3,79^2}{4 \cdot 2,982 \cdot 10^5} = \frac{14,364}{11,978 \cdot 10^5} = 1,204 \cdot 10^{-5};$$

$$\frac{h_{2^2}}{47_2} = \frac{3,3^2}{4 \cdot 2,982 \cdot 10^{-5}} = \frac{10,89}{11,978 \cdot 10^5} = 0,913 \cdot 10^{-5};$$

$$\frac{h_2}{4r_3} = \frac{3,3^2}{4 \cdot 2,982 \cdot 10^{-5}} = \frac{10,89}{11,978 \cdot 10^5} = 0,913 \cdot 10^{-5};$$

$$E \frac{h_k}{4r_k} = 1,204 \cdot 10^{-5} + 0,913 \cdot 10^{-5} + 0,913 \cdot 10^{-5} = 3,03 \cdot 10^{-5};$$

$$E \frac{h_k}{4r_k} = 3,03 \cdot 10^{-5}.$$

Birlik arageçmelerini tapýarys:

$$\delta_n = \frac{1}{12} (F_1 + R_1 + \frac{h_1^2}{4r_1}) \frac{8,18 \cdot 10^{-5} + 1,148 \cdot 10^{-5} + 1,204 \cdot 10^{-5}}{12} = 0,878 \cdot 10^{-5};$$

$$\delta_{11} = 0,878 \cdot 10^{-5} M / KN;$$

$$\delta_{22} = \frac{1}{12} (F_2 + R_2 + \frac{h_2^2}{4r_2}) = \frac{13,58 \cdot 10^{-5} + 4,019 \cdot 10^{-5} + 0,91}{12} =$$

$$= \frac{18,512 \cdot 10^{-5}}{12} = 1,543 \cdot 10^{-5};$$

$$\delta_{22} = 1,543 \cdot 10^{-5} M / KN;$$

$$\delta_{33} = \frac{1}{12} (F_3 + R_3 + \frac{h_3^2}{4r_3}) = 18,98 \cdot 10^{-5} + 7,671 \cdot 10^{-5} + 0,91 \cdot 10^{-5} =$$

$$= \frac{27,564 \cdot 10^{-5}}{12} = 2,297 \cdot 10^{-5} M / KN;$$

$$\delta_{33} = 2,297 \cdot 10^{-5} \frac{M}{KN};$$

$$E\delta = 0,878 \cdot 10^{-5} + 1,543 \cdot 10^{-5} + 2,297 \cdot 10^{-5} = 4,718 \cdot 10^{-5} M / KN;$$

$$\sum \delta = 4,718 \cdot 10^{-5} M / KN.$$

Hasabatýň dogrulygyny barlaýarys:

$$\frac{1}{12} (\sum_{KrH} F + \frac{ER}{K=1} + S \frac{hk}{4rk}) = E \delta_{kk};$$

$$\frac{10^{-5}}{12}(40,74+12,838+3,03)=4,718 \cdot 10^{-5} ;$$

$$\frac{56,608 \cdot 10^{-5}}{12}=4,718 \cdot 10^{-5} ;$$

$$4,718 \cdot 10^{-5}=4,718 \cdot 10^{-5}.$$

Şertler doly ýerine ýetirilýär

$$\delta_{12}=\delta_{21}=\delta_{11}+\frac{h_1 h_2}{48 r_i+4 i_{i_1}}=0,878 \cdot 10^{-5} +$$

$$+\frac{3,79 \cdot 3,3}{48 \cdot 2,982 \cdot 10^{-5}+4 \cdot 1,756 \cdot 10^{-5}}=$$

$$=0,878 \cdot 10^{-5}+\frac{12,50 r}{150,16 \cdot 10^{-5}}=0,878 \cdot 10^{-5} ;$$

$$\delta_{12}=\delta_{21}=0,961 \cdot 10^{-5} M / K N ;$$

$$\delta_{23}=\delta_{32}=\delta_{22}+\frac{h_2 h_3}{48 r_2}=1,543 \cdot 10^{-5}+\frac{3,3 \cdot 3,3}{48 \cdot 2,982 \cdot 10^{-5}}=$$

$$=15,43 \cdot 10^{-5}+\frac{10,89}{141,138 \cdot 10^{-5}}=1,543 \cdot 10^{-5}+0,077 \cdot 10^{-5}=1,62 \cdot 10^{-5}$$

$$\delta_{23}=\delta_{32}=1,62 \cdot 10^{-5} M / K N.$$

9.3. Bölöklenen deňlemäniň koeffisiýentini hasaplaýarys

$$\frac{1}{P_i 6}+A \frac{1}{P_i 4}+B \frac{1}{P_i^2}+D=0 ;$$

$$\begin{aligned} A &=-(m_1 \delta_{11}+m_2 \delta_{22}+m_3 \delta_{33})=-\left(6276,7 \cdot 0,0878 \cdot 10^{-5}+\right. \\ &+6090 \cdot 0,1543 \cdot 10^{-5}+6221,1 \cdot 0,02297 \cdot 10^{-5})= \\ &=(541,86 \cdot 10^{-5}+939,69 \cdot 10^{-5}+1428,99 \cdot 10^{-5})=-2910,54 \\ A &=-2910,54 \cdot 10^{-5} . \end{aligned}$$

$$B=m_1 m_2\left(\delta_{11} \cdot \delta_{22}-\delta_{12}^2\right)+m_1 m_3\left(\delta_{11} \cdot \delta_{33}-\delta_{13}^2\right)+m_2 m_3$$

$$\left(\delta_{22} \cdot \delta_{33}-\delta_{23}^2\right)=6276,7 \cdot 6090,0 ;$$

$$\begin{aligned} &[(0,0878 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1543 \cdot 10^{-5}(0,0961-10^{-5})^2]+ \\ &+6276,7 \cdot 6221,1 \cdot [0,08 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2297 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0961 \cdot 10^{-5})^2]+ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 6090 \cdot 6221,1 \cdot [0,1543 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2297 \cdot 10^{-5} (0,162 \cdot 10^{-5})^2] = \\
& = 38225103 \cdot (0,0134395 \cdot 10^{-10} - 0,0092352 \cdot 10^{-10}) + 37886499 \times \\
& \times (0,0354427 \cdot 10^{-10} - 0,026244 \cdot 10^{-10}) = 38225103 \cdot 00042043 \times \\
& \times 10^{-10} + 39047978 \cdot 0,0107716 \cdot 10^{-10} + 37886499 \cdot 00091987 \times \\
& \times 10^{-10} = 1160709,8 \cdot 10^{-10} + 420609,2 \cdot 10^{-10} + 348506,5 \cdot 10^{-10} = \\
& = 929825,5 \cdot 10^{-10}
\end{aligned}$$

$$B = 929825,5 \cdot 10^{-10}.$$

$$\begin{aligned}
D &= m_1 m_2 m_3 (\delta_{11} \delta_{23}^2 + \delta_{22} \cdot \delta_{13}^2 + \delta_{33} \delta_{12}^2 - \delta_{11} \cdot \delta_{22} \delta_{33} - 2 \delta_{12} \cdot \delta_{13} \cdot \delta_{13}) = \\
&= 6276,7 \cdot 690,0 \cdot 6221,1 [0,0878 \cdot 10^{-5} \times (0,162 \cdot 10^{-5}) + 0,1543 \times \\
&\times 10^{-5} (0,961 \cdot 10^{-5})^2 + (0,2297 \cdot 10^{-5}) + 0,2297 - 10^{-5} \cdot (0,0961 \times \\
&\times 10^{-5})^2 - 0,0878 - 10^{-5} \cdot 0,1543 \cdot 10^{-5} \cdot 0,2297 \cdot 10^{-5} - 2 \cdot 0,0961 \times \\
&\times 10^{-5} \cdot 0,961 \cdot 10^{-5} \cdot 0,162 \cdot 10^{-5}] = 6276,7 \cdot 6090,0 \cdot 6221,1 \times \\
&\times (0,0033042 \cdot 10^{-5} + 0,0014249 \cdot 10^{-15} + 0,0021213 \cdot 10^{-15} - \\
&- 0,0031118 \cdot 10^{-5} - 0,0029922 \cdot 10^{-15}) = 6276,7 \cdot 6090,0 \cdot 6221,1 \times \\
&\times (-0,0002536 \cdot 10^{-15}) = -60306633 \cdot 10^{-15}
\end{aligned}$$

$$D = -60306633 \cdot 10^{-15};$$

$$\frac{1}{P_i^6} = -2910,54 \cdot 10^{-5} \frac{1}{P_i^4} + 929825,5 \cdot 10^{-10} \frac{1}{P_i^2} - 60306633 \cdot 10^{-15} = 0$$

$$\frac{1}{P_i^6} - 29,1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{P_i^4} + 92,98 \cdot 10^{-6} \frac{1}{P_i^2} - 60,31 \cdot 10^{-9} = 0$$

Şu deñlemäniň ähli agzalaryny 10-a köpeldýäris:

$$\frac{1}{P_i^6} - 29,1 \cdot 10^{-3} \frac{1}{P_i^4} + 92,98 \cdot 10^{-6} \frac{1}{P_i^2} - 60,31 \cdot 10^{-9} = 0$$

diýip belleýäris $\frac{10^3}{P_i^2} = \check{Z}$ -ni tapýarys.

$$\check{Z}^3 - 29,1 \check{Z}^2 + 9298 \check{Z} - 60,31 = 0$$

Şu deñlemäniň birinji köki ýygnama usuly bilen tapylýp bilner.

Belleme bilen bellemeli $\check{Z}_1 = 24$ has golaý gelyän arassalyk

$P_1 = 6,45$ l/sek bolanda $T = 0,973$ sek.

Birinji deñlemedäki ýatan diapazondaky ýygylýk jaýyň karkasy-nyň özeniniň yrgyldysyna laýyk alynýar.

Galan iki köki kub deñlemesiniň köküni ulaldyp alarys (matematika boýunça gollanma seret).

Bellenýär $\check{Z} = 24$;

Şerti barlaýarys:

$$\check{Z}^3 - 29,1\check{Z}^2 + 9298\check{Z} - 60,31 = 0$$

$$24^3 - 29,1 \cdot 24^2 + 92,98 \cdot 24 - 60,31 = 0$$

$$13824 - 16761,6 + 2231,52 - 60,31 = 0$$

$$- 766,39 = 0.$$

Şerti kanagatlandyranok

$\check{Z} = 25,555$ diýlip bellenilýär.

$$25,555^3 - 29,1 \cdot 25355^2 + 92,98 \cdot 25,555 - 60,31 = 0$$

$$16688,897 - 19003,988 + 2376,104 - 60,31 = 0$$

$$19065,001 - 19064,298 = 0$$

$$0 = 0.$$

Şerti kanagatlandyrýar

Onda gutarnykly kabul edýäris.

$\check{Z}_1 = 25,55$ has golaý geliji ýygylyk

$P_1 = 6,256 \text{ l/sek} = (T = 1,0038 \text{ sek bolanda}).$

Birinji görnüşdäki ýatan diapazondaky ýygylyk karkas jaýyň hususy yrgyldysy.

Galan iki köki kub deňlemesiniň köklerine laýyklykda peýdalanyp taparys (matematika boýunça gollanma seret).

$$\check{Z}_2 \cdot \check{Z}_3 = \frac{60 \cdot 31}{\check{Z}_1} \quad \check{Z}_2 \cdot \check{Z}_3 = 2,36 \quad \check{Z}_2 \cdot \check{Z}_3 = 2,36$$
$$\check{Z}_2 + \check{Z}_3 = 291 - \check{Z}_1 \quad \check{Z}_2 + \check{Z}_3 = 3,545 \quad \check{Z}_2 + \check{Z}_3 = 3,545.$$

9.4. Deňlemäniň şu ulgamyny hasaplaýarys

$$\check{Z}_2 + \check{Z}_3 = 3,545 \quad \check{Z}_3 = 3,545 - \check{Z}_2$$

$$\check{Z}_2 (3,545 - \check{Z}_2) = 2,36$$

$$\check{Z}_2^2 - 3,545 - \check{Z}_2 + 2,36 = 0$$

$$\check{Z}_{1,2} = \frac{3,545}{2} \pm \sqrt{\left(\frac{3,545}{2}\right)^2 - 2,36} = 1,773 \pm 0,885$$

$$\check{Z}_2 = 1,773 + 0,885 = 2,658$$

$$\check{Z}_3 = 1,773 - 0,885 = 0,888.$$

Şu köklere gabat gelýär:

$$P_1 \sqrt{\frac{10^3}{\check{Z}_1}} = \sqrt{\frac{1000}{25,555}} = 6,256 \frac{1}{sek} ;$$

$$P_2 \sqrt{\frac{10^3}{\check{Z}_2}} = \sqrt{\frac{1000}{2,658}} = 19,396 \frac{1}{sek} ;$$

$$P_3 = \sqrt{\frac{10^3}{\check{Z}_2}} = \sqrt{\frac{1000}{0,888}} = 33,558 \frac{1}{sek} .$$

Şerti barlaýarys:

$$\sum_{i=1}^3 \frac{1}{P_i^2} = \sum_{i=1}^3 mk\delta_{kk}$$

$$\frac{1}{6,256^2} + \frac{1}{19,396^2} + \frac{1}{33,558^2} = \frac{1}{39,138} + \frac{1}{376,205} + \frac{1}{1126,139} =$$

$$= 0,02555 + 0,00266 + 0,00089 = 0,03010.$$

$$10^{-5}(6276,7 \cdot 0,0878 + 6090 \cdot 0,1543 + 6221,1 \cdot 0,2297) =$$

$$= 10^{-5}(551,094 + 936,687 + 1428,987) = 0,03018$$

$$0,03010 = 0,03018.$$

Sistemanyň erkin yrgyldysynyň periody we birinji üçin diapazonyň koeffisiýenti şeýle:

1-nji ton üçin

$$T_1 = \frac{2\pi}{P_1} = \frac{2 \cdot 3,14}{6,256} = 1,0038 \text{ sek} ;$$

$$\beta_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{1,0038} = 0,3760 \triangleright 0,8 .$$

2-nji ton üçin

$$T_2 = \frac{2\pi}{P_2} = \frac{2 \cdot 3,14}{19,396} = 0,3224 \text{ sek} ;$$

$$\beta r = \frac{1}{T_2} = \frac{1}{0,324} = 3,086 \triangleright 3 ;$$

$$\beta_2 = 3\text{-i kabul edýäris.}$$

3-nji ton üçin

$$T_3 = \frac{2\pi}{P_3} = \frac{2 \cdot 3,14}{33,558} = 0,187 \text{ s};$$

$$\beta_3 = \frac{1}{T_3} = \frac{1}{0,187} = 5,378.$$

$$\beta_3 = 5,378 \triangleright 3$$

$\beta_3 = 3$ -i kabul edýäris.

Erkin yrgyldynyň şekili deňlemäniň hasabyna görä anyklanylýar

$$(\delta_{11}m_1p_1^2 - 1) + \delta_{12} \cdot m_2p_1 \frac{xi^2}{xi} + \delta_{13}m_3p_i^2 \frac{xi_3}{xi_1} = 0;$$

$$(\delta_{21}m_1p_1^2 - 1) + \delta_{22} \cdot m_2p_1 \frac{xi^2}{xi} + \delta_{23}m_3p_i^2 \frac{xi_3}{xi_1} = 0;$$

$$(\delta_{31}m_1p_1^2 - 1) + \delta_{32} \cdot m_2p_1 \frac{xi^2}{xi} + \delta_{33}m_3p_i^2 \frac{xi_3}{xi_1} = 0;$$

$$(0,0878 \cdot 10^{-5} \cdot 6276,7 \cdot 6,256^2 - 1) + 0,0361 \cdot 10^{-5} \cdot 6090;$$

$$6,256^2 \cdot x_2 + 0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6221,1 \cdot 6,256^2 x = 0;$$

$$0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6276,7 \cdot 6,256^2 + (0,1543 \cdot 10^{-5} 6090 \cdot 6,256^2 - 1);$$

$$X_2 + 0,162 \cdot 10^{-5} \cdot 6221,1 \cdot 6,256^2 x_3 = 0;$$

$$-0,784 + 0,223x_2 + 0,234x_3 = 0;$$

$$0,236 - 0,632x_2 + 0,344x_3 = 0.$$

Alnan deňlemeden hasap boýunça 1-nji tony taparys.

$$x_2 = \frac{0,784 - 0,234x_3}{0,229} = (3,424 - 1,022x_3);$$

$$0,236 - 0,632(3,424 - 1,022X_2) + 0,234; \quad x_3 = 0$$

$$0,646x_3 + 0,234x_3 = 2,164 - 0,236$$

$$0,88x_3 = 1,9; \quad x_3 = 219$$

Şeýlelikde, $X_{12} = 1,186$; $X_{13} = 2,19$.

