

I. Saparlyýew

ESASLAR WE FUNDAMENTLER

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

*Türkmenistanyň Bilim ministrligi
tarapyndan hödürlenildi*

Aşgabat
“Ylym” neşirýaty
2015

UOK 624.1:378

S21

Saparlyýew I.

S21 **Esaslar we fundamentler.** Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby. – A.: Ylym, 2015. – 188 sah.

Kitapda fundamentleriň we desgalaryň esaslary hökmünde topraklaryň fiziki, fiziki-himiki we fiziki-mehaniki häsiýetleri barada maglumatlar beýan edilýär. Dürli fundamentleriň tebigy we emeli esaslarynyň esasy düzgünleri we gurluş usullary berilýär. Şeýle-de tebigy we emeli esaslarda gurlan fundamentleriň görnüşleri, taslanyş we hasaplanyş usullary görkezilýär. Esaslary we fundamentleri çäk ýagdaýlar boýunça taslamagyň esasy ugurlary, çuň we çuň däl goýlan fundamentler, aýratyn şertlerde fundamentleriň gurluşy barada maglumatlar berilýär.

Okuw kitaby Esaslar we fundamentler dersini öwrenýän talyplar üçin niýetlenendir. Şeýle-de bu kitapdan raýat, administrasiýa jaý gurluşygynyň, gurluşyk ylmy-barlag we taslama institutlarynyň işgärleri hem peýdalanyp bilerler.

Kitap ýokary okuw mekdepleriniň talyplary üçin niýetlenendir.

TDKP № 321, 2015

KBK 38.58 ýa 73

© I. Saparlyýew, 2015
© “Ylym” neşirýaty, 2015



**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!

GIRIŞ

Hormatly Prezidentimiziň parasatly baştutanlygynda Garaşsyz, baky Bitarap Türkmenistan döwletimizde Berkarar döwletimiziň bagtyýarlyk döwründe bolup geçen Türkmenistanyň Ýaşulularynyň maslahatlarynda kabul edilen kanunlara esasanyp, “Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň 2011–2030-njy ýyllar üçin Milli maksatnamasynda” oba we suw hojalygynyň öňünde goýlan wezipeleri ýerine ýetirmek üçin Milli Liderimiziň Mukaddes kitaplarynyň pähimlerinden ugur alyp, suw gorlaryny dürli ygtybarly gidrotehniki desgalaryň kömegi bilen aýawly we tygşytly ulanmak amala aşyrylýar.

Gidrotehniki desgalaryň ygtybarly bolmagynda esaslaryň we fundamentleriň orny uludyr. Şol sebäpli hem okuw kitabynda esaslar we fundamentler barada doly maglumatlar berildi.

Esaslar we fundamentler dersini öwrenmeklik talyplara esaslary we fundamentleri taslamak üçin zerur topraklaryň häsiýetleriniň görkezijileriniň kesgitleniş ugurlaryny, fundamentleri taslamak we hasaplamak üçin çäkleriň we düzgünleriň görkezýän usullaryny we ugurlaryny ele almaga, dürli desgalaryň esaslary hökmünde topraklara baha bermek üçin olaryň atlaryny we häsiýetlerini, güýjenmäniň öz agramyndan we daşky ýükden ýaýrama mukdaryny hem-de hasaba almagyň usullaryny bilmäge mümkinçilik berer.

Okuw kitabyň maksady talyplary häzirki zaman fundament gurluşygynda bar bolan ýagdaýlar bilen tanyşdyrmakdan we olaryň şu ugurdan ýokary bilimli hünärmen bolup, şu dersni ylmyň ösmeginde geljekde goşant goşmagyny gazanmakdan ybaratdyr.

Şeýle hem talyplar fundamentler taslananda we esaslar hasaplananda, meýdana desga gurluşygy üçin baha berlende ýalňyşlyklary,

olaryň zyýanlaryny, aýratyn şertlerde fundamentleri taslamagyň aýratynlyklaryny, desganyň esasy hökmünde topraklaryň häsiýetlerini gowulandyrmagyň usullaryny, esaslary we fundamentleri gurmagy ykdysady tarapdan kämilleşdirmegiň, hasaplamagyň täze usullaryny öwrenerler.

Taslanýan ýa-da gurulýan wagtda goýberilýän kemçiliklere görä fundament bejergi talap etse, onda bu bejerginiň bahasy onuň öňki bahasyndan gymmat düşýär.

Şonuň üçin hem geljekki inžener-melioratorlar, inžener-gidro-tehnikler Esaslar we fundamentler dersinden berk we çuňňur bilim almalydyrlar.

Bu okuw kitaby S.A.Nyýazow adyndaky Türkmen oba hojalyk uniwersitetiniň Hidromeliorasiýa fakultetiniň okuw maksatnamasyna laýyklykda ýazyldy.

ESASLAR WE FUNDAMENTLER DERSINIŇ MAZMUNY WE ÄHMIÝETI

Oba hojalygynyň önümçiligini artdyrmak hemme ýerde gidromelioratiw gurluşyklaryň ösmegine getirdi, sebäbi ýerleriň önümliligini artdyrmak üçin onuň melioratiw ýagdaýyny ýokarlandyrmak zerurdyr.

Häzirki wagtda Türkmenistanda täze ýerleri özleşdirmek işleri uly göwrümde alnyp barylýar. Täze ýerleri özleşdirmek ýaşaýyş jaýlarynyň, senagat-hojalyk we gidrotehniki desgalaryň gurluşygyny bilelikde, toplumlaýyn alyp barmagy talap edýär. Bu toplumlaýyn işleri ýerine ýetirmek üçin gidromeliorasiýa ugrunda işleýän inžener-gidrotehnik, inžener-melioratorlar diňe gidrotehniki desgalary taslap we gurup bilmek bilen çäklenmän, başga desgalary hem taslap we gurup bilmelidirler.

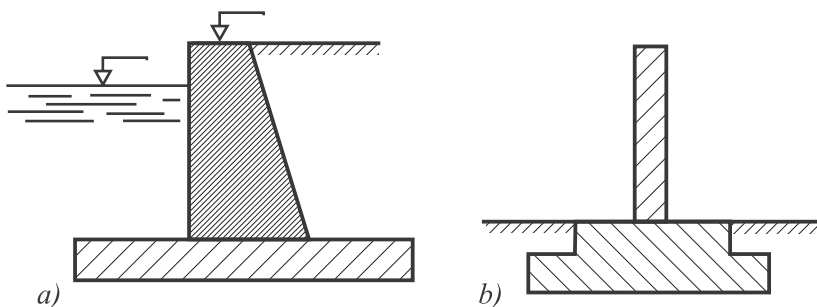
Desgalar taslanylýan we gurulýan wagtynda olaryň hiliniň oňat, ulanmasy amatly bolmagy üçin olary berk we durgun hem-de az harajat bilen ýerine ýetirmäge çalyşmaly.

Ähli desgalaryň, aýratyn hem gidrotehniki desgalaryň gurluşygunda fundament gurluşygy uly orun tutýar. Berk we durgun fundament guýmak başga deň ýagdaýlarda ynamly ulanylýan, berk we durgun, ömri uzak desgalaryň güwäsidir.

Fundamentiň berkligi we durgunlylygy birinji orunda onuň esasyň berkligine we durgunlylygyna baglydyr.

Gidrotehniki desgalaryň esaslarynyň we fundamentleriniň gurluşyk bahasy desganyň umumy bahasynyň 40–60%-ini tutýar. Bu görkeziji senagat-raýat gurluşygunda 7–12%-e barabardyr.

Fundament diýip, desganyň ýerasty ýa-da suwasty ýokarky bölekleriniň agramy bilen öz agramyny kabul edip, olary özünüň esasy bolan topraga geçirýän bölegine aýdylýar (*1-nji surat*).



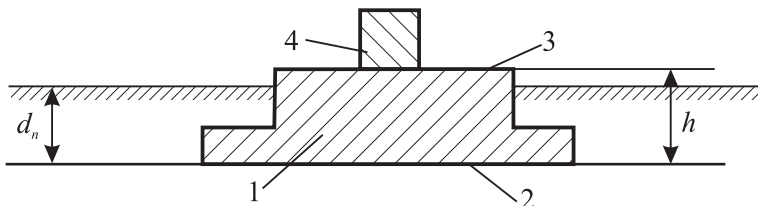
1-nji surat. Fundamentleriň görnüşleri:

a – ýerasty we suwasty; b – ýerasty

Fundamentler taslananda olaryň esaslary bilen bilelikde işleýşi göz önünde tutulýar. Olaryň bilelikdäki deformasiýasynyň möçberi, şol desgalar üçin bellenilen çäk deformasiýa-dan kiçi bolmalydyr.

Çäk deformasiýasy her bir desga üçin onuň berkligini, durgunlylygyny we ony ulanmagyň mümkinçiligini nazarda tutýan deformasiýadyr.

Fundamentiň aşaky daýanç bölegine onuň **düýbi** ýa-da **etegi** diýilýär, desga bilen fundamentiň arasyndaky ýokarky meýdana bolsa onuň **erňegi** diýilýär (2-nji surat).



2-nji surat. Fundamentiň bölekleri:

d_n – çuňlugy; h – beýikligi, 1 – fundament; 2 – düýbi, 3 – erňegi; 4 – desga

Fundamentiň erňegi bilen düýbünüň arasynda **fundamentiň beýikligi** h , ýerüsti bilen fundamentiň düýbünüň arasynda d_n fundamentiň goýluş çuňlugy diýilýär. Umumy ýagdaýda fundamentleriň beýikligi onuň çuňlugy bilen deň dälendir.

Fundamentiň düýbünüň aşagynda we gapdalynda ýatýan, fundament arkaly geçirilýän desgadan berilýän hemme güýçleri we täsirleri kabul edýän hem-de şolaryň täsirinde deformirlenýän toprak massiwine **fundamentiň esasy** diýilýär.

Eger esasyň garaşylýan deformasiýasy desga üçin zyýanly bolmasa, onda oňa **tebigy esasdaky fundament** diýilýär.

Eger esasyň garaşylýan deformasiýasy desga üçin howply bolsa, onda fundamenti gurmazdan öň topragyň käbir häsiýetlerini üýtgetmeli bolýar. Şeýle gurlan fundamente **emeli esasdaky fundament** diýilýär. Emeli esas topragyň käbir häsiýetlerini üýtgetmek (ony dykzlandyrmak ýa-da başga toprak bilen çalyşmak) ýoly bilen döredilýär. Esaslara bolsa **tebigy we emeli esaslar** diýilýär.

Fundamentiň amatly konstruksiýasyny tapmak, ony arzan baha bilen gurmak, şonuň bilen bir hatarda desganyň, fundamentiň hemde esasyň berkligini we durgunlylygyny gazanmak iň bir çylşyrymly jogapkärli meseleleriň biri hasaplanýar. Desgalaryň gurulýan we ulanylýan mahalynda topragyň häsiýetleriniň üýtgemegi netijesinde bu mesele hem çylşyrymlaşýar.

Meseläni dogry çözmek üçin şu aşakdaky şertleri bilmeli:

- inžener-geologiya we gidrogeologiya şertleri, gurluşyk meýdanynyň aýratynlygy, topragyň fiziki, fiziki-himiki, fiziki-mehaniki häsiýetleri hakynda dogry maglumaty;

- haçan-da tebigy deňagramlylyk bozulan wagtynda topraklaryň häsiýetleriniň kanunalaýyklykda üýtgemekligini we topragyň gurluşyk häsiýetlerine gönükdirilen üýtgediş usullaryny;

- fundamenti we onuň esasyňy hasaplamak usullaryny;

- bütün desganyň, fundamentiň we esasyň bilelikdäki işleýşini hasaplamak usullaryny;

- fundamenti we esaslaryny saýlamak usullaryny;

- tutuş desganyň fundamentiniň we esasyňyň bilelikdäki işleýiş çyzgysyny;

- statiki we dinamiki güýçleriň täsirinde işleýän fundamentleri hasaplamak usullaryny;

- fundament we onuň esasyňyň gurluş usullaryny bilmeli.

Ýokarda agzalan çylşyrymly sowallara jogap tapmak taryhda birnäçe ylmy pudaklaryň, ýagny “Inžener geologiyasy”, “Topragy öwreniş”, “Topraklar mehanikasy”, “Esaslar we fundamentler” pudaklarynyň ösmegine getirdi. Inžener geologiyasy umumy geologiyanyň bir bölegi bolup, geologik sebäpleriň taslanylýan desga edýän täsirini

hem-de şu sebäpleriň desga ulanylýan mahalynda tebigy şertleriň üýtgemegi bilen baglylykda özgerişini öwrenýär we anyklaýar.

Topraklar mehanikasy topragyň güýjenme esasynda deformirlenişiniň nazaryýetini beýan edýär, esasyň, fundamentiň berkliginiň, durgunlylygynyň bozulýş şertlerini hem-de täsir edýän güýçlere baglylykda topragyň deformasiýasyny öwrenýär. Topraklar mehanikasy mazmuny we goýlan meseläniň matematiki çözüş usuly boýunça Gurluşyk mehanikasy dersiniň bir bölegi hasaplanýar, sebäbi şu dersde ulanylýan bitewi deformirlenýän jisim kanunlaryny (maýyşgaklyk, plastikklik, süýşgenlilik kanunlary) ulanýar.

Inžener geologiyasy dersi Esaslar we fundamentler dersiniň tebigy taryhy esasy hasaplansa, Topraklar mehanikasy onuň mehanikamatematiki esasy hasaplanýar.

Tebigy halatlarda topraklaryň häsiýetleri bitewi jisimiň häsiýetlerinden üýtgeşik we çylşyrymly. Şol sebäbe göre Gurluşyk mehanikasy dersiniň kanunlaryny dogrudan-dogry topraklara ulanmak mümkin däldir. Gurluşyk mehanikasy nazaryýetlerini topraklara ulanmak üçin olara topraklaryň häsiýetlerini görkezýän (hasaba alýan) kanunlary goşmaly. Şeýlelikde, Inžener geologiyasy bilen Topraklar mehanikasynyň arasynda Topragy öwreniş dersi emele gelýär. Bu dersiň wezipesi topraklaryň häsiýetleriniň dürli sebäplere baglylykda üýtgemeklerini öwrenmekden hem-de daşary güýçleriň täsirinde topraklaryň özlerini alyp baryş kanunlaryny düzmekden ybaratdyr.

Esaslary we fundamentleri gurmak meselesini Esaslar we fundamentler dersi öwrenýär.

Ýokarda ady tutulan dersler biri-biri bilen bilelikde we bir-biriniň üstüni ýetirip ösýärler we bir bitewi geotekniki ylym bolup durýarlar. Şol ylymlaryň ösmeginde bütün dünýä alymlary bilen bir hatarda, rus we Garaşsyz Döwletleriň Arkalaşygyna girýän ýurtlaryň alymlarynyň hem uly goşantlary bardyr.

Topragyň gös-göni obýekt görnüşinde öwrenilip başlanmagyna XVII–XVIII asyrlarda gidrotekniki gurluşygyň ösüşi sebäp boldy.

Birinji nazary iş hökmünde bu ugurda fransuz alymy Kulonyň işini görkezip bolar. 1773-nji ýylda Kulon ýeriň “Daýanç diwaryna” basyşyny nazary usulda hasaplapdy.

Rus akademiýasynyň agzasy N.I.Fussa birinji bolup güýjenme bilen deformasiýanyň arasyndaky baglanyşygy öwrendi. Nemes alymy Ý.Winkler gaty şampyň (ýüküň) täsirinde diňe ýerli, özünem ýüküň täsirinden soň dolulygyna dikelýän maýyşgak deformasiýa ýüze çykýandygyny çaklaýar we **düşek koeffisiýenti** diýen adalgany girizýär:

$$S_m = P / C, \quad (1)$$

bu ýerde: P – güýjenme; C – düşek koeffisiýenti, topraklaryň deformirlenişini görkeziji, S_m – maýyşgak deformasiýa.

XIX asyryň ahyrynda inžener, fransuz alymy Ž.Bussineskonyň (1885 ý.) fundamentiň aşagyndaky ýeke-täk güýçden ýüze çykýan güýjenmäniň hasaplanyşy barada işi çap edildi.

N.P.Puzyrewskiniň (1923 ý.) topragyň esaslarynyň berkligini, professor Karl Tersoginiň we N.M.Gersewanowyň desgalaryň oturyşyny hasaplamak baradaky işleri bu ugurdaky uly işler hasaplanýar.

Toprak mehanikasynyň ösmeginde professor N.A.Sytowiçiň we başgalaryň bitiren işleri uludyr.

I BAP

INŽENER TOPRAGY ÖWRENİŞ WE TOPRAKÇYLYK MEHANIKASYNYŇ ESASLARY. TOPRAKLARYŇ DÜZÜMI WE GURLUŞY

1.1. TOPRAKLARYŇ TEBIGATY WE OLARYŇ DÖREÝSINIŇ TEBIGY TARYHY ŞERTLERI

Adamyň inženerçilik işiniň obýekti ýaly gurluşykda dürli desgalaryň esasy materialy we gurşaw hökmünde ulanylýan, köpdüzüjili ulgam ýaly garalýan, wagta görä üýtgeýän islendik dag jisimine toprak (grunt) diýilýär.

Toprak mehanikasy, esasan, ýumşak, mineral ownujaklardan durýan we olaryň arasynda baglanyşygy az ýa-da bolmadyk topraklary öwrenýär.

Ýumşak topraklar dag jynslarynyň fiziki ýa-da himiki dargamagy netijesinde emele gelýärler. Dargan dag jynslarynyň ikinji ýerlere geçişleri boýunça şeýle topraklar tapawutlandyrylýar:

- ellýuwial topraklar – ilkinji dargan ýerlerinde galan çökündiler;
- dellýuwial topraklar – birinji dargan ýerlerinden ikinji ýerlere suw akymlyry bilen derýa we kanallardan başga ýere göçürilip, öňki dargan ýerlerinde belentlikleriň eňňitlerinde galan çökündiler;
- allýuwial topraklar – derýa we suw akymlyry bilen uzak ýerlere göçýän çökündiler;
- delta topraklary – suw akymlyrynyň basseýnlere guýýan ýerlerinde emele gelýän çökündiler;
- buz çökündiler – buzluklaryň yza çekilişinde, dag jynslarynyň ýumrulyşynda emele gelen topraklar;

– il topraklar – şemalyň täsiri bilen uzak meýdanlara göçürilen kiçijik ownujaklar;

– deňiz çökündileri – deňizleriň düýbünde derýa suw akymlyry bilen göçüp gelen gyrmançalaryň çökmeginde emele gelen topraklar.

Bu ýokarda ady tutulan topraklar özüniň fiziki we gurluşyk häsiýetleriniň çylşyrymlylygy we aýratynlyklary bilen tapawutlanýar. Şeýlelikde, topraklary öwrenmek üçin olary toparlara bölmek gerek bolýar.

Ýumşak topraklar çylşyrymly dargan (pytran) jynslardan ybaratdyr. Olar gaty bölejiklerden we olaryň arasyndaky boşluklardan (öýjüklere) durýarlar. Öýjüklere bütinleýin suwdan ýa-da gazdan doly bolmagy mümkindir. Şeýle ýagdaýdaky toprak iki jynsly hasaplanýar. Köp wagtlarda toprakdaky öýjüklere bir bölege suw, ikinji bölege gaz bilen dolandyr. Bu ýagdaýda topraga **üç jynsly** diýilýär.