2-nji ton üçin

$$(0,078 \cdot 10^{-5} \cdot 6276,7 \cdot 19,396^2 - 1) + 0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6090,0 \times$$

$$\times 19,396^2 x_2 + 0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6221,1 \cdot 19,396^2 x = 0;$$

$$0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6276,7 \cdot 19,396^2 + (0,1543 \cdot 10^{-5} \cdot 6090,0 \times$$

$$\times 19,396^2 - 1)x_2 + 0,162 \cdot 10^{-5} \cdot 6221,1 \cdot 19,396^2 x_3 = 0;$$

$$1,07 + 2,202x_2 + 2,25; \quad x_3 = 0;$$

$$2,27 + 4,57x_2 + 3,79; \quad x_3 = 0.$$

Islendik deňlemeden alnan maglumatlary 2-nji tondan taparys.

$$x_2 = -\frac{(1,07 + 2,25x_3)}{2,202} = -(0,486 + 1,114x_3);$$

$$2,27 - 4,54(0,486 + 1,114x_3) + 3,79x_3 = 0;$$

$$2,27 - 2,06 - 5,058x_3 + 3,79x_3 = 0;$$

$$0,21 - 1,268x_3 = 0;$$

$$x_2 = (0,486 + 1,114 - 0,166) = -0,67.$$

Şeýlelikde, 2-nji ton üçin

$$x_{22} = 0,166 \quad x_{23} = 0,67$$

3-nji ton üçin

$$(0,0878 \cdot 10^{-5} \cdot 6276,7 \cdot 33,588^2 - 1) + 0,096 \cdot 10^{-5} \times$$

$$\times 6090,0 \cdot 33,558^2 x_2 + 0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6221,1 \cdot 33,558^2 x_3 = 0;$$

$$0,0961 \cdot 10^{-5} \cdot 6276,7 \cdot 33,558^2 + (0,1543 \cdot 10^{-3} \cdot 6090,0 \cdot$$

$$33,558^2 - 1)x_2 + 0,16210^{-5} \cdot 6221,1 \cdot 33,558^2 \quad x_3 = 0.$$

Alnan maglumatlara görä deňlemeleri çözüp, 3-nji ton üçin

$$x_2 = -\frac{(5,21 + 6,733x_3)}{5,591} = -(0,932 + 1,204x_3);$$

$$6,793 - 9,582(0,932 + 1,204x_3) + 11,349; \quad x_3 = 0;$$

$$6,793 - 8,33 - 11,537x_3 + 11,349x_3 = 0;$$

$$-0,188x_3 - 2,137 = 0;$$

$$-1,888x_3 = 2,137;$$

$$x_3 = -\frac{2,137}{0,188} = 1,1367;$$

$$x_2 = -[0,932 + 1,204(-11,367)] = (0,932 - 13,686);$$

$$x_2 = 12,754\text{-i taparys.}$$

$$\text{Şeýlelikde, 3-nji ton } x_{23} = -11,367 \text{ üçin}$$

$$x_{33} = 12,854.$$

Yrgyldynyň formasynyň koeffisiýentini anyklaýarys:

$$\eta = x_1 \frac{Q_1 x_1 + Q_2 x_2 + Q_3 x_3}{Q_1 x_1^2 + Q_2 x_2^2 + Q_3 x_3^2}.$$

Yrgyldynyň 1-nji formasy üçin

$$\eta = 1 \frac{6157,45 \cdot 1,0 + 5974,33 \cdot 1,186 + 8102,9 \cdot 2,19}{6157,45 \cdot 10^2 + 5974,33 \cdot 1,186^2 + 8102,9 \cdot 2,19} = 0,607;$$

$$\eta_2 = 1,186 \cdot 0,607 = 0,720;$$

$$\eta_3 = 2,19 \cdot 0,607 = 1,329.$$

Yrgyldynyň 2-nji formasy üçin

$$\eta = 1 \frac{6157,45 \cdot 1,0 + 5974,33 \cdot 0,166 - 6102,9 \cdot 0,671}{6157,45 \cdot 10 + 5974,33 \cdot 1,166^2 + 6102,9(-0,671)} = 0,339;$$

$$\eta_2 = 0,166 \cdot 0,339 = 0,056;$$

$$\eta_3 = (-0,671) \cdot 0,339 = -0,227.$$

Yrgyldynyň 3-nji formasy üçin

$$\eta_1 = 1 \frac{6157,45 \cdot 1,0 - 5974,33 \cdot 11,307 + 6102,9 \cdot 12,754}{6157,45 \cdot 1,0^2 + 5974,33(-11,367)^2 + 6102,9 \cdot 12,754} = 0,009;$$

$$\eta_2 = (-11,367) \cdot 0,009 = -0,10^2;$$

$$\eta_3 = 12,754 \cdot 0,009 = 0,115.$$

Seýsmiki güýçleriň hasabyny anyklaýarys

$$S_{ik} = K_1 \cdot K_2 \cdot S_{DIK} (\text{CHиП} - \text{II} - 7 - 81).$$

Bu ýerde

$$S_{oik} = Q_k A \beta_i k_\varphi \cdot \eta_{ik} \text{ bolsa, onda } S = K_1 K_2 \cdot Q \beta_i K_\varphi \text{ bolar}$$

Bu ýerde

$$A = 0,4 \text{ 9 bal üçin}$$

$$K_1 = 0,25 \text{ tabl. 3 (CHuП – II – 7 – 81);}$$

$$K_2 = 1 \text{ tabl. 4 } K\varphi = 1 \text{ tabl. 6 (CHuП – II – 7 – 81).}$$

1-nji ton üçin

$$S_1 = K_1 K_2 Q_1 A \beta_1 K \varphi \eta = 0,25 \cdot 1 \cdot 6157,45 - 0,4 \cdot 0,996 \cdot 1 \cdot 0,607 = 409,53;$$

$$S_2 = K_1 K_2 Q_2 A \beta_1 K \varphi \eta = 0,25 \cdot 1 \cdot 5974 - 0,4 \cdot 0,996 \cdot 1 \cdot 0,72 = 471,24;$$

$$S_3 = K_1 K_2 Q A \beta, K \varphi \eta_3 = 0,25 \cdot 1 \cdot 6102,9 \cdot 0,996 \cdot 1 \cdot 1,329 = 888,58.$$

2-nji ton üçin

$$S_1 = K_1 K_2 Q_1 A \beta_2 K \varphi \eta_1 = 0,25 \cdot 1 \cdot 0,157,45 - 0,4 \cdot 3,0 \cdot 1 \cdot 0,339 = 688,82;$$

$$S_2 = K_1 K_2 Q_2 A \beta_1 K \varphi \eta_2 = 0,25 \cdot 1 \cdot 5974,33 \cdot 0,4 \cdot 3,0 \cdot 0,056 = 110,44;$$

$$S_3 = K_1 K_2 Q A \beta_2 K \varphi \eta_3 = 0,25 \cdot 1 \cdot 61029 \cdot 0,4 \cdot 3,0 \cdot 1 \cdot (-0,227) = 457,15.$$

3-nji ton üçin

$$S_1 = K_1 K_2 Q A \beta_3 K \varphi \eta_1 = 0,25 \cdot 1 \cdot 6157,45 \cdot 0,4 \cdot 3,0 \cdot 1 \cdot 0,009 = 18,26 \text{ KN};$$

$$S_2 = K_1 K_2 Q A \beta_3 K \varphi \eta_2 = 0,25 \cdot 1 \cdot 6102,9 \cdot 0,4 \cdot 301 \cdot 0,11 = 231,66 \text{ KN};$$

$$S_3 = K_1 K_2 Q A \beta_3 K \varphi \eta_3 = 0,25 \cdot 1 \cdot 6102,9 \cdot 0,4 \cdot 301 \cdot 0,11 = 231,66 \text{ KN}.$$

Birinci kese roma üçin seýsmiki güýçleri anyklaýarys:

1-nji ton üçin

$$S_1 = \frac{S_1}{11} = \frac{409,53}{11} = 37,23 \text{ KN};$$

$$S_2 = \frac{S_2}{11} = \frac{471,24}{11} = 42,84 \text{ KN};$$

$$S_3 = \frac{S_3}{11} = \frac{888,58}{11} = 80,78 \text{ KN}.$$

2-nji ton üçin

$$S_1 = \frac{S_1}{11} = \frac{688,82}{11} = 62,62 \text{ KN};$$

$$S_2 = \frac{S_2}{11} = \frac{110,44}{11} = 10,04 \text{ KN};$$

$$S_3 = \frac{S_3}{11} = \frac{457,15}{11} = \frac{-457,15}{11} = -41,56 \text{ KN}.$$

3-nji ton üçin

$$S_1 = \frac{S_1}{11} = \frac{18,26}{11} = 1,66 \text{ KN};$$

$$S_2 = \frac{S_2}{11} = \frac{201,08}{11} = 18,28 \text{ KN};$$

$$S_3 = \frac{S_3}{11} = \frac{231,66}{11} = 21,06 \text{ KN};$$

$$Q_3 = 21,06.$$

9.5. Seýsmiki güýçleriň baha belliklerini anyklaýarys

$$S_1 = \sqrt{37,23^2 + 62,62^2 + 1,66^2} = 72,87 \text{ KN};$$

$$S_2 = \sqrt{42,84^2 + 10,04^2 + (-18,28)^2} = 47,75 \text{ KN};$$

$$S_3 = \sqrt{80,78^2 + (-41,56^2) + 21,06^2} = 91,63 \text{ KN}.$$

Çarçuwalaryň gorizonta seýsmiki güýçlere hasaby
Birinji gatladaky direkleriň gatylygyny hasaplaýarys.

$$i = \frac{E_{rc}}{h_1} = \frac{2,9 \cdot 10^{10} \frac{0,4 - 0,4^3}{12}}{379} = 0,5165 \cdot 10^7.$$

2-nji 3-nji gatlakda hem

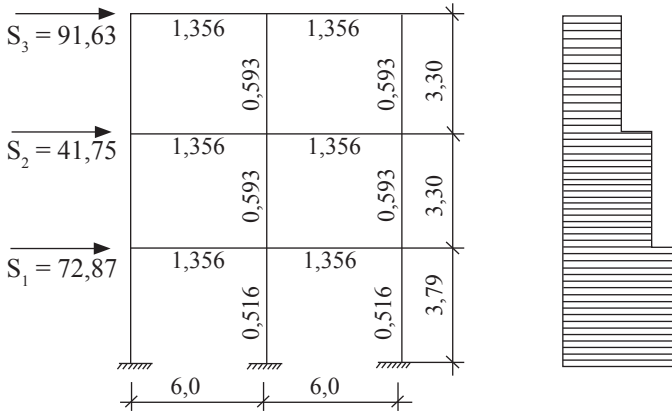
$$i_{2,3} = \frac{E_{rc}}{h_{2,3}} = \frac{2,9 \cdot 10^{10} \frac{0,4 - 0,4^3}{12}}{3,3} = 0,5932 \cdot 10^7.$$

Pürsleriň gatylygy

$$r = \frac{EI}{l_1} = \frac{2,9 \cdot 10^{10} \cdot 0,00265}{5,7} = 1,3558 \cdot 10^7;$$

$$i_{2,3} = \frac{E_{rc}}{h_{2,3}} = \frac{2,9 \cdot 10^{10} \frac{0,4 - 0,4^3}{12}}{3,3} = 0,5932 \cdot 10^7.$$

9.6. Çarçuwadaky seýsmiki güýçlerden düşýän ýükleriň güýjenmesini anyklaýarys



20-nji çyzgy

Düwünlerde kese güýçler

$$Q_{10-7} = Q_{7-10} = Q_{11-8} = Q_{8-11} = Q_{12-9} = Q_{a-12} = \frac{91 \cdot 63}{3} = 30,54 \text{ KN};$$

$$Q_{7-4} = Q_{4-7} = Q_{8-5} = Q_{5-8} = Q_{a-6} = Q_{6-9} = \frac{139 \cdot 38}{3} = 46,46 \text{ Kn};$$

$$Q_{4-1} = Q_{5-2} = Q_{6-3} = \frac{212,25}{3} = 70,75 \text{ KN}.$$

Düwünlerde egilme pursaty

$$M = Q \frac{h}{2};$$

$$M_{10-7} = M_{7-10} = M_{4-8} = M_{8-4} = M_{18-a} = M_{a-12} = 30,54 \frac{33}{2} = 50,391 \text{ KN.m};$$

$$M_{7-4} = M_{4-7} = M_{8-5} = M_{5-8} = M_{a-b} = M_{b-a} = 46,46 \frac{33}{2} = 76,659 \text{ KN.m};$$

$$M_{4-1} = M_{1-4} = M_{5-2} = M_{2-5} = M_{6-3} = M_{3-6} = 70 \frac{3,79}{2} = 134,07 \text{ KN.m}.$$

9.7. D w nleri n koeffisi yentini anykla yarys

10-njy we 12-nji d w nler

$$M_{=10-7} = M_{=12-9} = \frac{l_{10-7}}{i_{10-7} + l_{10-11}} = \frac{i}{i_{12-11} + l_{12-9}} = \frac{0,593}{0,593 + 1,356} = 0,304;$$

$$M_{10-4} = M_{12-11} = \frac{i_{10-11}}{i_{10-11} + l_{10-7}} = \frac{i_{12-11}}{i_{12-11} + l_{12-9}} = \frac{1,356}{1,356 + 0,593} = 0,696.$$

11-nji d w n

$$M_{11-10} = M_{11-12} = \frac{i_{11-10}}{i_{11-10} + i_{11-8} + i_{11-12}} = \frac{i_{11-12}}{i_{11-12} + i_{11-8} + l_{11-10}} =$$

$$= \frac{1,356}{1,356 + 0,593 + 1,356} = 0,41;$$

$$M_{11-8} = \frac{i_{11-8}}{i_{11-8} + i_{11-10} + i_{11-12}} = \frac{0,593}{1,356 + 0,593 + 1,356} = 0,180.$$

7-nji we 9-njy d w nler

$$M_{7-8} = M_{9-8} = \frac{i_{7-8}}{i_{7-8} + i_{7-10} + i_{7-4}} = \frac{i_{9-8}}{i_{9-8} + i_{9-12} + i_{9-6}} =$$

$$= \frac{1,356}{1,356 + 0,593 + 0,593} = 0,53;$$

$$M_{7+10} = M_{7-4} = M_{9-12} = \frac{i_{7-10}}{i_{7-10} + i_{7-4} + i_{7-8}} = \frac{i_{7-4}}{i_{7-4} + i_{7-8} + i_{7-10}} =$$

$$= \frac{i_{9-12}}{i_{9-12} + i_{9-8} + i_{9-6}} = \frac{i_{9-6}}{i_{9-6} + i_{9-8} + 9-8} = \frac{0,593}{0,593 + 0,593 + 1,356} = 0,233.$$

8-nji d w n

$$K = M_{8-11} = M_{8-5} = \frac{i_{8-11}}{i_{8-11} + i_{8-7} + i_{8-3} + i_{8-9}} = \frac{i_{8-5}}{i_{8-5} + i_{8-9} + i_{8-11} + i_{8-7}} =$$

$$= \frac{0,593}{0,593 + 1,356 + 0,593 + 1,356} = 0,152;$$

$$M_{8-7} = M_{8-9} = \frac{i_{8-7}}{i_{8-7} + i_{8-5} + i_{8-9} + i_{9-11}} = \frac{i_{8-9}}{i_{8-9} + i_{8-11} + i_{8-7} + i_{8-5}} =$$

$$= \frac{1,356}{1,356 + 0,593 + 1,356 + 0,593} = 0,348.$$

4-nji we 6-njy düwünler

$$M_{4-7} = M_{6-9} = \frac{i_{4-7}}{i_{4-7} + i_{4-1} + i_{4-5}} = \frac{i_{6-9}}{i_{6-9} + i_{6-5} + i_{6-3}} =$$

$$= \frac{0,593}{0,593 + 0,516 + 1,356} = 0,241;$$

$$M_{4-5} = M_{6-5} = \frac{i_{4-5}}{i_{4-5} + i_{4-7} + i_{4-1}} = \frac{i_{6-5}}{i_{6-5} + i_{6-9} + i_{6-3}} =$$

$$= \frac{1,356}{1,356 + 0,593 + 0,516} = 0,55;$$

$$M_{4-1} = M_{6-3} = \frac{i_{4-1}}{i_{4-1} + i_{4-5} + i_{4-7}} = \frac{i_{6-3}}{i_{6-3} + i_{6-5} + i_{6-9}} =$$

$$= \frac{0,516}{0,516 + 1,356 + 0,593} = 0,209.$$

5-nji düwün

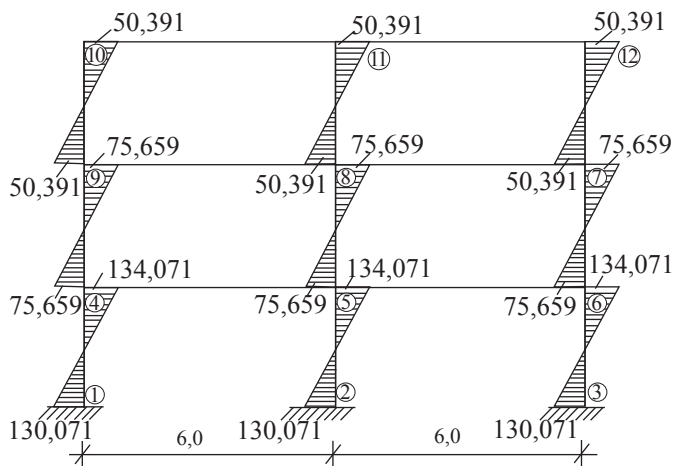
$$M_{5-8} = \frac{i_{5-8}}{i_{5-8} + i_{5-4} + i_{5-2} + i_{5-6}} = \frac{0,593}{0,593 + 1,356 + 0,516 + 1,356} = 0,155;$$

$$M_{5-2} = \frac{i_{5-2}}{i_{5-2} + i_{5-6} + i_{5-8} + i_{5-4}} = \frac{0,516}{1,356 + 0,516 + 1,356 + 0,593} = 0,135;$$