1.2. TOPRAKLARYŇ DÜZÜMI WE DÜZÜLIŞI

Topraklar iki topara bölünýär: mineral bölejikleriň arasynda berk baglanyşyklar bar we bu baglanyşyk ýok topraklar.

Berk baglanyşyk diýende, baglanyşygyň berkligi mineral bölejikleriň berkliginden uly ýa-da oňa deň bolan baglanyşyk göz önünde tutulýar.

Berk baglanyşykly topraklara gurluş tejribesinde **daşly topraklar** diýlip at berilýär. Berk baglanyşygy bolmadyk topraklara **daşsyz topraklar** diýilýär.

Köp wagtlarda gurluşyk meýdanynda bar bolan topraklar gidromelioratiw gurluşygynyň talabyna laýyk gelenok. Şeýle ýagdaýda emeli usullar bilen topragyň häsiýetlerini üýtgetmeli bolýar. Bu wagtda jaýrygyň ölçegine baglylykda iş geçirilýär. Aýratyn ýagdaýlarda gidrotehniki gurluşyk topragyň häsiýetleriniň erbetleşmegine alyp gelyär. Meselem, suw howdany gurulýan wagtynda uly meýdanlarda topraklaryň yzgarlanyp, topragyň berkliginiň gowşamagy bilen, howdan kenarlarynyň opurylmagy mümkindir.

Häzirki wagtda adamlar dürli görnüşli hojalyk we önümçilik işlerinde häsiýeti pes bolan emeli topraklary (peýdaly gazlymalaryň galyndylary we başgalar) peýdalanýarlar. Bu topraklary gös-göni gidromelioratiw gurluşynda ulanman, olaryň häsiýetlerini üýtgedip,

gurluşyk materiillary we esas hökmünde ulanmak mümkin. Şonuň üçin topraklaryň gelip çykyşyny, düzümini, düzülişini bilmek üçin olaryň gurluşyk häsiýetlerini dogry anyklamak zerurdyr.

Topragyň häsiýetleri onuň gaty bölejikleriniň mukdaryna, hiline, olaryň mukdar gatnaşyklaryna gös-göni baglydyr. Topragyň gaty bölejikleri mineraldan ýa-da organiki jisimleriň galyndylaryndan ybarat bolup, onuň öýjükleri suwdan we gazdan ýa-da diňe suwdan, gazdan doludyr.

1.2.1. Topraklaryň gaty bölejikleri

Hemme topraklar dürli ululykdaky gaty bölejiklerden durýar. Olaryň ölçegleri we görnüşleri diňe daşsyz topraklaryň häsiýetlerine uly täsir edýär.

Häzirki zaman Topragy öwreniş ylmynda topraklar mineral bölejikleriň ölçegleri boýunça aşakdaky toparlara bölünýärler:

1.1-nji tablisa

Mineral bölejikleriň ady	Ölçeği, mm
1. Harsaň togalak we burçly daş	> 200
2. Togalak daş we çagyl	200–40
3. Çagyl	40–2
4. Çäge:	2–0,05
– iri	2–0,5
– ortaça irilikdäki	0,5–0,25
– ownuk	0,25–0,1
– ýuka	0,1–0,05
5. Toz minerallar	0,05–0,001
6. Toýun minerallar	< 0,001

Topraklar belli bir topara bölünende olaryň bir fraksiýadan ikinjä geçende häsiýetini üýtgetmegi göz önünde tutulýar. Meselem, 2 mm-den uly bolan gaty bölejiklerden ybarat toprak molekulýar çyglylyga eýe däl, şu ölçegdäki çägelere bolsa suwuň kapillýar göterilişi bolmaýar. Emma, muňa garamazdan, bu topraklar uly suw geçirijilik ukybyna eýedirler. Çäga garylan toz bölejikler onuň öýjükliligini we suw geçirijiligini azaldýar, kapillýar göterilişi ýokarlandyrýar, biraz

baglanyşyk berýär. 0,25–0,05 mm ölçegdäki gaty bölejiklerden ybarat topraklar suw geçiriji bolýar, toz minerally topraklar bolsa az suw geçirijidir.

Köp alymlaryň aýtmaklaryna görä, ölçegi 0,001 mm-den kiçi bolan minerallar бүтінleý başga häsiýetlere eýedirler.

1893-nji ýylda W.P.Wilýams bu bölejikleri **toýun mineral bölejikleri** diýip atlandyrypdyr. Toýun mineral bölejikleri iňňe ýa-da plastina görnüşinde bolup, olaryň galyňlygy uly ölçegden 10–100 esse kiçidir. Netijede, toýun bölejikler çäge bölejiklere garanynda uly udel üstlüdirler.

Toz mineral bölejikleri toýun we çäge minerallaryň arasynda aralyk orny eýeleýärler.

1.2.2. Toprakdaky suwlar, olaryň görnüşleri we häsiýetleri

Topraklarda suw üç görnüşde bolup biler: bug, suwuk we gaty. Düzümünde her hili görnüşde we mukdarda suwuň bolmagy şu topragyň hilini we häsiýetini kesgitleýär. Toýun topraklarda bolsa suw şol topragyň häsiýetini anyklaýan birinji sebäpdir.

Ilkinji bolup toprakdaky suwlaryň görnüşlerini we häsiýetlerini öwrenen (1916–1936) A. F. Lebedew hasaplanýar.

Häzirki wagtda Ý. M. Sergeýew toprakdaky suwuň görnüşini 5-e bölýär:

- 1) bug görnüşinde;
- 2) baglanan suw: a) berk baglanan; b) gowşak baglanan;
- 3) erkin: a) kapillýar; b) grawitasiýa suwy;
- 4) gaty buz görnüşinde;
- 5) kristal gözenege girýän we himiki baglanan.

Suw bug görnüşinde topragyň massasynyň 0,001%-den hem az bölegini tutýar. Emma, şuna garamazdan, toprakda bolup geýýän hadysalarda uly orun tutýar. Şonuň ýaly suw toprakda howa bilen bile ýa temperaturanyň ýa-da basyşyň üýtgemegi netijesinde hereket edýär.

Molekulalaryň temperaturasynyň peselmegi ýa-da gaty bölejikleriň zarýadlarynyň täsiri astynda bug görnüşli suwlar olaryň üstünde oturýarlar. Bug molekulalarynyň birinji görnüşde gaty bölejikleriň

üstünde oturmagy “**termiki kondensasiýa**” (ýylylyga bagly toplanma), ikinji görnüşde bolsa “**molekulýar kondensasiýa**” (molekulalara bagly toplanma) diýip atlandyrýar.

“Termiki kondensasiýa” wagtynda şu ýokarda ady tutulan toprakdaky suwlaryň ähli görnüşleriniň, “molekulýar kondensasiýa” wagtynda diňe baglanan suwuň mineral bölejiginiň bölejikleriniň üstünde peýda bolmagy mümkin. “Kondensasiýa” hadysasy öwrülýän hadysa bolup, peýda bolan täze görnüşli suwdan bug görnüşe geçip bilýär.

Baglanan suw – gaty bölejikleriň üstünde elektrik zarýad güýçleri täsirinde saklanýan suw. Häsiýeti boýunça bu suw erkin grawitasiýa suwdan tapawutlydyr. Bu suwuň dykyzlygy $\rho = 1,2\text{--}1,4 \text{ gr/sm}^3$ bolup, ony topraktan бүтінleşýin aýyrmak mümkin däldir. Baglanan suwly toprak bilen geçirilen tejribeler dykyzlaýjy basyş birnäçe ýüz megapaskal bolanda hem topragyň öllenýändigini görkezdiler. Tejribeler dykyzlaýjy basyş 20–50 MPa bolanda topragyň öllügiň azalyşyny, soňra basyşyň köpelmegi bilen, onuň üýtgemýändigini görkezdiler. Şu sebäpli toprakdaky baglanan suwy berk baglanan we ýumşak baglananlara bölýärler.

Berk baglanan suw birnäçe häsiýetleri boýunça gaty jisimlere meňzeşdir we onuň dykyzlygy $\rho = 2,4 \text{ g/sm}^3$ barabardyr. Bu suw gidrostatikanyň kanunlaryna tabyn däldir we ol duzlary eredenok. Bu suw uly şerbeşiklige, maýyşgaklyga we sürtülmäniň berkligine eýedir. Onuň doňuş temperaturasy – 78°C-den pesdir.

Birnäçe alymlaryň aýtmagyna görä, topragy 105°C temperaturada guratmak netijesinde berk baglanan suwy aýryp bolýar. Birnäçe alymlar bu suwy aýryp bolanok diýseler, başgalary onuň bir bölegini aýryp bolýar diýen netijä gelýärler.

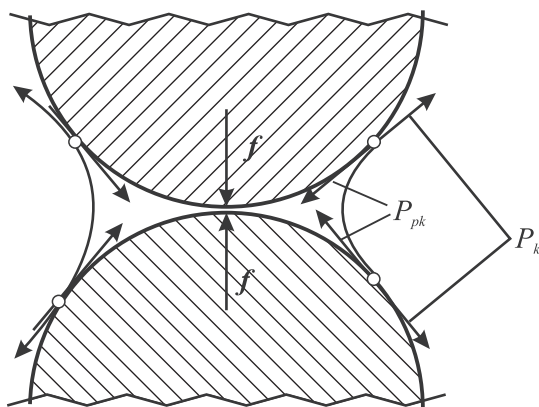
Berk baglanan suw molekulalary gaty bölejikleriň üstüni бүтінleşýin ýapsa, onda gaty bölejikleriň töwereginde бүтewi ýukajyk berk baglanan suw perdesi emele gelýär. Şeýle suwuň iň ýokary mukdary “gigroskopik” suw mukdaryna laýykdyr. Öz gezeginde bu suw mukdary “adsorbirlenen” gaty suw mukdaryna deňdir. Şeýlelikde, berk baglanan, gigroskopiki we adsorbirlenen adalgalar sinonimlerdir.

Berk baglanan suw toprakda bug ýagdaýyna geçip ýa-da elektrik potensiallaryň aratapawudynda bir bölejikden ikinjä tarap hereketlenýändir.

Gowşak baglanan suw (diffuz gatlakly suw) ikinji gönükdirilen we osmotiki güýçler bilen saklanýan suwa bölünýär. Bu suw gatlagynyň dykzlygy erkin suwuň dykzlygyndan biraz ýokarydyr. Bu suwuň doňuş temperaturasy – $1,5^{\circ}\text{C}$ -dir. Gowşak baglanan suw hem edil berk baglanan suw ýaly, bir bölejikden ikinjä tarap hereket edýändir.

Erkin suw kapillýar we grawitasiýa bölünýär.

Kapillýar suw öz gezeginde üç görnüşde bolýar: öýjükleriň burçlaryndaky kapillýar suwy, bug görnüşindäki suwlaryň kondensirlenmeginde ýa-da suwa doýan topraklaryň suwsuzlanmagynda ýüze çykýar (1.1-nji surat).



1.1-nji surat. Öýjükleriň burçundaky kapillýar suw we kapillýar güýçleriniň täsiri:

P_k – kapillýar güýjenmesi; P_{pk} – bölejige täsir edýän güýç, $P_k = P_{pk}$;
 f – bölejikleri bir-birine gysýan basyş

Eger öýjükleriň burçunda suw köp bolsa we kondensasiýa dowam etse, onda kapillýarlaryň suwa doýan topragy ýokardan ýa-da aşakdan öllenýär. Toprak ýokardan öllenende **asylan**, aşakdan öllenende **hususy kapillýar suw** emele gelýär.

Kapillýardaky suw topraga goşmaça güýç bilen täsir edip, oňa birazrak baglanyşyk berýär.

Grawitasiýa suwy toprakda öz agramy bilen hereket edýär. Ol ýokardan aşaga syzyp geýýän suwa we ýerasty suwuň üstüniň ýapgyt tarapyna hereket edýän böleklere bölünýär. Grawitasiýa suw-

lary ýönekeý suwlaryň hemme häsiýetlerine eýedirler. Bu suwlar 0°C doňýarlar we buza öwrülýärler, topraga göteriji güýç bilen täsir edýärler, olaryň dykzlygy $\rho = 1,0 \text{ g/sm}^3$ hem-de olar duzlary we gazlary eredýärler.

Gaty ýagdaýdaky suw erkin we baglanan suw doňanda emele gelýän buzdur. Bu suwlar toprakda aýratyn buz kristallary ýa-da hemişelik doňan topraklardaky ýaly uly gatlaklar görnüşinde duş gelýärler. Buz kristaly topraklarda baglaýjy bolup hyzmat edýär. Emma köp halatlarda topraklar doňanda onuň göwrüminiň ulalyp, topraklary erbet ýagdaýlara getirmegi mümkindir.

Topraklaryň kristal gözenegine girýän we himiki baglanan suwlaryň toprakda bolmagy olaryň häsiýetlerine uly täsir edýär. Eger toprak mineralynyň gözenegine girýän suwy aýran wagtymyzda, mineralyň häsiýeti bütinleý üýtgeýär. Himiki baglanan suwy aýranymyzda täze himiki birleşme emele gelýär.

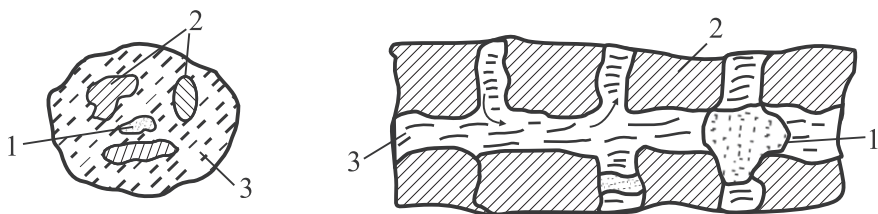
1.2.3. Toprakdaky gazlar

Toprakdaky gazlar, öz mukdaryna laýyklykda, topraklaryň käbir häsiýetlerine: deformasiýanyň maýyşgak bölegine, suw geçiriji ukubyna we başgalara täsir edýärler. Topraklarda gazlar suwda dargan ýagdaýynda, gaty bölejiklere adsorbirlenen, gapjалан we erkin ýagdaýda bolup bilerler.

Mälim bolşy ýaly, belli bir temperaturada we basyşda suw özünde belli bir mukdardaky gazy dagadyp bilýär. Basyşyň we temperaturanyň üýtgemegi bilen suwda erän gazyň mukdary hem üýtgeýär. Temperatura ýokarlan, basyş peselen suwda dargan gazyň mukdary azalýar.

Adsorbirlenen gaz diýip, gury toprak bölejikleriniň dartyjy elektrik güýçleriň astynda öz üstlerine birikdirilen gazlaryna aýdylýar. Iň köp mukdarda bu hili gazlar absolýut gury topraklarda bolup bilerler, sebäbi gazyň adsorbirleýji baglanyşygy suwuňkydan pesdir. Şu sebäpli topraklar öllenende adsorbirlenen gaz adsorbirlenen suw bilen aňsat çykarylýar. 5–10%-li çyglylykdaky topraklarda adsorbirlenen gaz ýokdur.

Ýapyk kapillýarlarda suw arkaly adsorbirlenen gazlar çykarylanda we başga ýagdaýlarda **gapjalan gaz** emele gelýär.



1.2-nji surat. Toprak öýjüklerinde gazyň gysylyşy:

1 – gapjalan gaz; 2 – mineral bölejikler; 3 – suw

Adsorbirlenen ýa-da gapjalan gazy toprakdan gysyp çykarmak gaty kyn. Olar topragyň dykyzlanyşyny köpeldýär, ýöne onuň berkligine hiç-hili täsir edenok. Şu sebäpli hem olar esasa uly zyýan ýetirmeyärler.

Toprakdaky erkin ýagdaýdaky gaz atmosfera bilen gatnaşyp, tejribelikde howany aňladýar. Topraklaryň häsiýetleri erkin gazyň mukdaryna bagly däl diýip hasaplamak bolar. Olar howanyň (onuň ähli ýagdaýlarynda) we suwuň deňeşdirme düzümine bagly bolýar. Topragyň çyglylygy 0,9 deň ýa-da uly bolanda, hemme howa gapjalan ýagdaýda saklanýar.

1.3. TOPRAKLARYŇ DÜZÜMI (STRUKTURASY) WE TEKSTURASY

Topragyň gurluşy diýlende, onuň ownuk gaty bölejikleriniň ululygy we görnüşleri, olaryň üstleriniň häsiýetleri, ony düzýän elementleriň arasyndaky mukdar gatnaşyklar we olaryň bir-birine edýän täsirleri boýunça gurluş aýratynlygy göz önünde tutulýar. Topragyň düzümi diýip, gaty bölejiklere, olaryň birikmelerine aýdylýar. Bu ýerde topragy düzýän elementlere adsorbirlenen suwy we howany hem goşmaly, sebäbi olar gaty bölejikleriň arasyndaky gatnaşykda uly rol oýnaýarlar. Emma bu gatnaşykda esasy orny gaty bölejikleriň arasyndaky mukdar gatnaşygy, olaryň ölçegleri, üstleriniň görnüşi tutýar.

Gaty bölejikleriniň arasyndaky özara baglanyşyga **struktura baglanyşyklary** diýilýär. Bu baglanyşyklary ikä bölýärler: topraklar dörän wagtynda emele gelýän baglanyşyklara **ilkinji baglanyşyklar**, soňky dargaýyş, ereýiş we dykzlanýş döwründe ýüze çykýanlara bolsa **ikinci baglanyşyklar** diýilýär.

Struktura baglanyşyklarynyň ýüze çykyşy çylşyrymly hadysadyr. Gaty bölejikleriniň arasyndaky uzaklyga baglylykda, baglanyşyklar bir-birine täsiri boýunça dartyjy ýa-da itiji baglanyşyklar bolup bilerler.

Topraklarda şu aşakdaky görnüşdäki struktura baglanyşyklary belleýärler: himiki, molekulýar, ion-elektrostatiki, kapillýar, elektrostatik we magnit struktura baglanyşyklar. Bu baglanyşyklar aşakda ady tutuljak baglanyş güýçleriniň üsti bilen ýüze çykýarlar.

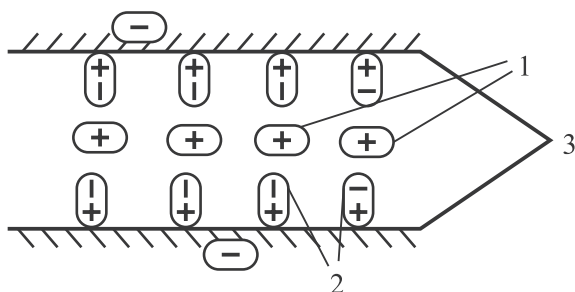
Himiki baglanyş güýçleri. Bu güýç bilen baglanan gaty bölejikleriniň arasyndaky baglanyşyklar örän berkdir, köp wagtlarda olar berkligi boýunça içki kristal baglanyşykdan kem dälidir. Şonuň üçin hem daşky güýjüň täsirinde himiki baglanyşykly topraklar owranýan wagtynda onuň gaty bölejikleriniň seplesiğinden ýa-da olaryň üstünden bolmagy mümkin. Atomlaryň arasyndaky uzaklyk olaryň radiusynyň jemine deň bolanda himiki baglanyşyklar mümkindir.