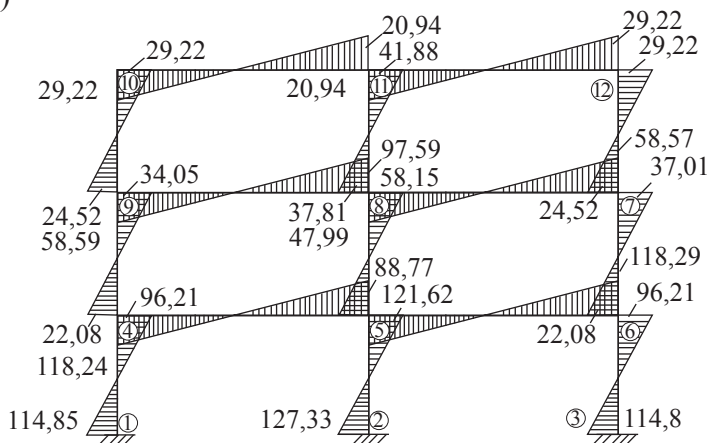
$$M_{5-4} = \frac{i_{5-4}}{i_{5-4} + i_{5-2} + i_{5-6} + i_{5-8}} = \frac{1,356}{1,356 + 0,516 + 1,356 + 0,593} = 0,355;$$

$$M_{5-6} = \frac{i_{5-6}}{i_{5-6} + i_{5-8} + i_{5-4} + i_{5-2}} = \frac{1,356}{1,356 + 0,593 + 1,356 + 0,516} = 0,355.$$

a)



b)



21-nji çyzgy. Seýsmiki ýükleriň täsir etmeginiň pursatlarynyň epýurasy

9.8. Kese güýçleri kesgitleýäris

$$Q_{1-4} = Q_{4-1} = \frac{96,21 + 114,85}{3,79} = \frac{211,06}{3,79} = 55,69 \text{ KN};$$

$$Q_{2-5} = Q_{5-2} = \frac{121,63 + 127,33}{3,79} = \frac{248,86}{3,79} = 65,69 \text{ KN};$$

$$Q_{3-6} = Q_{6-3} = \frac{96,21 + 114,85}{3,79} = \frac{211,06}{3,79} = 55,69KN;$$

$$Q_{5-8} = Q_{8-5} = \frac{38,15 + 55,81}{3,3} = \frac{113,96}{3,3} = 34,53KN;$$

$$Q_{6-9} = Q_{9-6} = \frac{34,05 + 22,08}{3,3} = \frac{56,13}{3,3} = 17,01KN;$$

$$Q_{7-10} = Q_{10-7} = \frac{29,22 + 24,52}{3,3} = \frac{53,74}{3,3} = 16,28KN;$$

$$Q_{8-11} = Q_{11-8} = \frac{41,88 + 37,83}{3,3} = \frac{79,71}{3,3} = 24,15KN;$$

$$Q_{9-12} = Q_{12-9} = \frac{29,22 + 24,52}{3,3} = \frac{53,74}{3,3} = 16,28KN;$$

$$Q_{4-5} = Q_{5-6} = \frac{-88,72 - 118,29}{6,0} = \frac{-207,01}{6,0} = 34,51KN;$$

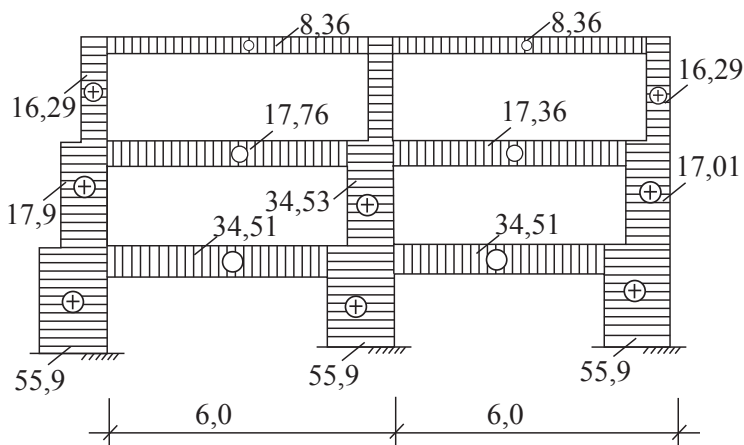
$$Q_{5-6} = Q_{6-5} = \frac{-118,29 - 8,872}{6,0} = \frac{-207,01}{6,0} = 34,51KN;$$

$$Q_{7-8} = Q_{8-7} = \frac{-47,99 - 58,57}{6,0} = \frac{-106,56}{6,0} = 17,46KN;$$

$$Q_{8-9} = Q_{9-8} = \frac{-47,96 - 58,57}{6,0} = \frac{-106,56}{6,0} = 17,46KN;$$

$$Q_{10-10} = Q_{10-10} = \frac{-20,94 - 29,22}{6,0} = \frac{-50,16}{6,0} = 8,36KN;$$

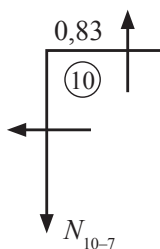
$$Q_{11-12} = Q_{12-11} = \frac{-29,22 - 20,94}{6,0} = \frac{-50,16}{6,0} = 8,36KN.$$



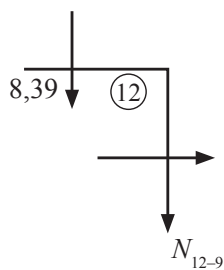
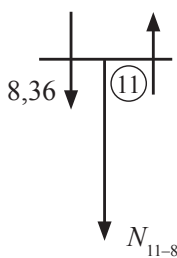
22-nji çyzgy

Uzaboýuna güýçleri hasaplaýarys:

10-njy düwün

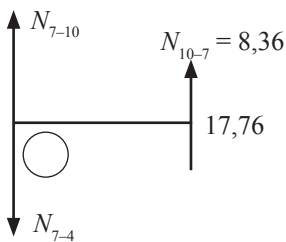


11-nji düwün



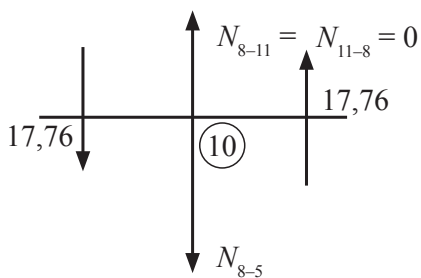
$$N_{10-7} = 8,36 \text{ KN} \quad N_{11-8} = 8,36 - 8,36 = 0 \quad N_{11-9} = 8,36 \text{ KN}.$$

7-nji düwün



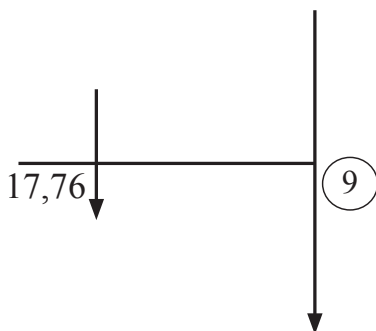
$$N_{7-4} = 17,76 + 8,36 = 26,12 \text{ KN}.$$

8-nji düwün



$$N_{8-5} = 17,76 - 17,76 = 0.$$

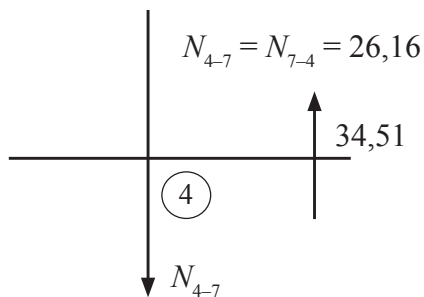
9-njy düwün



$$N_{9-12} = N_{12-9} = 8,36$$

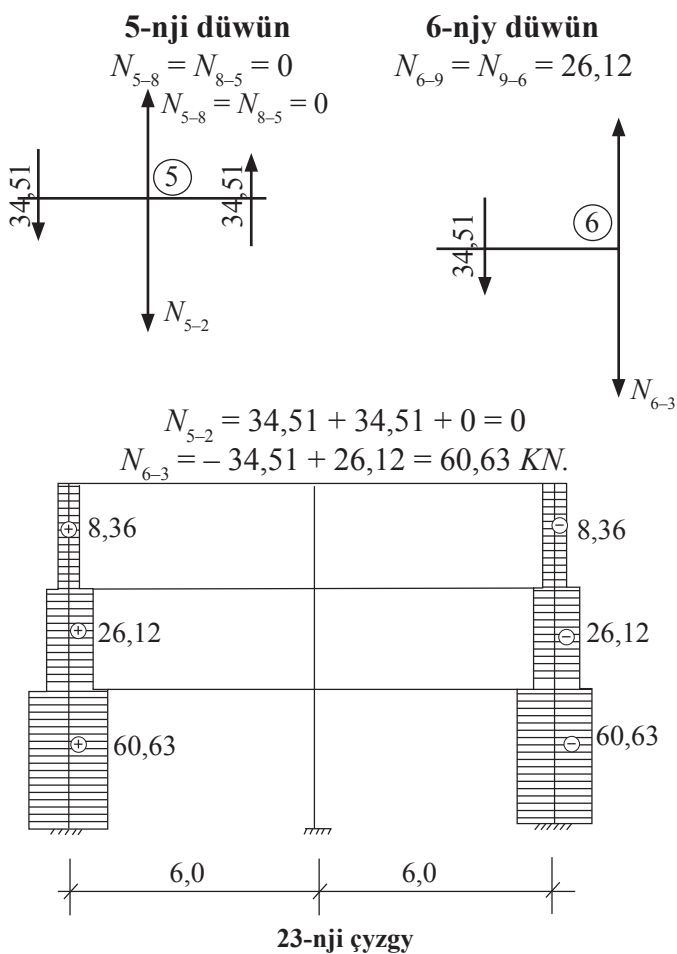
$$N_{9-6} = -8,36 - 17,76 = -26,12 \text{ KN.}$$

4-nji düwün



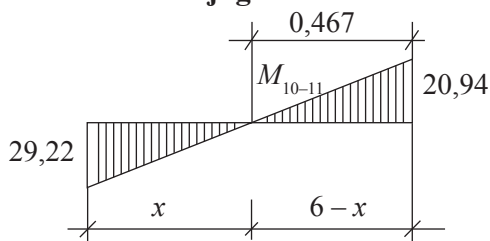
$$N_{4-7} = N_{7-4} = 26,16$$

$$N_{4-1} = 34,51 + 26,12 = 60,63 \text{ KN.}$$



9.9. Seýsmiki güýçleriň täsir etmeginde gerim pursatlaryny anyklaýarys

10-11-nji gerimlerde



$$\frac{20,94}{x} = \frac{29,22}{6-x}$$

$$20,94(6-x) = 125,64$$

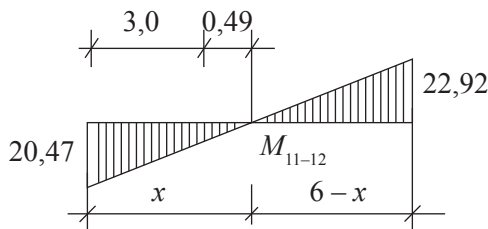
$$X = 2,54 \text{ m}$$

$$6-x = 6-2,54 = 3,46 \text{ m}$$

$$\frac{20,94}{3,46} = \frac{M_{10-11}}{0,46}$$

$$M_{10-11} = -2,80 \text{ KN.m.}$$

11-12-nji gerimlerde



$$\frac{29,22}{x} = \frac{20,94}{6-x};$$

$$29,22(6-x) = 20,94x;$$

$$50,16x = 175,32;$$

$$X = 3,49 \text{ m};$$

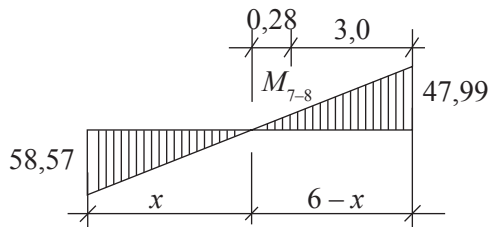
$$6-x = 2,51 \text{ m};$$

$$\frac{20,49}{3,49} = \frac{M}{0,49};$$

$$M_{11-12} = 2,94 \text{ KN.m.}$$

Gerimde

$$\frac{58,57}{6-x} = \frac{47,99}{x}$$



$$58,57x + 47,49x6 \cdot 47,99$$

$$106,56x = 287,94$$

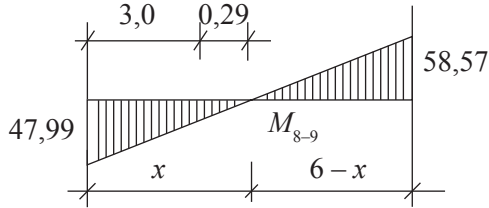
$$X = 2,72$$

$$6 - x = 3,28$$

$$\frac{47,99}{3,08} = \frac{M_{7-8}}{0,28}$$

$$M_{7-8} = -4,09 \text{ KN.m.}$$

8-9-njy gerimlerde



$$58,57x - 47,99x = 58,57 \cdot 6$$

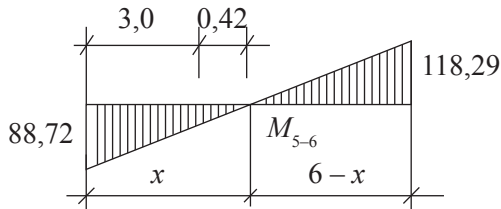
$$106,56x = 351,42$$

$$X = 3,29; 6 - x = 2,71$$

$$\frac{47,99}{3,29} = \frac{M_{8-9}}{0,29}$$

$$M_{8-9} = 4,23 \text{ KN.m.}$$

5-6-njy gerimlerde



$$118,29x + 88,72 = 6 \cdot 118,29$$

$$207,01x = 709,74$$

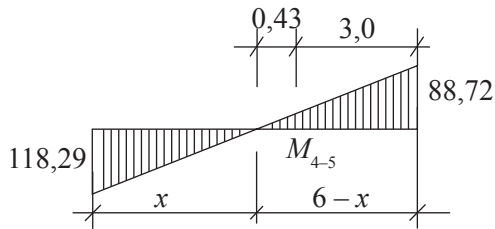
$$X = 3,42 \text{ m}$$

$$6 - x = 2,58 \text{ m}$$

$$\frac{88,72}{3,42} = \frac{M_{5-6}}{0,42}$$

$$M_{5-6} = 1089 \text{ KN.m.}$$

4-5-nji gerimlerde



$$\frac{118,29}{6-x} = \frac{88,72}{x}$$

$$88,72x + 118,29x = 88,72 \cdot 6$$

$$207,01x = 532,32$$

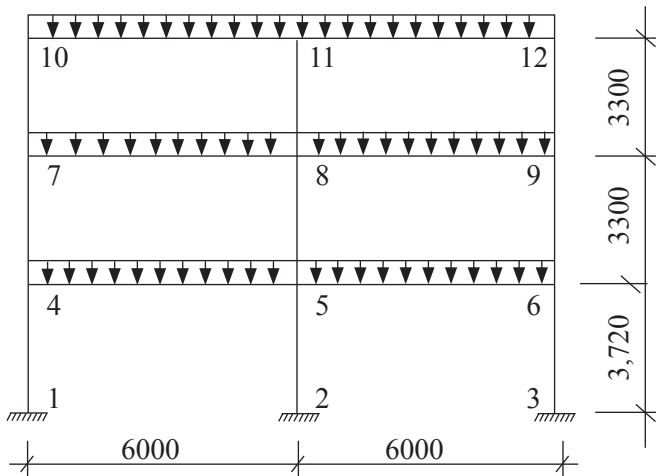
$$X = 2,57 \text{ m}$$

$$6 - x = 3,43 \text{ m}$$

$$\frac{88,72}{34,3} = \frac{M_{4-5}}{0,43}$$

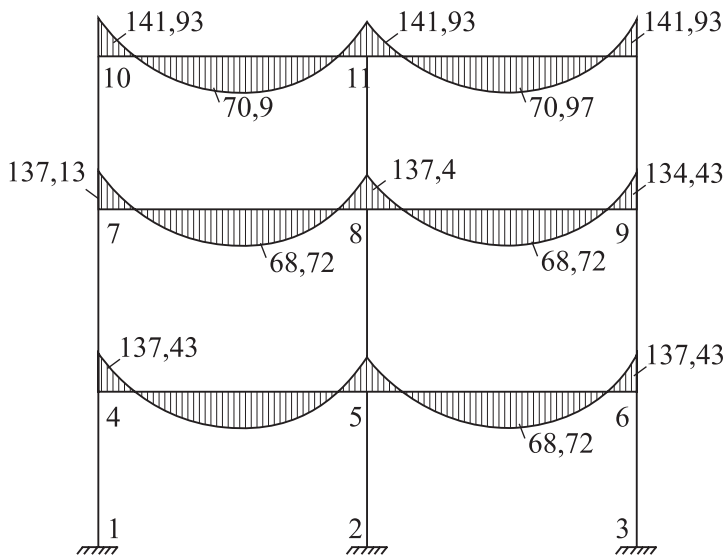
$$M_{5-6} = -11,12 \text{ KNm.}$$

Çarçuwanyň dik güýçlere hasaby

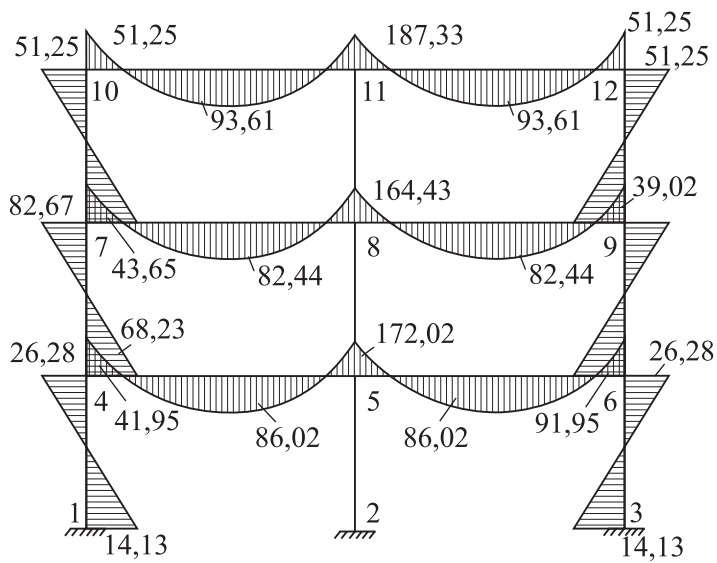


24-nji çyzgy

a)



b)