Başga seretjek baglanyşyklarymyz berkligi boýunça himiki baglanyşykdanam pes bolup, olar gaty bölejikleriniň seplesiğinde baglanyşyk bolmaýar.

Molekulýar baglanyşyklar güýji molekulalaryň arasyndaky gatnaşyklarda ýüze çykyp, **Wander-Waals güýçleri** diýip atlandyrylýar. Gaty bölejikleriniň arasyndaky uzaklyk $5 \cdot 10^{-7}$ – $4 \cdot 10^{-4}$ mm bolanda olaryň arasyndaky dartylyş $(1-2) \cdot 10^{-7}$ mm bolanda bolsa, bir-birinden itilmek güýji ýüze çykýar.

Molekulýar baglanyşyklar, esasan, täze düşen toýun topraklara degişlidir, olaryň dykzlanmagy bilen ion-elektrostatik baglanyş güýçleri ýüze çykýar.

Ion-elektrostatik baglanyş güýçleri – ergindäki kationlaryň bir wagtda iki sany zaryadlanan gaty bölejikler bilen gatnaşygynda (*1.3-nji surat*) ýüze çykýar.



1.3-nji surat. Kation bilen gaty bölejikler arasyndaky özara gatnaşyk:

1 – kation; 2 – suw molekulasy; 3 – gaty bölejikler

Kapillýar baglanyşyk güýçleri gaty bölejikleriň galtaşygynda, ýagny suw bilen howanyň araçäginde ýüze çykýan kapillýar basyşyň astynda emele gelýär. Bu güýjüň täsirinde çala öl çägeler hem biraz baglanyşyklylyk alýarlar.

Elektrostatik baglanyşyk güýçleri. Bu güýçler gaty bölejikleriň galtaşygynda, olaryň üstünde elektrik zaryadlarynyň ýygnaalmagy netijesinde ýüze çykýar. Her hili bahaly zaryad bilen zaryadlanan bölejikler bir-birine dartylýarlar, birbahaly zaryad bilen zaryadlananlar bolsa itekleşýärler.

Magnit güýçli baglanyşyklar ownuk owradylan gaty toýun bölejikleriň üstünde ýukajyk (0,05–0,5 mkm) ferromagnit perdesiniň barlygynda ýüze çykýarlar.

Topragyň gaty bölejikleriniň arasynda ýüze çykýan molekulýar-ion-elektrostatik tebigatly baglanyşyklara **suw kolloid baglanyşyklary** diýilýär. Bu baglanyşyklar topraklar emele gelende ýüze çykyp, ilkinji struktura baglanyşyklaryna degişlidirler. Bular berk bolman, döwlensoň, dikelip öwrülýän baglanyşyklar hasaplanýarlar.

Kristal baglanyşyklar – (sement baglanyşygy hem diýilýär) topraklarda himiki, fiziki, biohimiki we başga hadysalaryň netijesinde döreýärler. Meselem, toprak erginleriniň suwsuzlanmagy duzlaryň gaty bölejikleriň üstüne oturmagy esasynda bolýar. N.Ý.Denisow bu baglanyşygy ikinji struktura baglanyşyklaryna girizýär.

Topragyň teksturasy diýip, olary düzüji elementleriň giňişleýin ýerleşşi bilen bagly bolan struktura aýratynlygyna düşünilýär. Topragyň gaty bölejikleriniň giňişlikde bir-birine görä ýerleşişine, köplenç, onuň skeleti diýip hem aýdylýar.

II BAP

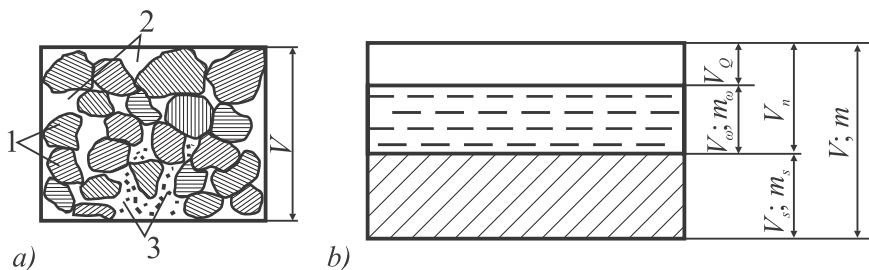
TOPRAKLARYŇ FIZIKI HÄSIÝETLERI WE OLARYŇ GÖRKEZIJILERI

2.1. TOPRAKLARYŇ FIZIKI HÄSIÝETLERI

Topraklary esas hökmünde ulanmak, esaslaryň görnüşlerini saýlap almak, olary hasaplamak üçin topraklaryň häsiýetlerini we olaryň görkezijilerini bilmeli bolýar.

Topraklaryň häsiýetlerini üç topara bölmek mümkin: fiziki, fiziki-himiki, fiziki-mehaniki.

Topraklaryň fiziki häsiýetlerine gowy düşünmek üçin belli bir V göwrümdäki, m massaly topraga diagramma görnüşinde seredýäris.



2.1-nji surat. Topraklaryň düzüminiň diagrammasy:

a – hakyky düzülişi; b – hasap çyzgysy; 1 – gaty bölejikleri;

2 – boşluklar, öýjükler; 3 – suw; V – topragyň göwrümi;

V_s – gaty bölejikleriň göwrümi; V_n – öýjükleriň göwrümi;

V_w – suwuň göwrümi; V_a – howanyň göwrümi; m – topragyň massasy;

m_s – gaty bölejikleriň massasy; m_w – suwuň massasy

Topraklaryň fiziki häsiýetleriniň görkezijilerini **esasy we ýasama** görkezijilere bölýärler. Topragyň gaty bölejikleriniň dykzlygy ρ_{gb} , çyglylygy w we dykzlygy ρ , onuň fiziki häsiýetiniň esasy görkezijileri hasaplanyp, tejribehana ýa-da meýdan şertlerinde tejribe üsti bilen anyklanýar. Topraklaryň skeletiniň dykzlygy ρ_a , öýjükliligi n_n , öýjüklilik koeffisiýenti e , çyglylyk derejesi S_r – ýasama görkezijileri hasaplanýarlar.

2.2. TOPRAKLARYŇ FIZIKI HÄSIÝETLERINIŇ ESASY GÖRKEZIJILERI

Topraklaryň gaty bölejikleriniň dykzlygy (ρ_s) diýip, topraklaryň absolýut jebis ýatyrylan gaty bölejikleriniň göwrüm birligindäki massasyna aýdylýar.

ρ_s gaty bölejikleriň massasynyň olaryň göwrümüne bolan gatnaşygyny aňladýar (2.1-nji surat):

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}, \text{ g/sm}^3, \text{ t/m}^3, \text{ kg/m}^3. \quad (2.1)$$

Topraklaryň çyglylygy (w) diýip, olaryň öýjüklerinde (boşluklarynda) saklanýan otnositel mukdardaky suwa aýdylýar. Toprak mehanikasynda absolýut (agram) çyglylygy düşünjesi ulanylýar. Agram çyglylygy belli göwrümdäki topragyň öýjüklerinde saklanýan suw massasynyň (m_w) şu göwrümdäki gaty bölejikleriň massasyna gatnaşygyna aýdylýar:

$$w = \frac{m_w}{m_s} = \frac{(m - m_s)}{m_s}, \frac{g}{g} \quad (2.2)$$

ýa-da

$$w = \left(\frac{m_w}{m_s} \right) \cdot 100 = \left[\frac{(m - m_s)}{m_s} \right] \cdot 100, \%$$

Topragyň çyglylygy ony 105°C temperaturada durnukly bir massa çenli guratmak arkaly anyklanýar.

Topragyň dykzlygy (ρ) diýip, göwrüm birligindäki topragyň massasyna aýdylýar. Ol topragyň massasynyň göwrümüne bolan gatnaşygyny häsiýetlendirýär:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{(m_s + m_w)}{(V_s + V_n)}, \text{ g/sm}^3; \text{ t/m}^3; \text{ kg/m}^3. \quad (2.3)$$

Topragyň dykzlygy (ρ) ownuk bölejikleriň jebis ýerleşşi barada hiç hili maglumat bermeyär. **Toprak mineral bölejikleriniň jebis ýerleşşi** baradaky bahany toprak skeletiniň dykzlygy (ρ_d) ýaly görkezijiler berip bilerler. Bu görkezijileriň (ρ_d , n , l) bahalaryny ýo-

karda seredilen üç esasy görkezijiniň kömegi bilen hasaplap, anyklamak mümkin.

Topragyň granulometriki we mikroagregat düzümlerini diňe meýdan ýa-da laboratoriya şertlerinde synag üsti bilen anyklap bolar, şonuň üçin hem bu görkezijiler iri döwlen we çäge topraklarda esasy görkezijiler hasaplanylýar.

Topragyň granulometriki düzümi diýlende, ondaky dürli ölçegdäki gaty bölejikleriň (massasy boýunça) mukdary göz önünde tutulýar. Belli bir ölçegdäki bölejikler “fraksiýalar” diýlip atlandyrylýan toparlara bölünýär. Her bir fraksiýanyň mukdaryny gury topragyň massasyna görä göterimlerde aňladýarlar.

Ýekelikde alnan toprak bölejigine **ilkinji bölejikler** diýilýär. Emma daşsyz topraklaryň döreýşinde, esasynda toýun topraklaryň, gaty bölejikleriň bir-birine birigip, olaryň bir gaty bölejik ýaly bolmagy mümkin. Bu bölejikleri **ikinji bölejikler** ýa-da **mikroagregatlar** diýip atlandyryýarlar. Köp wagtlarda, meselem, topraklaryň strukturasy anyklanan wagtynda ikinji bölejikleriň mukdary bilen bir hatarda, mikroagregatlaryň hem mukdaryny bilmeli bolýar.

Topragyň mikroagregat düzümi diýlende, geologik nukdaýnazardan az wagtyň içinde üýtgeýän tebigy ownuklylyk göz önünde tutulýar. Bu az wagtyň içinde granulometrik düzümi bolsa üýtgemeyär.

2.3. TOPRAKLARYŇ FIZIKI HÄSIÝETLERINIŇ ÝASAMA GÖRKEZIJILERI

Toprak skeletiniň dykzlygy (ρ_d) diýip, göwrüm birligindäki gaty bölejikleriň massasyna aýdylýar we ol gaty bölejikleriň massasynyň (m_s) topragyň göwrümüne (V) bolan gatnaşygyna deňdir:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{m_s}{(V_s + V_n)}, \text{ g/sm}^3. \quad (2.4)$$

Topragyň massasy $m = V \cdot \rho$, oňa girýän gaty bölejikler massasy $m_s = V \cdot \rho_d$. Gaty bölejikler massasy m_s gury toprak massasy bolup, ol suwuň massasyny $m_w = (m - m_s)$ berer. Şeýlelikde, topragyň çyglylygy

$$w = \frac{m_w}{m_s} = \frac{m - m_s}{m_s} = \frac{V \cdot \rho - V \cdot \rho_d}{V \cdot \rho_d} = \frac{\rho - \rho_d}{\rho_d} \text{ ýa-da}$$

$$w \cdot \rho_d = \rho - \rho_d; \quad \rho_d(1 + W) = \rho,$$

bu ýerde:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + W}; \text{ g/sm}^3. \quad (2.5)$$

Eger toprak suwdan doýan bolup, onuň öýjüklerinde erkin grawitasiýa suwlar bolsa, Arhimediň kanunyna baglylykda, her bir bölejik aşakdan onuň gysyp çykaran suwunyň göwrümüne deň bolan itekleýji güýjüň täsirinde bolýar. Onda suwda çekilen skelet massasy suwsuz toprak massasyndan kiçidir.

Suwda çekilen skelet massasyna peýdaly massa, oňa degişli skelet dykyzlygyna bolsa skeletiň peýdaly dykyzlygy $p_{d,ef}$ diýip at berýärler. Suwdan doýan toprak skeletiniň peýdaly massasy gaty bölejik massasy bilen özi gysyp çykaran suw massasynyň tapawudyna deňdir:

$$m_{d,ef} = m_s - V_s \cdot \rho_w = (m - m_w) - V_s \cdot \rho_w,$$

$$\begin{aligned} V \cdot \rho_{d,ef} &= (V \cdot \rho - V_n \cdot \rho_w) - V_s \cdot \rho_w = \\ &= V \cdot \rho - (V_n + V_s) \cdot \rho_w = V \cdot (\rho - \rho_w) \end{aligned}$$

ýa-da:

$$\rho_{d,ef} = \rho - \rho_w. \quad (2.6)$$

Hemme topraklarda boşluklar bar. Daşly topraklarda boşluklar jaýryk görnüşinde bolýarlar. Birnäçe daşly we daşsyz topraklarda boşluklar bir-biri bilen bagly we her bir topara ugurlanan göni bolmadyk kanal görnüşdedir.

Bu kanalyklara öýjükler, topraga bolsa öýjükli toprak diýilýär. Topragyň öýjükliligi (n_n) diýip, göwrüm birligindäki öýjüklerriniň jemine diýilýär. Öýjüklilik öýjükler göwrüminiň (V_n) topragyň göwrümine (V) gatnaşygy bilen kesgitlenýär:

$$n_n = \frac{V_n}{V} \text{ ýa-da } n_n = \left(\frac{V_n}{V} \right) \cdot 100. \quad (2.7)$$

Birinji görnüşde öýjüklilik sm^3/sm^3 ýa-da m^3/m^3 , ikinji görnüşde bolsa göterimde ölçenýändir. Emma hasaplamalarda öýjüklilik görkezijisini ulanmak amatly bolmansoň, öýjüklilik koeffisiýenti (e) ulanylýar. Topraklaryň öýjüklilik koeffisiýenti (e) diýip, olarda öýjüklär göwrüminiň (V_n) gaty bölejikleriň göwrümine (V_s) gatnaşygyna aýdylýar:

$$e = \frac{V_n}{V_s}; \frac{\text{sm}^3}{\text{sm}^3}. \quad (2.8)$$

Topragyň göwrümi $V = V_s + V_n$. Şony hasaba alyp, öýjüklilik koeffisiýenti üçin indiki

$$e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} \quad (2.9)$$

aňlatmany alarys.

e koeffisiýenti bilip, topragyň öýjükliligini şu aşakdaky aňlatma bilen tapyp bolar:

$$n = \frac{e}{1 + e}. \quad (2.10)$$

Öýjüklilik koeffisiýentiniň (e) üsti bilen belläp, toprak skeletiň peýdaly dykzylygyny ($\rho_{d,eff}$) şu aşakdaky aňlatma bilen hasaplap bolar:

$$\rho_{d,eff} = (\rho_\mu - 1) / (1 + e). \quad (2.11)$$

Topraklary esas hökmünde anyklamak üçin olaryň fiziki häsiýetleriniň ýene-de bir ýasama görkezijisi bolan çyglylyk derejesini bilmeli.

Topraklaryň çyglylyk derejesi (S_r) diýip, olaryň öýjükläriniň suwa doluş derejesine aýdylýar we bar bolan toprak çyglylygynyň (W) onuň ähli öýjükläriniň suw bilen dolandaky çyglylygyna (W_{sat}) gatnaşygy bilen hasaplanýar:

$$S_r = \frac{w}{w_{sat}} \quad (2.12)$$

öňki ýazylan aňlatmalaryň üsti bilen (12) şeýle görnüşde bolup biler:

$$S_r = \frac{w \cdot \rho_s}{100 \cdot e \cdot \rho_w}. \quad (2.13)$$

Topraga ýokardan täsir edýän ýük we güýçlerden güýjenmeleri hasaplamak üçin şu aşakdaky görkezijileri bilmeli bolýar: topragyň udel agramy, gury topragyň udel agramy, gaty bölejikleriň udel agramy.

Topragyň udel agramy (γ) diýip, onuň göwrüm birligindäki agramyna diýilýär:

$$\gamma = \frac{m \cdot g}{V} = \rho \cdot g, \text{ N/m}^3; \text{ kN/m}^3. \quad (2.14)$$

Gury topragyň udel agramy

$$\gamma_d = \rho_d \cdot g, \text{ N/m}^3, \text{ kN/m}^3. \quad (2.15)$$

Topragyň gaty bölejikleriniň udel agramy (γ_s) diýip, onuň göwrüm birligindäki agramyna aýdylýar:

$$\gamma_s = \rho_s \cdot g, \text{ N/m}^3, \text{ kN/m}^3. \quad (2.16)$$

III BAP

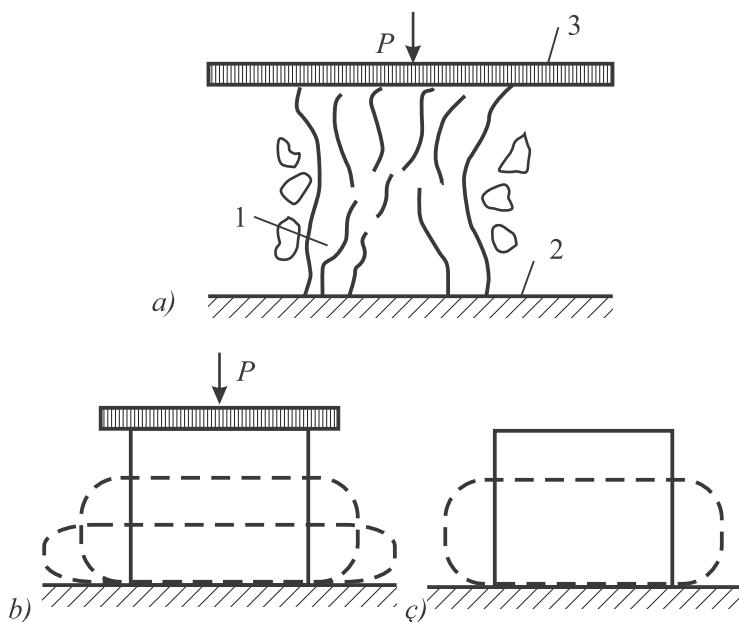
TOPRAKLARYŇ FIZIKI-HIMIKI HÄSIÝETLERI WE OLARYŇ GÖRKEZIJILERI

Gidrotehniki desgalar ulanylýan döwründe olaryň esaslary hemişe diýen ýaly suw bilen doýan ýagdaýda bolýarlar. Şeýlelikde, toprak bölejikleri bilen suwuň bir-birine täsiri netijesinde ýüze çykýan, fiziki-himiki häsiýetleri bilmeli. Topraklaryň bu häsiýetlerine: konsistensiýaly çökmeklik; çişme we kiçelme; plywunlyk (topragyň suwasty kerepli gatlagy) we tiksotroplyk; pökgerme; ýumşaklyk; ezilmek, eremeklik girýär.

3.1. TOPRAKLARYŇ KONSISTENTLIGI

Topraklaryň çyglylyklarynyň üýtgemeginde öz boluşlaryny üýtgediş häsiýetine onuň konsistentligi diýilýär. Bu häsiýete diňe owranan topraklar eýedirler. Düzümindäki suwuň mukdaryna baglylykda topraklar gaty, çeýe we akgyňlyk ýagdaýynda bolup bilýärler.