25-njy çyzgy. Dikligine täsir edýän ýükleriň egilme epýurasy

9.10. Ýükleriň ýygyny

Birmeňzeş gatlar üçin ýygynan ýükler

a) ara örtügiň agramy

$$q_1^{nop} = 3,85 \cdot 6 = 23,10 \text{ KN/m}.$$

b) peýdaly ýük

$$q_1^{doly} = 2,0 \cdot 6,0 \cdot 1,3 = 15,6 \text{ KN/m};$$

ç) 1-nji gat üçin arabölümleriň agramy

$$q_1^{nep} = 11,0 \cdot 3,0 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 29 \text{ KN/m};$$

d) arabölümleriň agramy

$$q_1^{nep} = 11,0 \cdot 3,0 \cdot 0,8 \cdot 1,1 = 29 \text{ KN/m}.$$

Şeýlelikde,

$$q_1 = 45,81 \text{ KN/m}.$$

Basyrgy üçin ýygynan ýükler

a) 1 ädim m pürsde bolan agram

$$q_1^{pür} = 3,825 \cdot 1,1 = 4,21 \text{ KN/m};$$

b) basyrgylaryň agramy

$$q_2^{bas} = 6,484 \cdot 6 = 38,90 \text{ KN/m};$$

ç) garyň agramy

$$q_3^{gar} = 0,5 \cdot 1,4 \cdot 6,0 = 42 \text{ KN/m}.$$

Şeýlelikde, $g_2 = 47,31 \text{ KN/m}$

$$M_{4-5}^{on} = M_{5-4}^{on} = M_{5-6}^{on} = M_{6-5}^{on} = M_{7-8}^{on} = M_{8-7}^{on} = M_{8-9}^{on} = M_{9-8}^{on} = \\ = \frac{q_1 l_1^2}{12} = \frac{4581 \cdot 6^2}{12} = 137,43 \frac{\text{KN}}{\text{m}};$$

$$M_{4-5}^{gerim} = M_{5-4}^{gerim} = M_{5-6}^{gerim} = M_{7-8}^{gerim} = M_{8-7}^{gerim} = M_{8-9}^{gerim} = M_{9-8}^{gerim} = \\ = \frac{q_1 l_1^2}{24} = \frac{4581 \cdot 6^2}{24} = 68,72 \frac{\text{KN}}{\text{m}};$$

$$M_{10-11}^{on} = M_{11-10}^{on} = M_{11-12}^{on} = M_{12-11}^{on} = \frac{q_2 l^2}{12} = \frac{4731 \cdot 6^2}{12} = 141,93 \frac{\text{KN}}{\text{m}};$$

$$M_{10-11}^{gerim} = M_{11-10}^{gerim} = M_{11-12}^{gerim} = M_{12-11}^{gerim} = \frac{q_2 l_1^2}{24} = \frac{47,31 \cdot 6^2}{24} = 70,97 \frac{KN}{m}.$$

Dikligine täsir edýän ýükleriň egilme pursatynyň epýurasy.

9.11. Ortaky gerimlerde egilme pursatini anyklaýarys

$$M_{4-5} = \frac{q_1 l^2}{8} - \frac{M_{4-5} + M_{5-4}}{2} = \frac{45,81 - 6^2}{8} = \frac{68,23 + 172,02}{2} = 206,145 - 120,125 = 86,02 \text{ KN.m};$$

$$M_{5-6} = \frac{q_1 l^2}{8} - \frac{M_{5-6} + M_{6-5}}{2} = \frac{45,81 \cdot 6^2}{8} = \frac{172,02 + 68,23}{2} = 206,145 - 120,125 = 86,02 \text{ KN.m};$$

$$M_{7-8}^{gerim} = \frac{q_1 l^2}{8} - \frac{M_{7-8} + M_{8-7}}{2} = \frac{45,81 \cdot 6^2}{8} = 206,145 - 123,71 = 82,435 = 82,4 \text{ KN.m};$$

$$M_{8-9}^{прол} = \frac{q_1 l^2}{8} - \frac{M_{8-9} + M_{9-8}}{2} = \frac{45,81 \cdot 6^2}{8} = \frac{164,75 + 82,67}{2} = 206,145 - 123,71 = 82,435 = 82,44 \text{ KN.m};$$

$$M_{10-11}^{прол} = \frac{q_1 l^2}{8} - \frac{M_{10-11} + M_{11-10}}{2} = \frac{47,31 \cdot 6^2}{8} = \frac{51,25 + 187,33}{2} = 212,89 - 119,290 = 93,605 = 93,61 \text{ KN.m};$$

$$M_{11-12}^{прол} = \frac{q_1 l^2}{8} - \frac{M_{11-12} + M_{12-11}}{2} = \frac{47,31 \cdot 6^2}{8} = \frac{187,33 + 51,25}{2} = 212,895 - 119,290 = 93,61 \text{ KN.m}.$$

Dikligine täsir edýän ýükleriň pursatlarynyň elementleriniň keseligine güýçlerini anyklaýarys

$$Q_{10-11} = \frac{q_2 l}{2} + \frac{M - M}{l} = \frac{47,31 \cdot 6^2}{2} + \frac{-187,33 + 51,25}{8} =$$

$$= 141,93 - 39,76 = 102,17 \text{ KN};$$

$$Q_{11-10} = \frac{q_2 l^2}{2} + \frac{M \cdot M}{l} = -\frac{47,31}{2} + \frac{-187,33 + 51,25}{6} =$$

$$= 141,93 - 39,76 = -181,69 \text{ KN};$$

$$Q_{12-11} = \frac{q_2 l}{2} + \frac{M_{pp} \cdot M_{лев}}{l} = -\frac{47,31}{2} + \frac{51,25 + 187,33}{6} =$$

$$= -141,93 + 39,76 = -102,17 \text{ KN};$$

$$Q_{7-8} = \frac{q_2 l}{2} + \frac{M_{np} + M_{лев}}{l} = \frac{4581 \cdot 6}{2} + \frac{-164,75 + 82,67}{6} =$$

$$= 137,43 - 13,68 = 123,75 \text{ KN};$$

$$Q_{8-7} = \frac{q_1}{2} + \frac{M_{np} + M_{лев}}{l} = -\frac{45,81 \cdot 6}{2} + \frac{164,75 + 82,67}{6} =$$

$$= -137,43 - 13,68 = 151,11 \text{ KN};$$

$$Q_{8-9} = \frac{q_1 l}{2} + \frac{M_{np} - M_{лев}}{l} = \frac{-45,81 \cdot 6}{2} + \frac{-82,67 + 164,75}{6} =$$

$$= 137,43 + 13,68 = 151,11 \text{ KN};$$

$$Q_{8-9} = -\frac{q_1 l}{2} + \frac{M_{np} M_{лев}}{l} = \frac{-45,81 \cdot 6}{2} + \frac{82,67 + 164,75}{6} =$$

$$= -137,43 + 13,68 = -123,75 \text{ KN};$$

$$Q_{4-5} = -\frac{q_1 l}{2} + \frac{M_{np} M_{лев}}{l} = \frac{45,81 \cdot 6}{2} + \frac{172,02 + 68,23}{6} =$$

$$= -137,43 - 17,30 = 154,73 \text{ KN};$$

$$Q_{5-4} = -\frac{q_1 l}{2} + \frac{M_{np} M_{лев}}{l} = \frac{45,81 \cdot 6}{2} + \frac{-68,23 + 172,02}{6} =$$

$$= 137,43 + 17,30 = 154,73 \text{ KN};$$

$$Q_{6-5} = -\frac{q_1 l}{2} + \frac{M_{np} M_{лев}}{l} = \frac{45,81 \cdot 6}{2} + \frac{-68,23 + 172,02}{6} = -137,43 + 17,30 = -120,13 \text{ KN}.$$

9.12. Diregleriň kese güýçleri

$$Q_{4-1} = -\frac{M_{np} - M_{лев}}{h_1} = -\frac{26,28 + 14,15}{3,79} = -10,67 \text{ KN};$$

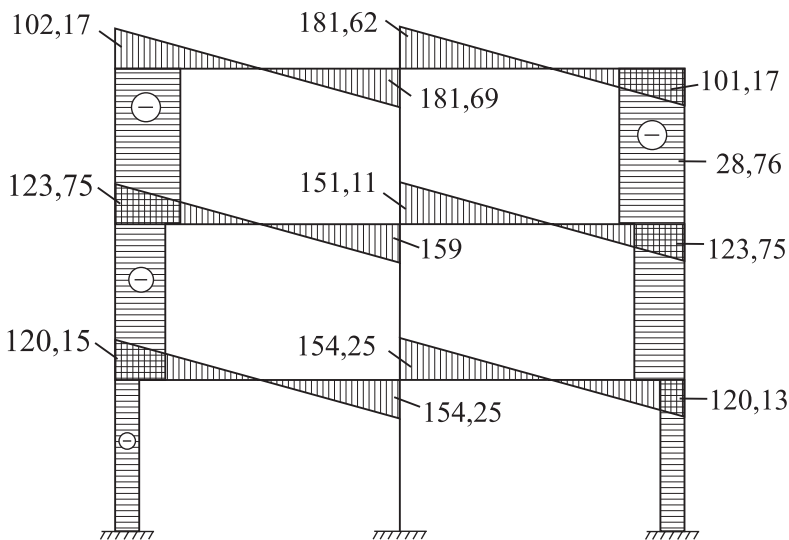
$$Q_{7-4} = \frac{M_{np} + M_{лев}}{h_2} = \frac{39,02 + 41,95}{3,3} = 24,54 \text{ KN};$$

$$Q_{10-7} = \frac{M_{np} + M_{лев}}{h_1} = \frac{51,25 + 43,65}{3,3} = 28,76 \text{ KN};$$

$$Q_{6-3} = \frac{M_{np} + M_{лев}}{h_1} = \frac{51,25 + 43,65}{3,79} = 10,67 \text{ KN};$$

$$Q_{9-6} = \frac{M_{np} + M_{лев}}{h_2} = \frac{39,02 + 41,95}{3,3} = 24,54 \text{ KN};$$

$$Q_{12-9} = \frac{M_{np} - M_{лев}}{h_3} = \frac{51,25 + 43,65}{3,3} = 28,76 \text{ KN}.$$



26-njy çyzgy

9.13. Diklik ýükünden çarçuwanyň direglerinden adaty uzaboý güýjüniň kesgitlenilişi

$$N_{7-4} = -102,17 - 123,75 = -225,92 \text{ KN};$$

$$N_{10-7} = -102,17 \text{ KN};$$

$$N_{4-1} = -225,92 - 120,13 = -346,05 \text{ KN};$$

$$N_{11-8} = -181,69 - 181,69 = -363,38 \text{ KN};$$

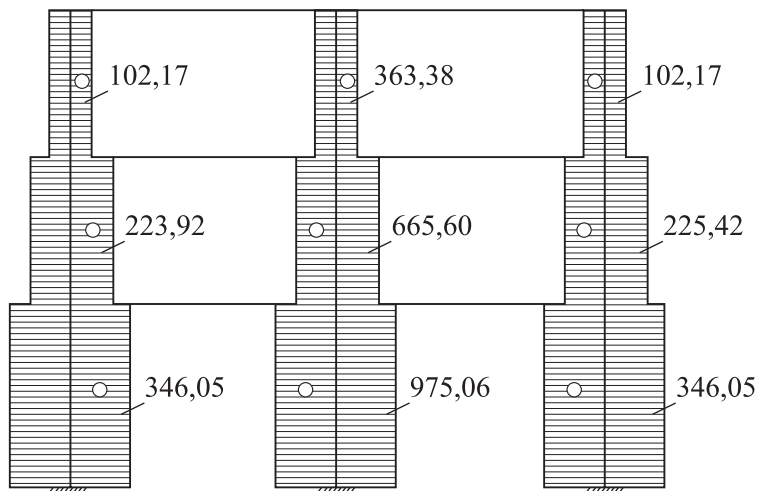
$$N_{8-5} = 363,38 - 151,11 = -665,80 \text{ KN};$$

$$N_{5-2} = -665,60 - 154,73 - 154,73 = -975,06 \text{ KN};$$

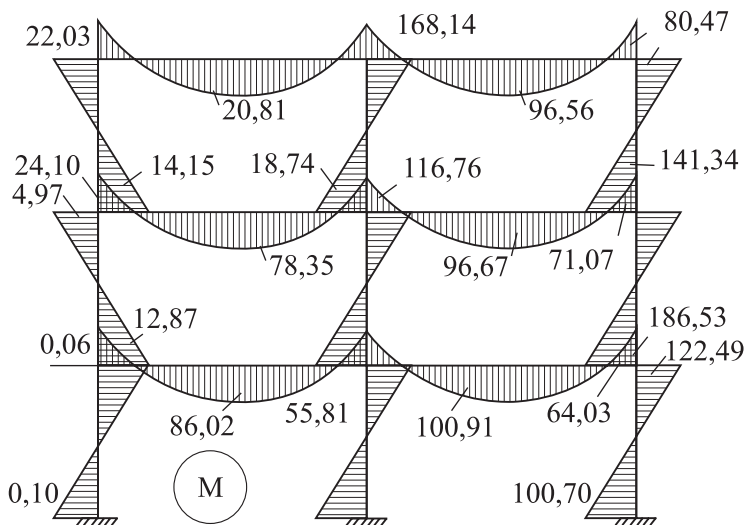
$$N_{12-9} = -102,17 \text{ KN};$$

$$N_{6-3} = -346,05 \text{ KN};$$

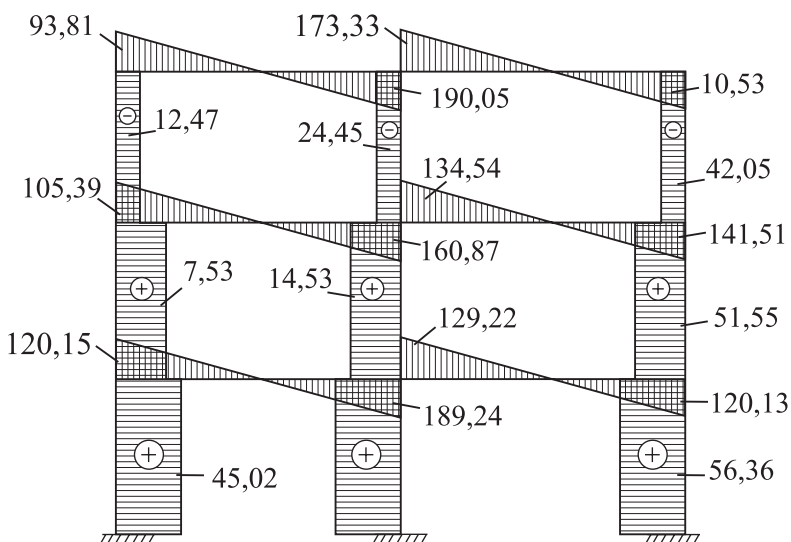
$$N_{9-6} = -225,92 \text{ KN}.$$



27-nji çyzgy. Diklik ýükden adaty güýjüň direglerde epýurasy



28-nji çyzgy. Jemleýji epýur “M”



29-njy çyzgy. Jemleýji epýur Q

Düwünleri deňeşdirmе tablislary

düwün- ler	10-njy düwün		11-nji düwün		12-nji düwün				7-nji düwün				8-nji düwün			
	10-11	10-1	11-10	11-12	11-8	12-11	12-9	7-10	7-8	7-4	8-7	8-11	8-9	8-5		
steržen- ler	0,690	0,504	0,41	0,41	0,18	0,696	0,304	0,233	0,233	0,233	0,348	0,152	0,348	0,052		
koeffisi- yent	-	+50,301	-	-	+50,391	-	+50,391	+50,391	-	+76,659	-	+50,391	-	+76,659		
berkleýji pursat (ktt)	-	-	-	-	-	-	-	7,659	-	-	-	-	-	-		
Düwünleri deňeşdirmе	10	-35,072	-15,518	-17,536	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	-6,735	-	-13,47	-13,47	-6,735	-	-	-	-	-	-2,957	-	-	-	-
	12	-	-	-	-15,192	-30,384	-13,272	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	-	-13,409	-	-7,009	-	-	-27,818	-63,754	-27,818	-31,871	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	-	-	-	-	-16,043	-	-32,09	-14,018	-32,09	-14,018	-	-
	9	-	-	-	-	-	12,159	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-23,717	-	-	-	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	+4,368	+6,276	+7,184	-	-	-	+3,138	-	-	-	-	-	-	-	-
Aylaw “2”	11	+3,078	-	6,157	+6,157	+2,703	3,078	+3,138	-	-	-	1,351	-	-	-	-
	12	-	-	-	+3,16	-	+6,32	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	+4,267	-	-	-	-	+8,534	+19,556	+8,534	+9,778	-	-	-	-	-	-
	8	-	-	-	+2,121	-	-	-	+4,857	-	+9,714	+4,243	+9,714	+4,243	-	-
	9	-	-	-	-	-	+1,701	-	-	-	-	-	-	+3,807	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Düvünleri deñleşdirme														
Ayław "3"	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+3,005
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10	-5,112	-2,232	-2,556	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	0,559	-	-1,116	-1,118	-0,49	0,559	-	-	-	-	0,245	-	-
	12	-	-	-	-1,347	-	-0,724	-0,348	-	-	-	-	-	-
	7	-	+0,736	-	-	-	-	-	-1,473	-3,374	-1,473	-1,687	-	-
	8	-	-	-	-	-0,37	-	-	-	-0,875	-	-1,75	-0,76	-1,75
	9	-	-	-	-	-	-	+0,245	-	-	-	-	-	+0,56
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,757	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,308
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ayław "4"	10	+0,901	0,304	+0,451	-	-	-	-	+0,152	-	-	-	-	-
	11	+0,067	-	+0,134	+0,134	+0,058	+0,058	-	-	-	-	-	+0,029	-
	12	-	-	-	-0,108	-	-0,217	-0,095	-	-	-	-	-	-
	7	-	+0,172	-	-	-	-	-	+0,345	+0,79	+0,345	+0,395	-	-
	8	-	-	-	-	-0,101	-	-	-	-0,232	-	+0,464	-0,203	-0,434
	9	-	-	-	-	-	-	+0,017	-	-	-	-	-	+6,09
	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,117	-	-	-
	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,05
	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gutar-nykly pursadar	-29,164	+29215	-20,854	-20,834	+41,879	-29,224	+29,24	+24,494	-58,677	+34,135	-47,991	+37,831	-47,991	+58,18
	-29,22	+29,22	-20,94	-20,94	+41,88	-29,22	+29,22	+24,52	-58,57	-34,05	-47,99	+37,83	-47,99	+58,15

9-njy düwün				4-nji düwün				5-nji düwün				6-njy düwün				1-nji düwün	2-nji düwün	3-nji düwün
9-8	9-12	9-6	4-7	4-5	4-1	5-4	5-8	5-6	5-2	0-5	6-9	6-3	1-4	2-5	3-6			
0,534	0,233	0,233	0,241	0,55	0,209	0,355	0,155	0,355	0,135	0,55	0,241	0,209	1	1	1			
-	+50,391	+76,659	+76,659	-	134,07	-	+76,659	-	+134,071	-	76,659	+134,071	+134,071	+134,07	+134,071			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
-	-	-	-	-	-	-</												

-	-	-1,051	-	-	-	-2,398	-	-2,398	-	-4,796	-2,102	-1,822	-	-	-0,94
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-0,174	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-0,736	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,76	-	-	-	-	-	-	-0,38	-	-	-	-	-	-	-	-
+1,12	+0,49	+0,49	-	-	-	-	-	-	-	-	0,245	-	-	-	-
-	-	-	-1,314	-3,456	-1,313	-1,728	-	-	-	-	-	-	-0,656	-	-
-	-	-	-	+0,80	-	+1,60	+0,698	+1,60	+0,608	+0,80	-	-	-	+0,304	-
-	-	0,126	-	-	-	-	-	-0,887	-	-0,574	-0,252	-0,218	-	-	-9,109
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-0,048	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	+0,172	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,232	-	-	-	-	-	-	-	-0,101	-	-	-	-	-	-	-
+0,218	+0,094	+0,094	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,047	-	-	-
-	-	-	-0,234	-0,535	-0,203	-0,267	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	+0,116	-	+0,233	+0,102	+0,233	+0,087	+0,116	-	-	-	10,044	-
-	-	-0,018	-	-	-	-	-	-0,042	-	-0,081	-0,034	-0,032	-	-	-0,016
-	+24,551	+33,973	+22,229	-118,205	+891	-89,207	+55,808	-87,73	+121,50	-118,287	+21,932	+96,861	+114,90	+127,51	+119,806
-58,57	+24,52	34,05	+22,08	-118,29	+96,21	88,72	+55,81	-88,72	+121,63	-118,29	+22,08	+96,21	+114,85	+127,33	+114,85

[illegible]

Düvünleri deñleşdirme															
Aýlaw "4"															
Aýlaw "3"															
10	+6,16	+2,70	+3,08	-	-	-	-	-	-	+1,35	-	-	-	-	-
11	+0,056	-	+0,112	+0,112	+0,051	+0,056	-	-	-	-	-	-	+0,026	-	-
12	-	-	+0,346	-	-	+0,642	+0,252	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	+0,545	-	-	-	-	-	-	+1,09	+2,50	+1,09	+1,26	-	-	-
8	-	-	-	-	+0,246	-	-	-	-	+0,563	-	+1,126	+0,492	+1,26	+0,492
9	-	-	-	-	-	-	0,165	-	-	-	-	-	-	-0,38	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,54	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,245
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-0,42	-0,18	-0,21	-	-	-	-	-	-0,09	-	-	-	-	-	-
11	-0,078	-	-0,156	-0,156	-0,070	-0,078	-	-	-	-	-	-	-0,035	-	-
12	-	-	-	+0,084	-	+0,169	+0,094	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-0,117	-	-	-	-	-	-0,235	-0,540	-0,235	-0,270	-	-	-	-
8	-	-	-	-	+0,070	-	-	-	+0,162	-	-	+0,324	+0,141	+0,324	+0,141
9	-	-	-	-	-	-	-0,033	-	-	-	-	-	-	-0,071	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+0,082	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-3055
6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gutarnykly pursatlar		+50,994	-51,168	+187,284	+18,377	+0,027	-51,421	+50,966	-43,699	+82,970	-39,033	-164,45	+0,14	+115,06	0,035
Düzedilen pursatlar		+51,25	-81,25	-187,33	+187,33	0,00	-51,25	+51,25	-43,65	+82,67	-39,02	-164,75	0,00	+164,75	0,00

9-njy düwün			4-nji düwün				5-nji düwün				6-njy düwün			1-nji düwün	2-nji düwün	3-nji düwün
0-8	0-12	0-6	4-7	4-5	4-1	5-4	5-8	5-6	5-2	6-5	6-9	6-3	1-4	2-5	3-6	
0,5-34	0,233	0,233	0,241	0,550	0,204	0,355	0,155	0,355	0,135	0,55	0,241	0,209	1	1	1	
-137,43	-	-	-	+137,43	-	-137,43	-	+137,43	-	-137,43	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	+20,034	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-13,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
+4,61	-	-	-	-	-	-	+2,01	-	-	-	-	-	-	-	-	
+60,22	+26,28	26,28	-	-	-	-	-	-	-	-	+13,14	-	-	-	-	
-	-	-	-29,98	-68,44	-26,01	-34,22	-	-	-	-	-	-	-I-	-	-	
-	-	-	-	+5,71	-	+11,45	-5,00	+0,43	+4,35	+5,71	-	-	-	+2,175	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	+32,61	-	+65,22	+28,58	+24,78	-	-	+14,39	
-	-	+114,29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-	0,475	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
-5,195	-	-	+1,46	-	-	-	-2,270	-	-	-	-	-	-	-	-	
-4,62	-2,00	-2,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-1,00	-	-	-	-	
-	-	-	-1,66	-3,78	-1,41	-1,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

-	-	-	-	-5,05	-	-10,10	-4,40	-10,10	-	-505	-	-	-	-1,92	-
-	-	+0,73	-	-	-	-	-	-11,665	-	+3,03	+1,46	-1,26	-	-	+0,13
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+0,126	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	+0,545	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+0,563	-	-	-	-	-	-	+0,246	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,76	-0,33	-0,33	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,165	-	-	-	-
-	-	-	+1,08	+2,48	+0,94	+1,24	-	-	-	-	-	+0,44	-	-	-
-	-	-	-	+0,56	-	-1,12	0,49	-1,12	-0,42	-0,56	-	-	-0,21	-	-
-	-	+0,087	-	-	-	-	-	+0,20	-	+0,40	+0,174	+0,152	-	-	-0,76
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	+0,037	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-0,117	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
+0,162	-	-	-	-	-	-	+0,07	-	-	-	-	-	-	-	-
-0,154	-0,066	-0,066	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,033	-	-	-	-
-	-	-	+0,164	+0,374	+0,142	+0,187	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	0,081	-	-0,162	-0,070	-0,162	-0,062	-0,081	-	-	-0,31	-	-
-	-	+0,015	-	-	-	-	-	+0,034	-	+0,068	+0,03	+0,026	-	-	+0,013
-82,62	+43,666	+34,006	-41,006	+68,083	-26,368	-172,065	+0,096	-171,987	-0,152	-68,383	+42,192	+26,218	-13,189	+0,014	+18,1099
-82,62	+43,65	+39,02	-41,95	+68,23	-26,28	-172,62	0,00	+172,0	0,00	-68,23	+41,95	+26,28	-14,15	0,00	+14,15

9.14. Sütünlerdäki armaturlaryň hasaby

Betonyň klasy B25 $R_b = 1480 \text{ KN/sm}^3 = 14,5 \text{ MPa}$.

Işleýän armaturyň klasy A-III $R_{se} = 375 \text{ H/sm}^2$.

Keseligine duran armaturyň klasy A-I.

$R_{sw} = 18000 \text{ H/sm}^2 = 180 \text{ MPa}$.

K-1 sütün

kesik 1-1

$M_{1-1} = 80,47$; $M_{1-1} = 110,53 \text{ KN}$; $Q_{1-1} = 45,05 \text{ KN}$.

Sütüniň kesigi 40x40 sm uzynlygy $l = 1079 \text{ sm}$.

$$l = l_o + \frac{h - a}{2} = \frac{80,47}{110,53} + \frac{0,4 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,728 + 0,135 = 0,863 = 863 \text{ sm};$$

$$h = \frac{N_{1-1}}{R_b b \cdot h_o} = \frac{110,53}{1,45 \cdot 40(40 \cdot 3)} = 0,101;$$

$$A_s = A_s = \frac{R_3 b h_o m - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_3(1 - \delta)};$$

$$\xi = \frac{n(1 - \xi R) + 2d\xi R}{1 - \xi R + 2d};$$

Bu ýerde

$$\alpha = \frac{m - n\left(1 - \frac{n}{2}\right)}{1 - \delta};$$

$$\delta = \frac{q_1}{h_o} = \frac{3}{27} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{1-1} l}{R b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{110530 \cdot 86,3}{1450 \cdot 30 \cdot 27^2} = 0,323.$$

Çäklendiriji bahalar

$$\xi_R = \frac{w}{1 + \frac{QSR}{QSR}} \quad 1 - \frac{w}{u}$$

$$\xi_o = 0,85 - 0,008 \cdot RB = 0,85 - 0,008 \cdot 14,50 = 0,742;$$

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{\xi_o}{1 + \frac{R_s \left(1 - \frac{\xi_o}{1,1}\right)}{500}} = \frac{0,742}{1 + \frac{340 \left(1 - \frac{0,740}{1,1}\right)}{500}} = \\
 &= \frac{0,742}{1 + \frac{340 \cdot 0,325}{500}} = \frac{0,742}{1 + 0,1221} = \frac{0,742}{1,1221} = 0,608; \\
 a &= \frac{0,323 - 0,101 \left(1 - \frac{0,101}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,238; \\
 \xi &= \frac{0,101(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,238 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,238} = \frac{0,331}{0,808} = 0,381; \\
 A_s &= A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,327 - 0,381 \left(1 - \frac{0,381}{2}\right)}{2a} = \\
 &= \frac{342265 \cdot 2}{37500 \cdot 0,89} = 11,91 \text{ sm}^2; \\
 A_s &= A_s^1 = 11,91 \text{ sm}^2. \\
 2\phi 28 \text{ A-III } (A_s &= 12,32 \text{ sm}^2) \text{ kabul edýäris.}
 \end{aligned}$$

9.15. Halkanyň (hamutyň) hasaby

Öňünden täsir edýän güýçleriň hasabyny kese güýje degişli edip bolan barlap görýäris.

$$Q_n < 0,35 \cdot R_b \cdot m_1 \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{11} < R_1 \cdot R_6 \cdot m \delta_1 b h_o.$$

Bu ýerde $h_1 = 0,6$ çyzykly elementler üçin ulanylýar.

$$R_p = 100 \text{ N/sm}^2 \text{ (B-25 klasly beton üçin)}$$

$$Q = 45050 < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 325316,2 \text{ N.}$$

Şertler kanagatlandyrylýar. Kabul edilen kesigiň ölçegleri ýeterlik.

$$Q_{1+1} = 27000 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 26800 \text{ N;}$$

$$27000 \text{ N} > 26800 \text{ N}$$

Şertler kanagatlandyrylmaýar, ýöne kese armatury hasap arkaly anyklamaly. Halkalaryň işleýşini aşaky deňleme boýunça anyklaýarys.

$$q_1 = \frac{Q_{11}^2}{4h_2 b h_{cR_p}^2 \cdot m_1 \delta_1} = \frac{2700}{4 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 37^2 \cdot 100 \cdot 0,85} = 136,4 \text{ N/sm}^2.$$

Bu ýerde R_2 – koeffisiýent agyr betona deň 2. Kebşirleme şertlerinden gelip çykýan göni işçi armaturyň kese syryklarynyň diametri-ne $\varnothing 10$ A-I soňky edip kabul edýäris.

Kese syryklaryň ädimi

$$20,0 = 20 \cdot 28 = 560 \text{ mm} \quad R_v = 0,785 \text{ sm}^2 \quad n_v = 1.$$

Şundan köp bolmaly däl.

Kese syryklaryň ädimi hökman

$$U = \frac{R_{sw} \cdot n_x}{q_v} = \frac{18000 \cdot 0,785 \cdot 1}{136,47} = 98 \text{ sm};$$

$$U_{\max} = \frac{0,75 \cdot h_2 \cdot h_p \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 37^2}{2a} = 11 \text{ sm}$$

bolmaly.

Gurnama taýdan pikirlenmeleriň netijesinde kese syryklaryň ädimini direge golaý edip kabul edýäris.

$U = 100 \text{ mm}$ gerimleriň arasynda;

$U = 300 \text{ mm}$.

Kesik 2-2

$$M_{2+2} = 68,17 \text{ KNm}; N_{22} = 110,53 \text{ KN}; Q_{2-2} = 45,05 \text{ KN}.$$

Sütüniň kesigi 40x40, uzynlygy $l = 1079 \text{ sm}$.

$$l = l_o + \frac{h - a^1}{2} = \frac{68,17}{110,53} + \frac{0,4 - 0,03}{2} = 0,616 + 0,135 = 0,751 = 75,1 \text{ sm};$$

$$n = \frac{n_{2-2}}{R_b \cdot b \cdot h_o} = \frac{110,53}{145 \cdot 40 \cdot (40 \cdot 3)} = 0,101;$$

$$A_s = A_s = \frac{R_b \cdot b \cdot h_o m - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s (1 - \delta)};$$

$$\xi = \frac{h(1 - \xi R) + 2d\xi R}{1 - \xi R + 22}, \quad \text{bu } 2 = \frac{m - \frac{n}{1} - \frac{n}{2}}{1 - \delta};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{22} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{2-2} \cdot 1}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{110530 \cdot 75,1}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,28;$$

$$d = \frac{0,281 - 0,101 \left(1 - \frac{0,101}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,196;$$

$$\xi = \frac{0,101(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,196 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 20,196} = 0,357;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1950 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,281 - \left(\frac{0,357}{2}\right)}{37,500(1 - 0,11)} = 10,13 \text{ sm}^2;$$

2928 III ($A_s = 12,32 \text{ sm}^2$) kabul edýäris.

Halkalaryň hasabyna şertli kesik 1-1-i kabul edýäris.

$$l = l_o + \frac{k - a^1}{2} = \frac{73,07}{252,04} + \frac{0,4 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,290 + 0,135 = 0,425 = 42,5 \text{ sm};$$

$$n = \frac{N_{3-3}}{Rbn \cdot b \cdot h_o} = \frac{252,04}{1,45 \cdot 40(40 \cdot 3)} = 0,234;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{R_b b \cdot h_o m - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s(1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{3-3} l}{R_b \delta \cdot h_o^2} = \frac{252040 \cdot 42,5}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,363;$$

$$a = \frac{0,363 - 0,234 \left(1 - \frac{0,234}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,169;$$

$$\xi = \frac{0,234(1 - 0,608) + 2\xi \cdot 0,169 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,169} = 0,419;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,363 \left(1 - \frac{0,419}{2}\right)}{37,500(1 - 0,11)} = 13,08;$$

$$A_s = A_s^1 = 13,08 \text{ sm}^2$$

2φ28 A-III ($A_s = 12,32 \text{ sm}^2$) kabul edýäris.

9.16. Halkalaryň (hamutlaryň) hasaby

Kese güýçleriň täsirine durnukly bolmagynyň hökmany hasabyny barlaýarys.

$$Q_{5-3} < 0,35RB\varphi \cdot m_1 \delta_1 b h_o$$

$$Q_{3-3} < k, k_B m \delta b h_o$$

$Q_{3-3} = 415500 N < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 325316,2 N$;
 Şertler kanagatlanarly, diregleriň ölçeglerini ýeterlik kabul edýäris.

$Q_{3-3} = 415500 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 41510 N$;

$41550 N = 41510 N$

Şertler kanagatlandyryar.

Kese syryklary 1-1 kesikdäki ýaly kabul edýäris.

Kesik 4-4

$M_{4-4} = 64,03 Kn.m$; $N_{4-4} = 252,04 KN$; $Q = 415,5 KN$;

Sütüniň kesigi 40x40 sm, uzynlygy 1079 sm.

$$l - l_o + \frac{h - a^1}{2} = \frac{64,63}{252,04} + \frac{0,4 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,254 + 0,135 - 0,389 = 38,9 sm;$$

$$n = \frac{N_{4-4}}{R_b \cdot b \cdot h_o} = \frac{252,04}{1,45 \cdot 40(40 - 3)} = 0,234;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{R_n \cdot b \cdot h_o \cdot m}{R_s(1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{4-4} l}{R_b b \cdot h_o^2} = \frac{252040 \cdot 38,9}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,332;$$

$$d = \frac{0,332 - 0,234 \left(1 - \frac{0,234}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,136;$$

$$\xi = \frac{0,234(1 - 0,608) + 0,136 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,136} = 0,388;$$

$$A_s = A_s^{11} = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,332 - 0,388}{37,500(1 - 0,11)} = 11,93 sm^2;$$

$$A_s = A_s^1 = 1193 sm^2;$$

2φ28-A-III ($A_s = 12,32 sm^2$) kabul edýäris.