Eger gury toprakdan kub görnüşinde ýeterlik nusga alyp, olaryň birnäçesini dikligine täsir edýän güýç astynda döwürmegine çenli synag geçirsek, onda olaryň döwülüşini edil hemme port jisimleriňki ýaly bolup geçýär (3.1-nji surat).



3.1-nji surat. Toýun toprak nusgalarynyň konsistensiýa baglylykdaky deformirlenişi:

*a – gaty ýagdaýda; b – çeýelik ýagdaýda; w – akgyňlyk ýagdaýda;
 1 – nusga; 2 – pressiň staninasy; 3 – güýç beriji plita*

Galan nusgalaryň bir bölegini belli derejede çyglandyryp ýene-de synag geçirsek, onda olaryň ýene-de port jisimleriň döwülüşini ýaly döwülüşini göreris. Diýmek, toprak gaty ýagdaýda.

Soňra birnäçe gezek öllänimizden soň, nusganyň bitewi, jaýryksyz deformirlenişini görmek bolar. Ýük aýrylanda nusga deformirle-

niş döwründäki görnüşini saklaýar. Diýmek, toprak çeyelik ýagdaýyna ýetdi. Nusgalary soňra öllemek bilen, olary çeyelik ýagdaýyndan akgynlyk ýagdaýyna geçirip bolar. Akgynlyk ýagdaýyndaky nusgalar güýç täsir etmezden öz görnüşlerini üýtgedýärler.

Topraklary bir ýagdaýdan ikinji ýagdaýa geçirýän çyglylyga **çäk çyglylyk** diýilýär.

Topraklary gaty ýagdaýdan çeyelik ýagdaýyna geçirýän çyglylyga **çeyeligiň aşaky çägi** ýa-da dogrusy, çeyeligiň aşaky çäk çyglylygyny W_p , çeyelikden akgynlyk ýagdaýyna ýa-da tersine geçirýän çyglylyga **çeyeligiň ýokary çägi** ýa-da **akgynlyk çägindeki çyglylyk** (W_1) diýýärler.

Çäk çyglylyklar tapawudyna **çeyelik sany** diýilýär:

$$I_p = W_1 - W_p. \quad (3.1)$$

Topraklaryň konsistentligi diňe çyglylygyna bagly bolman, eýsem olaryň ownuklygyna hem baglydyr, topragyň gaty bölejikleriniň mineral düzüminde näçe toýun minerallary köp bolsa, şonça-da onuň konsistentligi ýüze çykýar. Çeyelik sany boýunça toýun topraklar: çägesow, toýunsow we hususy toýun topraklara bölünýärler.

3.2. TOPRAKLARYŇ ÇÖKMEKLIĞI

Topraklaryň çökmekligi diýip, toprak güýç täsir edende çyglansa olaryň göwrüminiň kiçelmegine diýilýär. Bu ýerde güýç hökmünde desgadan berilýän ýa-da topragyň öz agramynda ýüze çykýan güýç göz önünde tutulýar. Topragyň bu häsiýeti onuň üstüniň çalt we has köp çökmegine getirýär. Topragyň çöküş häsiýetini onuň fiziki-mehaniki häsiýetine girizmek hem mümkin, sebäbi ol deformasiýa görnüşindedir. Emma bu häsiýetiň topraklaryň gaty bölejikleriniň suw bilen gatnaşygynda geçýändigigi sebäpli bu taýda seretmek amatlydyr.

Çökmeklik oňnositel çökmeklik “ ε_{sl} ” bilen bahalanyp, aşakdaky aňlatma bilen hasaplanýar:

$$\varepsilon_{sl} = (h_{n,p} - h_{sat,p}) / h_{n,g}, \frac{\text{sm}}{\text{sm}}$$

ýa-da:

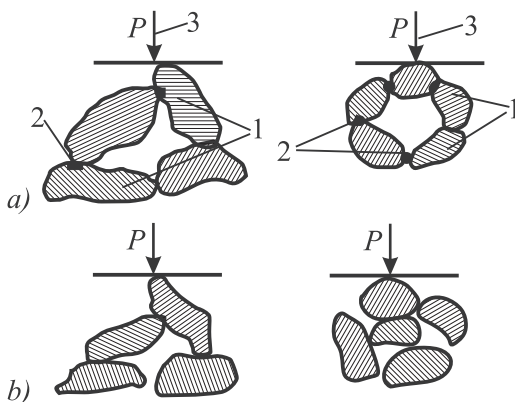
$$\varepsilon_{sl} = 100(h_{n,p} - h_{sat,p}) / h_{n,g}, \% \quad (3.2)$$

Bu ýerde: $h_{n,g}$ – tebigy çyglylykdaky, gapdala giňelmesiz ýagdaýda tebigy güýjenme täsirinde dykyzlanan toprak nusgasynyň beýikligi (sm); $h_{n,p}$ – tebigy ýa-da ondan uly bolan “ ρ ” güýjenme täsirinde dykyzlanan öňki nusganyň dykyzlygy (sm); $h_{sat,p}$ – “ ρ ” güýjenme täsirinde dykyzlanan, emma bütinleýin suwdan ganýança öllenen suwuň beýikligi (sm).

Eger toprak güýç täsir edende öllense, 0,01 sm/sm ýa-da 1% otositel çökse, onda olara **çökýän topraklar** diýilýär.

Topraklaryň çöküşiniň asyl mazmuny olar öllenen wagtlarynda suwa çydamayan struktura baglanyşyklarynyň gowşamagy ýa-da bütinleý daşdan täsir edýän güýçleriň astynda olaryň döwürmegindedir.

Topraklar näçe öýjükli (44–50%) bolsa, deň şertlerde çökmeklik häsiýeti şonça-da uludyr.



3.2-nji surat. Öllenme netijesinde topraklaryň dykyzlanyş (çöküş) çyzgysy:

a – gaty bölejikleriň öllenmezden ön özara ýerleşşi; b – öllenenen soňky ýerleşşi; 1 – gaty bölejikler; 2 – baglanyşyklar; 3 – güýç (ýük)

Olar näçe gury bolsalar, şonça hem olaryň çökmekligi uludyr. Topraklaryň çyglylygy belli bir mukdara ýetende olaryň çökmeklik häsiýeti ýüze çykýar. Bu çyglylyga **çökmekligiň başlangyç çyglylygy** diýilýär. Topraga täsir edýän her bir güýjenme bahasyna belli bir

başlangyç çyglylyk dogry gelýär. Ony tejribe üsti bilen anyklaýarlar. Topraklaryň suwdan doýmadyk öllenmesine bagly bolan otnositel çöküşü aşakdaky aňlatma bilen hasaplanýar:

$$\varepsilon_{sl} = 0,01 (w_{sat} - w)/(w_{sat} - w_{sl}) + \varepsilon_{sl} (w - w_{sl})/(w_{sat} - w_{sl}).$$

Bu ýerde: w – topragyň çyglylygy; w_{sat} – topragyň suwa ganandaky çyglylygy; w_{sl} – ilkinji çökdüriji çyglylyk.

Topragyň çöküşü ony düzýän minerallaryň arasyndaky struktura baglanyşyklaryň suwa çydamlylygyna baglylykda tiz ýa-da belli wagtyň içinde bolup geçmegi mümkin.

3.3. TOPRAKLARYŇ ÇIŞMEGI WE KIÇELMEGI

Topraklaryň öllenende göwrüminiň ulalmak häsiýetine onuň çişmekligi diýilýär. Topragyň bu häsiýeti onuň üstüniň görterilmegine getirýär.

Topragyň çişmegi onuň fiziki-mehaniki häsiýeti diýip hem hasaplanýar. Emma topragyň bu häsiýetiniň onuň gaty bölejikleriniň suw bilen özara täsirinde ýüze çykýanlygy sebäpli, fiziki-himiki häsiýet hökmünde şu ýerde seretmek amatly.

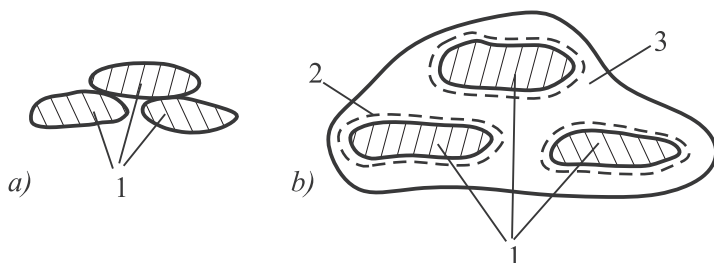
Topragyň çişmegi onuň nusgasynyň beýikliginiň otnositel üýtgemegi bilen ölçenýär we şu aşakdaky aňlatma bilen hasaplanýar:

$$\varepsilon_{sw} = (h_{sat} - h_n)/h_n. \quad (3.3)$$

Bu ýerde: h_{sat} – toprak nusgasynyň doly çişenden soňky beýikligi (mm); h_n – nusganyň tebigy çyglylykdaky beýikligi (mm).

Öllenende ýokardan güýç täsir etmezden (erkin çişmekde) deňeşdirme çişmeklige 4%-e eýe bolýan topraklara çişýän topraklar diýilýär.

Topraklaryň çişmeginiň düýp mazmuny şu aşakdakydan ybaratdyr: topraklaryň öllenmegi netijesinde olaryň suwa çydamсыз struktura baglanyşyklary ýitýär ýa-da gowşaýar, gaty bölejikler bilen suwuň özara täsirinde töwereginde berk baglanan suw emele gelip, olary bir-birinden aýyrýan güýç bilen täsir edýär we galan struktura baglanyşyklaryny döwüp, gaty bölejikleri her tarapa itekleýär, netijede, topraga ýumşak düzüliş berýär (3.3-nji surat).