Kese syryklaryň hasabyna şertli kesik 3-3-i kabul edýäris.

Kesik 5-5

$M_{5-5} = 122,49 KNm$; $N_{5-5} = 406,68 KN$; $Q_{5-5} = 66,36 KN$.

Sütüniň kesigi 40x40 sm, uzynlygy 1079 sm.

$$l - l_o + \frac{h \cdot a^1}{2} = \frac{102,49}{406,68} + \frac{0,40 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,301 + 0,155 - 0,436 \text{ mm} = 436 \text{ sm};$$

$$N_{9-5} \quad n = \frac{406,68}{Rb \cdot b \cdot h_o} = \frac{0,377}{145 \cdot 40(40 - 3)} = 0,372;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{Rb \cdot b \cdot h_o m \cdot \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s(1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{5-6} \cdot l}{R_B \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{406680 \cdot 43,6}{14,50 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,600;$$

$$d = \frac{0,600 - 0,372 \left(1 - \frac{0,372}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,379;$$

$$\xi = \frac{0,372(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,329 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,329} = 0,523;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,60 \cdot 0,523 \left(1 - \frac{0,523}{2}\right)}{37,500(1 - 0,11)} = 21,68 \text{ sm}^2;$$

2·φ28 A-III+1φ36 A-III kabul edýäris.

Halkalaryň hasaby

Kese güýçleriň durnuklylygynyň hasabyny barlaýarys.

$$Q_{5-5} = 0,35 R_B m \delta b h_o$$

$$Q_{5-5} = K, Kp m \delta_1 b h_o$$

$$Q_{5-5} = 66360 \text{ H} < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,83 \cdot 40 \cdot 37 = 325316,2 \text{ N}.$$

Şertler kanagatlanarly. Kesigiň ölçeglerini ýeterlik diýip kabul edýäris.

$$Q_{5-6} = 66360 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 41510 \text{ N};$$

$$66360 \text{ N} > 41510 \text{ N}.$$

Şertler kanagatlandyranok.

Kese armatury hasap arkaly anyklamak hökman.

Hamutlaryň işlemegini aşaky deňleme boýunça anyklaýarys.

$$q_x = \frac{Q_{5-5}}{4R_2 \cdot b \cdot h_{cR_o}^2 \cdot m \delta_1} = \frac{66360^2}{4 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 372 \cdot 100 \cdot 0,85} = 296,11 \frac{\text{N}}{\text{sm}}$$

Kebşirlemäniň şertlerine görä göni işjeň armaturyň we kese armaturyň syryklarynyň (armirlenişini) diametrini $\varphi 10$ A-I soňky diýip kabul edýäris.

Kese syryklaryň ädimi $20 = 20 \cdot 28 = 560 \text{ mm}$ -den uly bolmaly dälär.

$$X = 0,785 h_x = 1.$$

Kese syryklaryň ädimi hökman

$$U = \frac{R_{sx} \cdot X \cdot n_x}{q_x} = \frac{18000 \cdot 0,785 \cdot 1}{296,11} = 4,5 \text{ sm};$$

$$U_{max} = \frac{0,75 \cdot R_2 \cdot R_p \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 37^2}{66360} = 49 \text{ sm}$$

bolmaly.

Gurnama taýdan pikirlenmelere görä, kese syryklaryň ädimini direglerden aşakda kabul edýäris:

$$U = 100 \text{ m}.$$

Gerimde

$$U = 300 \text{ mm}.$$

Kesik 6-6

$$M_{6-6} = 100,70 \text{ KNm}; N_{6-6} = 406,68 \text{ KN};$$

$$Q_{6-6} = 66,36 \text{ KN}$$

Sütüniň kesigi $40 \times 40 \text{ sm}$; uzynlygy 1079 sm ;

$$M_{6-6} = l = l_o = \frac{h - a^1}{2} = \frac{68,17}{110,53} + \frac{0,4 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,247 + 0,135 = 0,382 = 38,2 \text{ sm};$$

$$n = \frac{N_{6-6}}{R_B \cdot b \cdot h_o} = \frac{R_B b \cdot h_o m - \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_B (1 - \delta)};$$

$$m = \frac{N_{5-5} \cdot l}{R_b \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{406,68 \cdot 38 \cdot 2}{1950 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,526;$$

$$\alpha = \frac{0,526 - 0,372 \left(1 - \frac{0,372}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,264;$$

$$\xi = \frac{0,372(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,264 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,264} = 0,511;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{0,1350 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,526 \cdot 0,511 \left(1 - \frac{0,511}{2}\right)}{37,500(1 - 0,11)} = 19,37 \text{ sm}^2;$$

$$A_s = A_s^1 = 19,37 \text{ sm}^2;$$

2φ 28 A-III+1a36 A-III ($A_s^1 = 22,50 \text{ sm}^2$) kabul edýäris.

Halkalaryň hasaby üçin kesik 5-5-e seret.

Sütün umumy uzynlygyna görä taýynlanýar. Şonuň üçin 1-nji gatyň derejesine çenli 2φ28 A-III+1φ36 A-III kabul edýäris. Ondan soň 1φ36 A-III kesip 2φ28 A-III sütüniň umumy uzynlygyna çenli alýarys.

Sütün K-2

Kesik 7-7

$$M_{7-7} = 41,88 \text{ KN.m. } N_{7-7} = 363,38 \text{ KN.m; } Q_{7-7} = 24,15 \text{ KN;}$$

Sütüniň kesigi 40x40 sm, uzynlygy 1079 sm.

$$l = l_o = \frac{h - a^1}{2} = \frac{41,88}{363,38} + \frac{0,4 - 0,03}{2} = 0,115 + 0,135 = 0,250 = 25 \text{ sm;}$$

$$n = \frac{N_{7-7}}{Rb \cdot b \cdot h_o} = \frac{363,38}{1,45 \cdot 40 \cdot 37} = 0,332;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{Rb \cdot b \cdot h_o m \cdot \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s(1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{7-7} \cdot l}{Rb \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{36 \cdot 3380 \cdot 25}{1450 \cdot 40 \cdot 372} = 0,306;$$

$$\alpha = \frac{0,306 - 0,332 \left(1 - \frac{0,332}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,047;$$

$$\xi = \frac{0,274(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,047 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,047} = 0,337;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,306 - 0,337 \left(1 - \frac{0,337}{2}\right)}{37500(1 - 0,11)} = 11,08 \text{ sm}^2;$$

$$A_s = A_s^1 = 11,08 \text{ sm}^2.$$

2φ 32 A-III ($A_s = 16,09 \text{ sm}^2$) kabul edýäris.

Hamutlaryň hasaby

Kese güýçleriň täsirine durnuklylygynyň hasabynyň hökmanlygyny barlaýarys.

$$Q_{7-7} < 0,35 R_B \cdot m \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{7-7} < K_1 K_p \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{7-7} = 24150 < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 325316,2 N;$$

Şertler doly kanagatlandyrýar. Kabul edilen kesigiň ölçegleri ýeterlikli.

$$Q_{7-7} = 24150 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 41510 N$$

$$24150 < 41510 N.$$

Şertleri kanagatlandyrýar. Kese syryklaryň ädimini gurnama taýdan direge golaý kabul edýäris ädimde $U = 100 mm$, gerimde $U = 300 mm$.

$$D = 10 A-I \dot{f}x = 0,785 sm^2 nx = 1.$$

Kesik 8-8

$$M_{8-8} = 37,83 KN.m; N_{8-8} = 363,38 KN.m;$$

$$Q_{8-8} = 24,15 KN; \text{ Sütüniň kesigi } 40 \times 40 sm \text{ uzynlygy } 1079 sm;$$

$$9,890 m \text{ } 989 sm.$$

$$l = l_o + \frac{h - a^1}{2} = \frac{68,17}{110,53} + \frac{0,4 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,104 + 0,135 = 0,239 = 23,9 sm;$$

$$n = \frac{N_{8-8}}{R_B \cdot b \cdot h_o} = \frac{363,38}{1,45 \cdot 40 \cdot 37} = 0,332;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{R_B \cdot b \cdot h_o m - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_1 (1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{8-8} \cdot l}{R_B \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{363380 \cdot 23,9}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,294;$$

$$\alpha = \frac{0,294 - 0,332 \left(1 - \frac{0,332}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,034;$$

$$\xi = \frac{0,332(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,034 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,034} = 0,241;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,294 - 0,24 \left(1 - \frac{0,241}{2}\right)}{37500(1 - 0,11)} = 10,58 sm^2;$$

$$2\emptyset 32 A-III (A_s = 16,09 sm^2) \text{ kabul edýäris.}$$

Halkalaryň hasabynda kesik 7-7-ä seret.

Kesik 7-7

Kesik 9-9

$M_{9-9} = 58,15 \text{ KN.m}$; $N_{9-9} = 665,60 \text{ KN}$; $Q_{9-9} = 34,53 \text{ KN}$;

Sütüniň kesigi $40 \times 40 \text{ sm}$, uzynlygy 1079 sm .

$$l = l_o + \frac{h - a^1}{2} = \frac{58,15}{665,60} + \frac{0,40 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,087 + 0,135 = 0,222 = 22,2 \text{ sm};$$

$$n = \frac{N_{9-9}}{R_B \cdot b \cdot h_o} = \frac{665,60}{1,45 \cdot 40 \cdot 37} = 0,6094;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{R_B \cdot b \cdot h_o m \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s (1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{9-9} \cdot l}{R_B \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{665600 \cdot 22,2}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,500;$$

$$\alpha = \frac{0,609(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,038 \cdot 0,608}{1 - 0,008 + 2 \cdot 0,083} = 0,578;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,500 \cdot 0,578 \left(1 - \frac{0,578}{2}\right)}{37500(1 - 0,11)} = 17,06 \text{ sm}^2;$$

$$A_s = A_s^1 = 17,06 \text{ sm}^2.$$

$2\varnothing 32 \text{ A-III } (A_s = 16,09 \text{ sm}^2)$ kabul edýäris.

Halkalaryň hasaby

Kese güýçleriň täsiriniň hasabyňyň hökmandygyny subut edýqris.

$$Q_{9-9} < 0,35 R_B \cdot m \delta_1 \cdot b \cdot h_o;$$

$$Q_{9-9} < R_p \cdot m \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{9-9} = 34530 < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 3253.$$

Şertler kanagatlanarly. Kabul edilen kesigiň ölçegleri ýeterlikli.

$$Q_{9-9} = 34530 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 41510 \text{ N}.$$

$$34530 \text{ N} < 41510 \text{ N}.$$

Şertler kanagatlanarly. Kese syryklar gurnama taýdan direge go-laý. 100 mm ädimi gerimde $U = 300 \text{ mm}$.

$$d = 10 \text{ A-I } f_x = 0,785 \text{ nx} = 1$$

Kesik 10-10

$$M_{10-10} = 55,81 \text{ KN.m}; N_{10-10} = 665,60 \text{ KN};$$

$$Q_{10-10} = 34,53 \text{ KN}, \text{ sütüniň kesigi } 40 \times 40 \text{ sm}$$

$$l = l_o + \frac{h - a^1}{2} = \frac{55,81}{665,60} + \frac{0,40 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,084 + 0,135 = 0,219 = 21,9 \text{ sm};$$

$$n = \frac{N_{10-10}}{R_B b h_o} = \frac{665,60}{1,45 \cdot 40 \cdot 37} = 0,609;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{R_B \cdot b \cdot h_o m - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s (1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{10-10} \cdot l}{R_B \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{665,60 \cdot 21,9}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,493;$$

$$\alpha = \frac{0,493 - 0,609 \left(1 - \frac{0,609}{2}\right)}{1 - 0,608} = 0,072;$$

$$\xi = \frac{0,609(1 - 0,608) + 2 \cdot 0,72 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,072} = 0,556;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,493 - 0,556 \left(1 - \frac{0,556}{2}\right)}{37500(1 - 0,11)} = 17,76 \text{ sm}^2;$$

$$A_s = A_s^1 = 17,76 \text{ sm}^2.$$

$$2\emptyset 32 \text{ A-III } (A_s = 16,09 \text{ sm}^2)$$

Halkalaryň hasabynda kesik 9-9-a seret.

Kesik 11-11

$$M_{11-11} = 121,63 \text{ KN.m}; N_{11-11} = 975,06 \text{ KN};$$

$$Q_{11-11} = 65,69 \text{ KN}; \text{ Sütüniň kesigi } 40 \times 40 \text{ sm}, \text{ uzynlygy } 1079 \text{ sm}.$$

$$l = l_o + \frac{h - a}{2} = \frac{121,63}{976,06} + \frac{0,40 - 0,03}{2} = 0,124 + 0,135 =$$

$$= 0,259 = 25,9 \text{ sm};$$

$$n = \frac{N_{11-11}}{R_B \cdot b \cdot h_o} = \frac{975,06}{1,45 \cdot 40 \cdot 37} = 0,892;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{R_B \cdot b \cdot h_o m - \xi \left(1 - \frac{\xi}{2}\right)}{R_s (1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^1}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{11-11} l}{R_B \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{975060 \cdot 25 \cdot 9}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,856;$$

$$\alpha = \frac{0,885 - 0,892 \left(1 - \frac{0,892}{2}\right)}{1 - 0,11} = 0,384;$$

$$\xi = \frac{0,892(1 - 0,608) + 2 + 0,384 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,384} = 0,682;$$

$$A_s = A_s^1 = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,855 - 0,682 \left(1 - \frac{0,882}{2}\right)}{2a} = 30,82 \text{ sm}^2;$$

$$A_s = A_s^1 = 30,82 \text{ sm}^2.$$

$$4\varnothing 32 \text{ A-III } (A_s = 32,17 \text{ sm}^2)$$

Halkalaryň hasaby

Kese güýçleriň täsirine hasabyň hökmanlygyny barlaýarys.

$$Q_{11-11} < 0,35 R_B \cdot m \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{9-9} < R_B R_1 \cdot m \cdot \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{11-11} = 6569 < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 325515,2 \text{ N}$$

Şertler kanagatlanarly. Kabul edilen kesigiň ölçegleri ýeterlikli.

$$Q_{11-11} = 65690 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 40 \cdot 37 = 41510 \text{ N}$$

$$6569 \text{ N} > 41510 \text{ N}$$

Şert kanagatlandyranok. Kese armatury hasap arkaly anyklamak hökman.

Hamutlaryň işjeňligini şu deňleme boýunça anyklaýarys.

$$q_x = \frac{Q_{11-11}^2}{4R_2 \cdot b h_{cRp}^2 \cdot m \delta_1} = \frac{65690^2}{4 \cdot 2 \cdot 40 \cdot 37^2 \cdot 100 \cdot 85} = 290,2 \frac{\text{N}}{\text{sm}^2}.$$

Kebşirlemäniň şertine görä, göni işjeň armaturyň syryklarynyň diametrini $\varnothing 10 \text{ A-I}$ diýip kabul edýäris. Kese syryklaryň ädimi $20d = 20 \cdot 32 = 640 \text{ sm}$ -den uly bolmaly däl.

$$F_x = 0,785 \text{ sm}^2; nx = 1$$

Kese syryklaryň ädimini tapýarys.

$$U = \frac{R_{sw} f_x \cdot n}{q_x} = \frac{18000,0 \cdot 0,785 \cdot 10,0}{290,2} = 45 \text{ sm};$$

$$U_{max} = \frac{0,75 K R_p \cdot b \cdot h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 40 \cdot 37^2}{65690} = 49 \text{ sm}.$$

Gurnama taýdan pikirlenmeleriniň netijesinde kese syryklaryň ädimini direge golaý kabul edýäris.

$U = 100 \text{ mm}$, gerimde $U = 300 \text{ mm}$.

Kesik 12-12

$$M_{12-12} = 127,33 \text{ KN.m}; N_{12-12} = 975,06 \text{ KN};$$

$$Q_{12-12} = 65,69;$$

Sütüniň kesigi $40 \times 40 \text{ sm}$, uzynlygy 1079 sm .

$$l = l_o + \frac{h - a^I}{2} = \frac{127,33}{973,06} + \frac{0,4 - 0,03}{2} =$$

$$= 0,131 + 0,135 = 0,266 = 2660 \text{ sm};$$

$$n = \frac{N_{12-12}}{R_B \cdot b \cdot h_o} = \frac{975,06}{1,45 \cdot 40 \cdot 37} = 0,892;$$

$$A_s = A_s^I = \frac{R_B \cdot b \cdot h_o \cdot m \cdot \xi \left(\frac{\xi}{2} \right)}{R_s (1 - \delta)};$$

$$\delta = \frac{a^I}{h_o} = \frac{3}{37} = 0,11;$$

$$m = \frac{N_{12-12} \cdot l}{R_B \cdot b \cdot h_o^2} = \frac{975060 \cdot 26,60}{1450 \cdot 40 \cdot 37^2} = 0,878;$$

$$\alpha = \frac{0,878 - 0,892 \left(1 - \frac{0,892}{2} \right)}{1 - 0,11} = 0,386;$$

$$\xi = \frac{0,892(1 - 0,6080) + 2 \cdot 0,388 \cdot 0,608}{1 - 0,608 + 2 \cdot 0,386} = 0,678;$$

$$A_s = A_s^I = \frac{1450 \cdot 40 \cdot 37 \cdot 0,878 - 0,678 \left(1 - \frac{0,638}{2} \right)}{37500(1 - 0,11)} = 31,25 \text{ sm}^2;$$

$$A_s = A_s^I = 31,25 \text{ sm}^2.$$

$4\varnothing 32 \text{ A-III}$ ($A_s = 32,17 \text{ sm}^2$) diýip kabul edýäris.

Kese syryklaryň hasabynda kesik 11-11-e seret.

Şeýlelikde, birinji gatyň derejesine çenli kabul edýäris.

4Ø 32 A-III sütüniň her bir tarapyna 2Ø 32 A-III şu nokatda kesýäris, 2Ø 32 A-III sütüniň ähli uzynlygyndan geçirýäris.

9.17. Pürs üçin armatury saýlamak

Pürs Pr-1

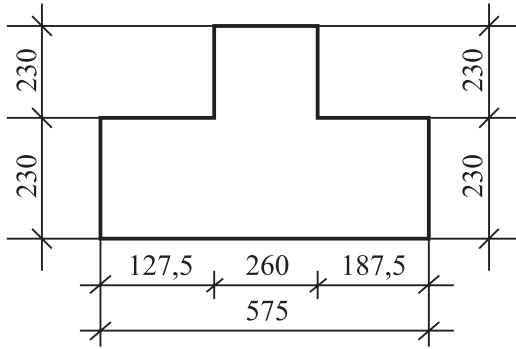
Kesik 13-13 $M_{13-13} = 90,81 \text{ KN.m}$

Betonyň klasy B25 $R_B = 1450 \text{ N/sm}^2$.

Armaturyň klasy A-III $R_s = 37500 \text{ N/sm}^2$

Halkalar hem armaturdan, klasy A-I $R_{s10} = 18000 \text{ N/sm}^2$;

$R_p = 100 \text{ N/sm}^2$ armaturlardan durýan halkalar.



32-nji çyzgy. Hasaplaýyş çyzgydy

$$A_0 = \frac{M}{R_B \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{9081000}{1450 \cdot 21 \cdot 45^2} = 0,158$$

$A_0 = 0,158$ $\eta = 0,918$ şu ýagdaýda.

$$A_s = \frac{M}{R \eta h_0} = \frac{9081000}{37500 \cdot 0,918 \cdot 45} = 6,36 \text{ sm}^2$$

$$A_s = 6,36 \text{ sm}^2$$

2Ø 20 A-III; ($A_s = 6,28 \text{ sm}^2$)

Kesik 14-14

$$M_{14-14} \approx 208,27.$$

Hasap ýagdaýyny şu deňleme boýunça anyklaýarys:

$$\begin{aligned} R_B \cdot b I I^1 \cdot h_i^1 (h_0 - 0,5 h_i^1) &= 1450 \cdot 42 \cdot 28 (45 - 0,5 \cdot 25) = \\ &= 1450 \cdot 42 \cdot 25 \cdot 32,5 = 46068750 \frac{\text{N}}{\text{sm}}. \end{aligned}$$

$$4606875 N > 20827000 N.$$

$$A_0 = \frac{M}{R_B \cdot b_n^1 \cdot h_0^2} = \frac{20827000}{1450 \cdot 42 \cdot 45^2} = 0,181;$$

$$A_0 = 0,181 \quad \eta = 0,900 \text{ şu ýagdaýda}$$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{20827000}{37500 \cdot 0,900 \cdot 45} = 15,12 \text{ } sm^2$$

$$A_s = 15,12 \text{ } sm^2; 2\varnothing 32 \text{ A-III } (A_s = 16,09) \text{ } sm^2.$$

9.18. Kese syryklaryň hasaby

Kese güýçleriň täsirine durnuklylygyna hasabyň hökmandygyny barlaýarys.

$$Q_{14-14} \leq 0,35 R_B \cdot m\delta_1 \cdot b \cdot h_o;$$

$$Q_{14-14} \leq K_1 R_p m\delta_1 \cdot b \cdot h_o.$$

Bu ýerde $h_1 = 0,6$ syrykly elementler.

$$Q_{14-14} = 190050 < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 42 \cdot 45 = 759071,2 N$$

$$190050 < 759071,2 N$$

Şertleri kanagatlandyryar. Kabul edilen kesigiň ölçegleri ýeterliklidir.

$$Q_{14-14} = 190050 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 42 \cdot 45 = 96390;$$

$$190050 > 9639 N.$$

Şerti kanagatlandyranok. Kese armatury hasap arkaly anyklamalydyr.

Direglerdäki hamutlaryň işjeňligi şu deňleme boýunça anyklanylýar.

$$q_x = \frac{Q_{14-14}^2}{4R_2 b h_o R_p m\delta} = \frac{190050^2}{4 \cdot 2 \cdot 42 \cdot 45^2 (100) \cdot 0,85} = 624,52 \frac{N}{sm^2}.$$

Bu ýerde K_2 – koeffisiýent agyr betona deňdir. Kebşirlemäni şertine laýyklykda gönüligine keseligine armaturyň we keseligine syryklaryň armaturlarynyň diametrini $\varnothing 10$ A-I diýip kabul edýäris.

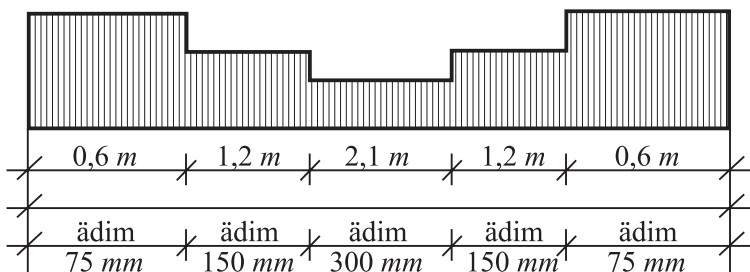
$$F_x = 0,785 \text{ } sm^2 \quad n_x = 1$$

Keseligine syryklaryň ädimi hökman.

$$U = \frac{R_{sw} \cdot h_x \cdot n}{q_x} = \frac{18000 \cdot 0,785 \cdot 1}{024,52} = 21 \text{ } sm;$$

$$U_{max} = \frac{0,75 k_2 R_v \cdot b h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 42 \cdot 45^2}{190050} = 67 \text{ } sm.$$

Keseligine syryklaryň ädimini pürsüň hasap çyzgydynyň şertine görä kabul edýäris.



33-nji çyzgy.

Pürs Pr-2 Kesik 15-15

$$M_{15-15} = 78,35 \text{ KN.m};$$

$$A_0 = \frac{M}{R_B \cdot b - h_0^2} = \frac{7835000}{1450 \cdot 21 \cdot 45^2} = 0,136;$$

Şeýlelikde, $A_0 = 0,136$; $\eta = 0,927$;

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta \cdot h_0} = \frac{7835000}{37500 \cdot 0,927 \cdot 45} = 5,52 \text{ sm}^2$$

$A_s = 5,52 \text{ sm}^2$ 2Ø 20 A-III ($A_s = 6,08 \text{ sm}^2$) kabul edýäris.

Kesik 16-16

$$M_{16-16} = 212,74 \text{ KN.m}$$

Hasap ýagdaýyny şu deňleme boýunça anyklaýarys:

$$R_B \cdot b_n^1 \cdot h_n^1 (h_0 - 0,5 h_n^1) = 1450 \cdot 42 \cdot 25 (45 - 0,5 \cdot 250) = \\ = 1450 \cdot 42 \cdot 25 \cdot 32,5 = 46068750 \text{ mm}.$$

$$21274000 \text{ N.sm} < 46068750 \text{ mm}.$$

Gysylan armatur gerek däl. Gysylan zolagyň serhedi tekjeden geçýär, ýagny şertler ýerine ýetirilýär.

$$A_0 = \frac{M}{R_B \cdot b_n^1 \cdot h_0^2} = \frac{21274000}{1450 \cdot 42 \cdot 45^2} = 0,185;$$

Şeýlelikde, $A_0 = 0,185$; $\eta = 0,898$

$$A_s = \frac{M}{R_s \cdot \eta \cdot h_0} = \frac{21274000}{37500 \cdot 0,898 \cdot 45} = 15,48 \text{ sm}^2.$$

$A_s = 15,48 \text{ sm}^2$ 2Ø 32 A-III ($A_s = 16,09 \text{ sm}^2$) kabul edýäris.

Kese syryklaryň hasaby

$$Q_{16-16} = 168,87 \text{ KN.}$$

Kese güýçleriň durnuklylygynyň hasabynyň hökmanlygyny barlaýarys.

$$Q_{16-16} = 168870 < Q_{16-16} \leq 0,35 \cdot R_B \cdot m\delta_1 \cdot b \cdot h_o$$

$$Q_{16-16} < k_1 R_1 \cdot m\delta_1 \cdot b \cdot h_o$$

$$Q_{16-16} = 168870 < 0,35 \cdot 1450 \cdot 0,85 \cdot 42 \cdot 45 = 769712 \text{ N}$$

$$168870 < 739071,2 \text{ N}$$

Şertler kanagatlandyrýar kesigiň ölçegleri ýeterlikli.

$$Q_{16-16} = 168870 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 42 \cdot 45 = 96390 \text{ N}$$

$$168870 > 96390 \text{ N}$$

Şertler kanagatlandyranok, kese armaturanyň hasaby boýunça kesgitlemeli. Halkanyň ýygylýk aralygyny şu deňleme boýunça taparys:

$$q_x = \frac{Q_{16-16}}{4K_2 \cdot b_0^2 \cdot R_{m\delta}} = \frac{168870^2}{4 \cdot 2 \cdot 42 \cdot 45^2 \cdot 100 \cdot 0,85} = 489,82 \frac{\text{N}}{\text{sm}};$$

Kebşirlemäniň şertine laýyklykda, gönüligine, keseligine armaturyň we keseligine syryklaryň diametrini soňky edip kabul edýäris $\phi 10 \text{ A-I}$;

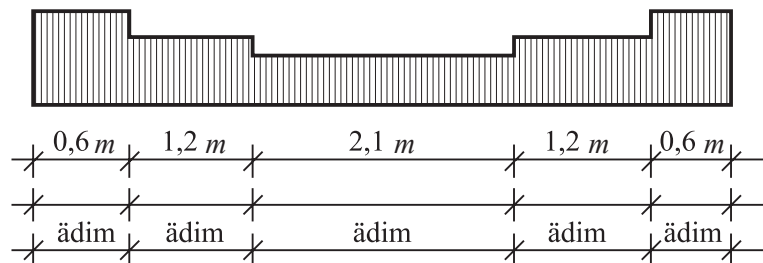
$$f_x = 0,785 \text{ sm}^2 \quad n_x = 1$$

Keseligine syryklaryň hökmany ädimi

$$U = \frac{R_{sw} f_x \cdot n_x}{q_x} = \frac{18000 \cdot 0,783 \cdot 1}{489,82} = 27 \text{ sm};$$

$$U_{\max} = \frac{0,75 \cdot K_R \cdot R_p \cdot b \cdot h_o^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 42 \cdot 45^2}{168870} = 67 \text{ sm bolar.}$$

Keseligine syryklaryň ädimini pürsün hasap çyzgydynyň şertine görä kabul edýäris.



34-nji çyzgy

Pürs Pr-3
Kesik 17-17 M

$$A_0 = \frac{M}{R_B \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{7490000}{1450 \cdot 21 \cdot 43^2} = 0,130;$$

Şeýlelikde, $A_0 = 0,130$ $\eta = 0,93$

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta \cdot h_0} = \frac{7490000}{37500 \cdot 0,750 \cdot 45} = 5,26 \text{ sm}^2$$

$A_s = 5,26 \text{ sm}^2$ 2 φ 20 A-III ($A_s = 6,28 \text{ sm}^2$) diýip kabul edýäris.

Kesik 18-18

$$M_{18-18} = 260,74.$$

Hasap ýagdaýyny şu deňleme boýunça anyklaýarys.

$$K_B \cdot b_n^1 \cdot h_n^1 (h_0 - 0,3 h_n^1) = 1450 \cdot 42 \cdot 25(45 - 0,5 \cdot 25) =$$

$$= 1450 \cdot 42 \cdot 25 \cdot 32,5 = 4608750 \text{ N.sm}$$

$$4608750 \text{ N.sm} > 26074000 \text{ N.sm}$$

Gysylan armatur gerek däl we zolagyň serhedi tekjeden geçýär, ýagny şertler ýerine ýetirilýär.

$$A_0 = \frac{M}{R_B \cdot b_n^1 \cdot h_0^2} = \frac{26074000}{1450 \cdot 42 \cdot 45^2} = 0,227;$$

Şeýlelikde, $A_0 = 0,227$ $\eta = 0,870$

$$A_s = \frac{M}{R_s \eta - h_0} = \frac{26074000}{37500 \cdot 0,870 \cdot 45} = 19,59 \text{ sm}^2.$$

$A_s = 19,59 \text{ sm}^2$ 2 φ 36 A-III ($A_s = 20,36 \text{ sm}$) diýip kabul edýäris.

Kese syryklaryň hasaby

$$Q_{18-18} \leq 0,35 R_B \cdot m \delta_1 \cdot b h_o;$$

$$Q_{18-18} \leq R K_p \cdot m \delta_1 b h_o;$$

$$Q_{18-18} = 18924 \text{ N} < 0,35 \cdot 145 \cdot 0,85 \cdot 42 \cdot 45 = 759071,24;$$

$$18924000 \text{ N} < 75907120 \text{ N}.$$

Şertleri kanagatlandyryar. Kabul edilen ölçegler ýeterlikli.

$$Q_{12-19} = 18924000 < 0,6 \cdot 100 \cdot 0,85 \cdot 42 \cdot 45 = 963990$$

$$18924000 > 96390.$$

Şerti kanagatlandyranok. Ahyrky armatury hasap arkaly anyklamak hökman.

Halkalaryň işleýşi şu deňleme bilen anyklanylýar:

$$q_x = \frac{Q_{18-19}}{4K_2 \cdot b \cdot h_0 \approx R_{fp}^I \cdot m\delta_1} = \frac{189240}{4 \cdot 2 \cdot 42 \cdot 45^2 \cdot 100 \cdot 0,85} = 560,77 \frac{N}{sek}.$$

Kebşirlemäniň şertinden gelip çykyşy ýaly, gönüligine işjeň armaturyň we keseligine armatur syryklaryň ahyrky diametrini kabul edýäris:

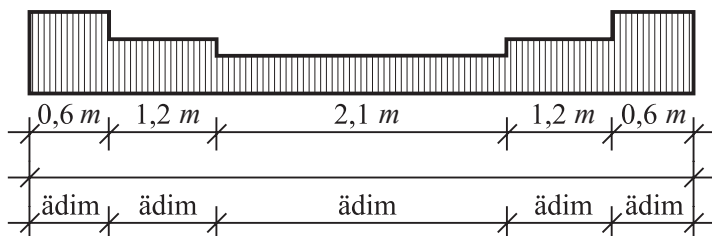
$$\varphi 10 \text{ A-I } R_x = 0,785 \text{ sm}^2 n_x = 1.$$

Keseligine syryklaryň ädimi hökman.

$$U = \frac{R_{sw} \cdot f_x h}{q_x} = \frac{18000 \cdot 0,785 \cdot 1}{560,77} = 22 \text{ sm};$$

$$U_{max} = \frac{0,75 \cdot h_2 k_p l h_0^2}{Q} = \frac{0,75 \cdot 2 \cdot 100 \cdot 42 \cdot 45^2}{189240} = 61 \text{ sm}.$$

Kese syryklaryň ädimini pürsleriň hasap çyzygyndyň şertine görä kabul ederis.



35-nji çyzgy

EDEBIÝAT

1. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
5. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
6. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetini, 2003-nji ýylyň 27-nji awgusty.
9. Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy. Aşgabat, 2006.
10. Горшков Г.П. Стрoение земного шара. Техиздат, 1958г.
11. Куликов К.А., Сидоренко Н.С. Планета Земли. М.: Наука, 1972г.
12. Инженерный анализ последствий землетрясений в Японии и США (перевод с англ. В.А.Быховского). М.: Госстройиздат, 1961г.
13. Оразымбетов Н.О. и др. Ашхабадское землетрясение 1948г. М.: Госстройиздат, 1960г.
14. Медведев С.В. и др. Инструкция по проведению сейсмического микрорайонирования. Труды ИФЗ. АН СССР №22, 1962г.
15. Медведев С.В. Инженерная сейсмология. М.: Госстройиздат, 1962г.

16. *Поляков С.В.* Последствия землетрясений в г.Ниигата (Япония). Сейсмостойкость крупнопанельных и каменных зданий. М.: Стройиздат, 1967г.
17. *Рассказовский В.Т., Рашидов Т.Р., Абдурашидов К.С.* Последствия Ташкентского землетрясения. Ташкент: Фан, 1967г.
18. Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968г.
19. *Корчинский И.Л.* Расчет сооружений на сейсмическое воздействие. Науч.сообщ. Вып.14 ЦНИПС. М.: Стройиздат, 1954г.
20. *Кочор М.Г.* Оценка инженерных характеристик землетрясений методами математической статистики. Труды ИФЗ АН СССР, №10, 1960г.
21. *Рассказовский В.Т.* Колебания гибких сооружений, вызванные действием кратковременных инерционных сил. ИЗВ. АН УзбССР. №6, 1956г
22. Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. М.: Наука, 1975г.
23. СНиП 11-7-81 Строительство в сейсмических районах. Госстрой СССР, М.: Стройиздат. 1982г.
24. *Мартемьянов А.И.* Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. Учебное пособие для вузов. М.: Стройиздат, 1985г.
25. Руководство по проектированию жилых и общественных зданий с железобетонным каркасом, возводимых в сейсмических районах. ТбилЗНИИЭП и ЦНИИСК им.Кучеренко. М.: Госстройиздат, 1970г.
26. *Завриев К.С.* Динамическая теория сейсмостойкости. Труды Закавказского института сооружений. Вып. 26 Тифлис, 1936, (см. также вып. 28, 1937).
27. СНиП 2.01.07-85 Нагрузки и воздействия. Госстрой СССР-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986г.
28. Рекомендации по проектированию структурных конструкций. ЦНИИСК им. Кучеренко, Госстроя СССР, М.: Стройиздат, 1984г.
29. Рекомендации по расчету на сейсмические воздействия инженерного и встроенного технологического оборудования. ЦНИИСК им.Кучеренко Госстроя СССР, М., 1984г.
30. *Синицин А.П.* Влияние бегущей сейсмической волны на массивные сооружения. В сб.: Вопросы инженерной сейсмологии. Выпуск 5, М.: АН СССР, 1961г.
31. Сейсмостойкое строительство зданий. Под.ред. И.Л.Корчинского. Учебное пособие для вузов, М.: Высшая школа, 1971г.
32. *Корчинский И.Л.* Расчет сооружений на сейсмические воздействия. ЦНИИСа, вып.14, М.: Госстройиздат. 1954г.

33. *Корчинский И.Л.* Приближенная оценка сейсмических колебаний сооружений большой протяженности (в плане) исследования по сейсмостойкости зданий и сооружений. М.: Госстройиздат, 1961г.

34. *Корчинский И.Л.* Влияние протяженности (в плане) здания на величину действующей на него сейсмической нагрузки. Сейсмостойкость промышленных зданий и инженерных сооружений. М.: Госстройиздат, 1962г.

35. *Корчинский И.Л.* Оценка несущей способности конструкций при сейсмическом воздействии с энергетических позиций. Бетон и железобетон. №2, 1967г.

36. *Корчинский И.Л.* и др. Основы проектирования зданий в сейсмических районах. М.: Госстройиздат, 1961г.

37. *Корчинский И.Л.* и *Гриль А.А.* Определение сейсмических нагрузок для большепролетных вантовых покрытий. Информационный сборник. №4, 1969г.

38. *Корчинский И.Л.* и *Петров А.А.* О сейсмостойкости каменных зданий с учетом перегрузок. Жилищное строительство. №3, 1971.

39. *Корчинский И.Л.* и *Щепелев В.Ф.* Расчет высотных зданий на сейсмические воздействия с учетом их протяженности. Строительное проектирование промышленных предприятий. №2, 1965.

40. *Назаров А.Г.* Метод инженерного анализа сейсмостойких сил. Ереван, 1959г.

41. *Рабинович И.М.* Основы динамического расчета сооружений на действие мгновенных и кратковременных сил. М.: Госстройиздат, 1945г.

42. *Хачиян Э.Е.* Расчет сооружений на сейсмостойкость по акселерограммам сильных землетрясений. Известия АН Арм.ССР, гл. XVII. №1, 1964г.

43. *Щепелев В.Ф.* Свободные крутильные колебания высотных зданий. Строительная механика и расчет сооружений. №3, 1966.

44. *Бородин Л.А.* Расчет сложных промышленных сооружений на свободные колебания. Строительное проектирование промышленных предприятий. №2, 1968.

45. *Корчинский И.Л., Бородин Л.А.* Частоты и формы свободных колебаний сложных конструктивных систем. Известия высших учебных заведений, серия «Строительство и архитектура» №8, 1965.

46. *Корчинский И.Л.* Вибрации каменных зданий, вызываемые вибрацией грунта. Строительная промышленность. №6, 1950.

47. *Преображенский В.С.* Свободные крутильно-сдвиговые колебания зданий. Сб. «Сейсмостойкость промышленных зданий и инженерных сооружений» М.: Госстройиздат, 1962г.

48. *Тимошенко С.П.* Колебания в инженерном деле. М.: Физматгиз, 1967.

49. Современное состояние вопроса о внутреннем сопротивлении материалов. Сборник ЦНИПСа, Динамические свойства строительных материалов. М.: Стройиздат, 1940г.

50. Инструкция по определению расчетной сейсмической нагрузки для зданий и сооружений. М.: Госстройиздат, 1962г.

51. Руководство по проектированию производственных зданий с каркасом из железобетонных конструкций для сейсмических районов. ЦНИИП промзданий Госстроя СССР. М.: 1972г.

52. *Поляков С.В.* Сейсмостойкие конструкции зданий. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 1983г.

53. Рекомендации по определению периодов и форм колебаний каркасных зданий. Ереван: АИСМ Госстроя Армянской ССР, 1970.

54. Пособие по проектированию каркасных промзданий для строительства в сейсмических районах (к СНиП 11-7-81), ЦНИИП Промзданий. М.: Стройиздат, 1984г.

55. *Поляков С.В.* Последствия сильных землетрясений. М.: Стройиздат, 1978г.

56. *Поляков С.В., Ойзерман В.И.* Сопоставление отечественных и зарубежных норм проектирования конструкций зданий для строительства в сейсмических районах. Обзор. М.: ВНИИИС, 1986

57. ВСН 32-77 Инструкция по проектированию конструкций панельных жилых зданий. М.: Стройиздат, 1978г.

58. Рекомендации по проектированию зданий в сейсмоизолирующем скользящем поясе и динамическими гасителями колебаний. ЦНИИСК им.Кучеренко, НИИОСП им.Герсевича, 1985г.

59. *Медведева Е.С.* Влияние землетрясения как волнового процесса на сооружение. «Сейсмостойкое строительство» Реферативная информация, серия XIV, 1985г.

60. *Ньюмарк Н., Розенблюэт Э.* Основы сейсмостойкого строительства (сокр.пер. с англ./Под ред. Я.М.Айзенберга. М.: Стройиздат, 1984г.

61. *Завриев К.С.* Расчет инженерных сооружений на сейсмостойкость. «Изв.Тифлисского политехнического института», 1928г.

62. *Завриев К.С.* Динамическая теория сейсмостойкости. Тбилиси, 1936 г.

63. *Курмаев А.М.* Современные методы строительства зданий в сейсмических районах: справочная книга. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1985г.

64. РСН 01-73 Указания по повышению монолитности кирпичной кладки в сейсмических районах с сухим и жарким климатом. Уз.ССР., Ташкент: ТашЗНИИЭП, 1973г.

65. РСН 01-74 Временные указания по расчету и конструированию комплексных конструкций кирпичных зданий в сейсмических районах. Госстрой Уз.ССР, Ташкент: ТашЗНИИЭП, 1974г.

66. *Напетваридзе Ш.Г.* Сейсмостойкость гидротехнических сооружений. М.: Госстройиздат, 1959г.

67. *Напетваридзе Ш.Г.* Вопросы теории сейсмостойкости сооружений. Тбилиси: изд-во АН Грузинской ССР, 1956г.

68. *Джабуа Ш.А., Мухадзе Т.И.* Распределение повреждений в кирпичных зданиях при землетрясениях. НТ сборник, серия 14 «Сейсмостойкое строительство». вып.7, М.: ВНИИИС, 1980.

69. *Кожемякин Э.Г.* Стыки и узлы железобетонных каркасов зданий, возводимых в сейсмических районах. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1981г.

70. Рекомендации по расчету и конструированию монолитных и панельных стен жилых зданий для сейсмических районов. ЦНИИЭП жилища. М.:1985г.

71. *Карцивадзе Г.Н.* О роли отдельных нормальных составляющих в процессе сейсмических колебаний сложных систем. Сообщения АН Грузинской ССР, Е.25, №6, 1960г.

72. *Медведев С.В.* Ускорения колебаний грунта при сильных землетрясениях. Труды Геофизического института АН СССР. №10 (177), 1960г.

73. *Ильичев В.А.* Особенности возведения фундаментов в сейсмических районах. М.: Стройиздат, 1982г.

74. *Красников Н.Д.* Динамические свойства грунтов и методы их определения. Л.: Стройиздат, 1970г.

75. *Красников Н.Д.* Сейсмостойкость гидротехнических сооружений из грунтовых материалов. М.: Энергоиздат, 1981г.

76. *Савинов О.А.* Сейсмостойкость плотин из грунтовых материалов. Изв. вузов, Строительство и архитектура. №11, Новосибирск, НИСИ им. В.В.Куйбышева, 1977г.

77. *Рашидов Т.* Динамическая теория сейсмостойкости сложных систем подземных сооружений., Ташкент: ФАН, 1973г.

78. Газлийские землетрясения 1976г. (инженерный анализ последствий); М.: Наука, 1982г.

79. *Жунусов Т.Ж.* Колебания зданий при мощных взрывах в Медео – в кн.: Колебания зданий при взрывах и землетрясениях, вып.6, Алмата, 1972г.

80. РСН 13-87 Строительство монолитных зданий в сейсмических районах Молдавской ССР. Госстрой МССР, Кишинев: Тимпул, 1988г.

81. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1985г.

82. *Корчинский И.Л., Беченева Г.В.* Прочность строительных материалов при динамических нагрузках. М.: Стройиздат, 1966г.

83. Пособие по производству работ при устройстве оснований и фундаментов (к СНиП 3.02.01-83)/НИИОСП им.Н.М.Герсеванова. М.: Стройиздат, 1986г.

84. Рекомендации по восстановлению и усилению крупнопанельных зданий полимеррастворами. / Тбил ЗНИИЭП Госгражданстроя, Тбилиси: ТбилЗНИИЭП, 1984г.

85. *Мартемьянов А.И., Ширин В.В.* Способы восстановления зданий и сооружений, поврежденных землетрясением. М.: Стройиздат, 1978г.

86. Рекомендации по усилению каменных конструкций зданий и сооружений. ЦНИИСК им.Кучеренко Госстроя СССР. М.: Стройиздат, 1984г.

87. *Шебалин Н.В.* Землетрясения – наука о землетрясениях. М.: Знание, 1974г.

88. *Эйби Дж.А.* Землетрясения. (пер.с англ.). М.: Недра, 1982г.

89. Проектирование сейсмостойких зданий, Т.3. М.: Стройиздат, 1971г.

90. Справочник проектировщика. Динамический расчет зданий и сооружений. М.: Стройиздат, 1984г.

91. *Толкачев Г.С.* О деформируемости песчаного грунта при импульсном нагружении. Известия ВНИИГ, №118, 1977.

92. *Григорян С.С.* Об основных представлениях динамики грунта. Прикладная механика и математика. т.24, №6, 1960г.

93. *Иванов П.Л.* Разжижение песчаных грунтов. Л.: Госэнергоиздат, 1962г.

94. *Красников Н.Д.* Исследования динамических упругопластических свойств грунтов для микрорайонирования. – в кн.: Сейсмическое микрорайонирование. М.: Наука, 1977г.

95. *Рахматуллин Х.А., Сагоманян А., Алексеев Н.А.* Вопросы динамики грунтов. М.: Изд-во МГУ, 1964г.

96. Саваренский Е.Ф. Сейсмические волны. М.: Недра, 1972г.

97. *Саваренский Е.Ф., Кирнос Н.Д.* Элементы сейсмологии и сейсмометрии. Гостеортехиздат, 1965.
98. *Савинов О.А.* Сейсмостойкость плотин из грунтовых материалов. – Известия вузов. Строительство и архитектура. 1977г.
99. Основы теории сейсмостойкости зданий и сооружений. Т.2/ К.С.Завриев, А.Г.Назаров, Я.М.Айзенберг и др. М.: Стройиздат, 1970г.
100. Руководство по высотным зданиям. Типология и дизайн, строительство и технология. – М.: ООО “Атлант-строй,” 2006.
101. Рекомендации по применению буроинъекционных свай. НИИОСП им. Н. М. Герсевича, М.: 2005.
102. *Никитин И.К., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Ё. Айзенберг Я.М.* Проектирование многоэтажных зданий с железобетонным каркасом для сейсмических районов. ОАО “ЦНИИ промзданий”. М.: 2008.
103. Современное высотное строительство. М.: ГУП ИТЦ Москомархитектуры, 2007.
104. *Ставицер Л.Р., Никитаева Г.А.* Резонансный метод определения демпфирующих характеристик грунтов. Основания, фундаменты и механика грунтов. №1, 2008.
105. ВЕЛД. Предотвращение аварий зданий и сооружений. Сборник научных трудов. М.: 2008.
106. Ставицер Л.Р. Сейсмостойкость оснований и фундаментов. М.: Ассоциации строительных вузов, 2010.
107. Turkmenistanyň seýsmik sebitlere bölünmeginiň milli kartasy. Seýsmologiýa ylmy-barlag instituty, Aşgabat, 1999.

MAZMUNY

Sözbaşy	7
Giriş.	12

1. BINANYŇ DINAMIKASYNDA KABUL EDILEN AŇLATMALAR

1.1. Dinamikanyň elementleriniň gysga kesgitlemeleri	16
--	----

2. ÝERTITREMÄNIŇ DÖREMEGINIŇ SEBÄPLERI

2.1. Ýer sarsgyny hadysasynyň howpy	21
2.2. Ýer sarsgynynyň döremeginiň we onuň ojagynyň titremesiniň esasy fiziki ýagdaýlary	23

3. ÝERTITREMÄINIŇ GÜÝJÜNE BAHA BERMEK

3.1. Ýer astyndaky döreyän energiýanyň täsiri.	25
3.2. Ýazgy şkalalary	26
3.3. Ýer sarsgynynyň ojagynyň fizika häsiýeti we ojaglaryň görnüşleri	27
3.4. Seýsmiki tolkunlar	28

4. SEÝSMIKI TÄSIRII TOPRAGYŇYRGYLDYSYNYŇ HÄSIÝETNAMASY

4.1. Topragyň yrgyldysynyň häsiýetnamalary	30
4.2. Ýeriň topragynyň tizlenmesiniň aýratynlyklary	31
4.3. Seýsmika ugurdan etraplaşdyrmak we ýer çäginini mikroetraplaşdyrmak	34

5. SEÝSMIKLI GÜÝÇ ÝÜKLERI WE HASAPLAÝÝŞ ÇYZGYSYNY SAÝLAMAK

5.1. Hasap geçirmegin nazaryýetiniň ösmeginiň gysga taryhy we ösüş ugry	36
5.2. Hasaplaýýş çyzgysyny saýlamak. Umumy maglumatlar.	42
5.3. Birderejeli erkin ulgam	45
5.4. Köpderejeli erkinlik ulgamy	48

6. SEÝSMIKI HASABAT ÝÜKLERINI KESGITLEMEK

6.1. Kesgitlenýän seýsmiki ýükleriň ýörelgelere bölünişleri we olaryň kesgitlenişleri	52
6.2. Dinamika koeffisiýenti.	54
6.3. Yrgyldy görnüşiniň hasabaty	55
6.4. Seýsmika güýçleriniň hasabat bahalaryny kesgitlemegiň usuly	67

7. GURLUŞYK SERIŞDELERINIŇ DINAMIKA HÄSIÝETNAMALARY

7.1. Gurluşyk serişdeleriniň berkliginiň esasy baglylyk şertleri.	73
7.2. Konstruksiýalaryň dinamika gatylygy	75
7.3. Togtamanyň häsiýetnamalary	77

8. SEÝSMIKA ÇYDAMLY GURLUŞYGYTASLAMAGYŇ ESASY ÝAGDAÝLARY

8.1. Umumy ýagdaýlar	82
8.2. Göwrüm-meýilnamalaşdyryş çözgütleri	84
8.3. Konstruktiw çyzgytlar	85
8.4. Maýyşgak konstruktiw çyzgytly jaýlar	88
8.5. Kerpiç jaýlar.	93
8.6. Bitewi demir-beton jaýlar	96

9. HASAPLAÝÝŞ SEÝSMIKI ÝÜKI KESGITLEMEGIŇ MYSALLARY

9.1. Seýsmiki güýjüň täsirine jaýyň durnuklylygynyň hasaplanylşy	100
9.2. Seýsmiki ýüküň hasabyny anyklamak.	106

9.3. Böleklenen deňlemäniň koeffisiýentini hasaplaýarys	110
9.4. Deňlemäniň şu ulgamyny hasaplaýarys.	112
9.5. Seýsmiki güýçleriň baha belliklerini anyklaýarys.	118
9.6. Çarçuwadaky seýsmiki güýçlerden düşýän ýükleriň güýjenmesini anyklaýarys.	119
9.7. Düwünleriň koeffisiýentini anyklaýarys	120
9.8. Kese güýçleri kesgitleýäris	122
9.9. Seýsmiki güýçleriň täsir etmeginde gerim pursatlaryny anyklaýarys.	126
9.10. Ýükleriň ýygyndysy.	131
9.11. Ortaky gerimlerde egilme pursatyny anyklaýarys.	132
9.12. Diregleriň kese güýçleri.	134
9.13. Diklik yükünden çarçuwanyň direglerinden adaty uzaboý güýjüniň kesgitlenilişi.	135
9.14. Sütünlerdäki armaturlaryň hasaby	146
9.15. Halkanyň (hamudyň) hasaby	147
9.16. Halkalaryň hasaby	149
9.17. Pürs üçin armatury saýlamak.	159
9.18. Kese syryklaryň hasaby	160

Asker Söýünmämmadowiç Kaziýew

SEÝSMIKA ÇYDAMLY GURLUŞYK

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktory

Teh. redaktory

Surat redaktory

Kompýuter bezegi

B. Hojadurdyýewa

T. Aslanowa

T. Aslanowa

O. Gataulina

Ýygnamaga berildi 15.06.2011. Çap etmäğe rugsat edildi.
Ölçegi 60x90 $\frac{1}{16}$. Ofset kagyzy. Edebi garnitura.
Ofset çap ediliş usuly. Çap listi 11,0. Hasap-neşir listi 9,029.
Neşir № 49. Sargyt № 84. Sany 100.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň “Ylym” neşirýaty.
744000. Aşgabat, Türkmenbaşy şaýoly, 18.