3.3-nji surat. Topraklaryň çişmeklik çyzgysy:
a – gury toprak; b – öllenen soňky toprak; 1 – gaty bölejikler;
2 – berk baglanan suw; 3 – ýumşak baglanan suw

Ýokarky dykzlykdaky düzümlü topraklar çişegendirler. Topraklaryň çişmeýän dykzlyk düzümine-çişmekligiň ilkinji dykzlygy diýilýär.

Topraklaryň tebigy çyglylygy näçe pes bolsa, ol çişmäge ýakyn bolýar. Çişmeklik ilkinji dykzlygyndan pes ýa-da oňa deň bolanda, toprak näçe öllense-de, ol çişmeýär. Topraklaryň çişmekligine basyş örän uly täsir edýär. Basyş näçe uly bolsa, çişmeklik şonda kiçidir. Belli bir basyşda topragyň çişmegi ýüze çykmaýar. Topraklaryň çişmegine olaryň gaty bölejikleriniň suwa işjeňligi (gidrofilliligi) mineral düzümi täsir edýär. Deň ýagdaýda topragyň gidrofilliligi ýokary ýa-da ownuk toýun mineraldan düzülen bolsa, olar çişegen bolýarlar.

Topraklar çişen wagtynda struktura baglanyşyklaryň ýitişi ýa-da gowşamagy belli bir wagtyň geçmeginde bolup geçýär. Çişýän topraklaryň çyglylygy gaçanda ters hadysa, ýagny göwrüminiň peselip-kiçelmegi mümkin. Emma topraklaryň kiçelmegi onuň çişmekliginiň gös-göni tersi diýsek ýalňysarys, sebäbi kiçelmek hadysasy topragyň düzüminde bolan duzlaryň struktura baglanyşyklary dargamagynda ýüze çykýar. Kiçelmek hadysasy toprakda jaýryklaryň ýüze çykmaklygy bilen baglydyr.

Topraklaryň kiçelmegi otnositel kiçelmeklik bilen anyklanýar. Ol bolsa aşakdaky aňlatma bilen hasaplanýar:

$$\varepsilon_{sh} = (h_n - h_a) / h_n;$$

$$\varepsilon_{sh} = [(h_n - h_d)/h_n] \cdot 100. \quad (21)$$

Bu ýerde: h_n – nusganyň çyglylygy azalmadan öňki beýikligi; h_d – nusganyň çyglylygy azalmadan soňky beýikligi.

3.4. TOPRAKLARYŇ PLYWUNLYLYGY WE TIKSOTROPLYLYGY

Topraklaryň plywunlylygy diýip, fundament çukury ýa-da her hili çykarmalar gurlan wagtynda olaryň durgunlylygyny ýitirip, şep-beşik suwuň häsiýetini alyp akmaklygyna düşünilýär.

Topraklaryň tiksotroplygy diýip, olaryň kakmak, wibrasiýa, ultrases ýaly daşky täsirler astynda suwuk bolup, plawunlylyk ýagdaýyna geçip berkligini ýitirmegine, emma täsiriň aýrylmagynda özüniň öňki ýagdaýyna gaýdyp, berkligini almagyna aýdylýar.

Tiksotroplylygyň düýp mazmuny öňde aýdylan täsirler netijesinde struktura baglanyşyklaryň döwölüp baglanan kapillýar suwlaryň erkin grawitasiýa suwlaryna we topragyň suwuklyga öwrülmegidir. Daşky güýçleriň täsiri aýrylandan soňra, peýda bolan erkin grawitasiýa suwunyň kapillýar, baglanan suwlara öwrülüp, täze ýa-da öňki struktura baglanyşyklarynyň döremeginde we dikelmeginde toprak goýulaşyp berkleşýändir.

Düzüminde 1,5–2% toýun minerallar bolan topraklar tiksotroplylyk häsiýetine eýedir.

3.5. TOPRAKLARYŇ ÝUMŞAMAGY, EZILMEGI WE EREMEGI

Topraklaryň ýumşamagy diýip, olaryň suw bilen doýmagynda berkligini ýitiriş häsiýetine aýdylýar. Şeýle häsiýete suwda gowşaýan, emma ýitmeýän struktura baglanyşyklary bolan topraklar eýedir.

Ýumşamaklyk ýumşamaklyk koeffisiýenti bilen ölçenip, aşakdaký aňlatma bilen hasaplanýar:

$$K_{saf} = R_c / R_{c.d}. \quad (3.5)$$

Bu ýerde: R_c – suw bilen doýan toprak nusgasynyň dikligine basyşa bolan wagtlaýyn garşylygy; $R_{c.d}$ – şu toprak nusgasynyň (ekiz nusga) gury wagtyndaky basyşa wagtlaýyn garşylygy; $K_{saf} > 0,75$ bolan topraklar ýumşamaýan; $K_{saf} < 0,75$ – ýumşaýan topraklar hasaplanýar.

Topraklaryň ezilmegi diýip, topraklaryň suwa çümdürilende struktura baglanyşyklaryny, berkligini ýitirip, aýratyn agregat (bölejiklere) dargamagyna aýdylýar. Käbir barlagçylar topragyň ezilmegini onuň çişmeginiň soňky stadiýasy diýip görkezýärler. Emma bu dogry däl. Sebäbi hemme çişýän topraklar ezilýärler. Ezilmeklik iki sany görkeziji: ezilmegiň döwri we tebigaty bilen häsiýetlendirilýär.

Ezilmegiň döwri suwda ýerleşdirilen toprak nusgalarynyň her hili ölçegdäki agregatlara dargaýan wagtydyr.

Ezilişiň hili (tebigaty) diýip, toprak nusgasynyň agregatlara dargaýyş hiline aýdylýar.

Topraklaryň eremegi diýip, onuň tebigy suwda ereýiş häsiýetine aýdylýar.

Hemme topraklar belli bir derejede suwda ereýärler. Belli bolşy ýaly, her bir mukdardaky maddanyň eremegi mümkin. Şeýlelikde, ergin arassa suw bilen çalşylsa, onda ýene-de belli bir mukdardaky toprak ereýär.

Gidromeliorasiýa ulgamlarynyň desgalarynyň aşagynda öýjükdäki ergin hemişe täzelenip durýar. Emma topragyň ereýiş hadysasynyň haýal geçýändigini sebäpli, desganyň durgunlylygyna, köplenç, zyýan bermeyär. Desganyň durgunlylygyna düýpli zyýan getirýän, ereýän topraklaryň bardygyny görkezmek gerekdir.

3.6. TOPRAKLARYŇ PÖKGERMEGI

Topraklaryň pökgermegi diýip, olaryň doňan wagtlarynda göwrüminiň ulalmagyna aýdylýar. Belli bolşy ýaly, suw buza öwürülip, 9–11% göwrümini ulaldýar. Topragyň düzümindäki hemme suw buza öwürülende hem desga üçin uly zyýan bolmaýar. Emma bu taýda fundamentiň aşagyndaky tebigy temperatura düzgüni bozulan ýagdaýynda we gapdaldan suw gelip doňan ýagdaýynda topragyň pökgermeginiň, desga uly zyýan getirmegi mümkindir.

Topraklaryň pökgermeginiň iki sany aýratyn nazaryýeti bar. Birinji nazaryýet boýunça topraklaryň pökgermegi çyglylygyň aşaky doňmaýan gatlaklardan ýokary galyp, buza öwürlmegi netijesinde, ikinji boýunça doňan topragyň içinden çyglylygyň buz kristallarynyň üstüne hereketinde diýip düşündirilýär.

Iki nazaryýetiň hem dogry bolmagy mümkin, sebäbi topraklaryň pökgermegi hem topraklaryň düzümine, suwlulygyna, temperaturasyna, ýerasty suwlaryň ýerleşişine we başgalara baglydyr. Deň ýagdaýlarda topraklaryň pökgermesinde onuň granulometrik düzümi aýgytlaýjy orný eýeleýär.

IV BAP

TOPRAKLARYŇ FIZIKI-MEHANIKI HÄSIÝETLERI WE OLARYŇ GÖRKEZIJILERI

Desgalaryň fundamentleriniň esaslaryny hasaplamak üçin topraklaryň birnäçe fiziki-mehaniki häsiýetlerini we olaryň görkezijilerini bilmeli: bu görkezijilere **topragyň suw geçirijiligi, deformirlenişi we berkligi** girýär.

4.1. TOPRAKLARYŇ SUW GEÇIRIJILIGI

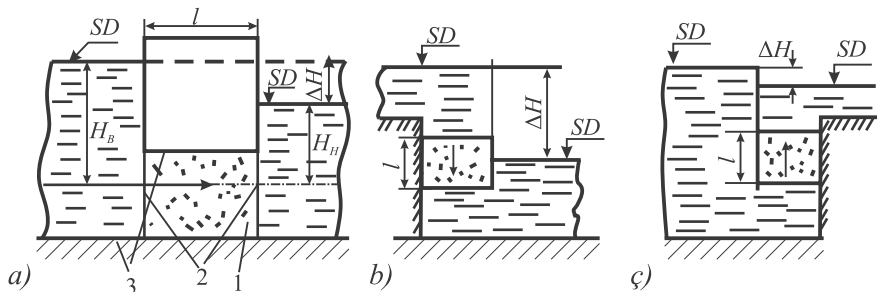
Topraklaryň suw geçirijiligi diýip, olaryň öz üstünden agyrylyk güýji ýa-da basyş astynda erkin grawitasiýa suwuny geçiriş ukybyna aýdylýar.

Başga suwlaryň toprakdaky hereketi mehaniki sebäbe görä ýüze çykmaýar, olar fiziki-himiki tebigatlydyr we oňa **suw migrasiýasy** diýlip, bu ýerde seredilmeýär.

Topraklar öz düzülişlerine baglylykda suwy jaýryklaryň we öýjüklüleriň ýa-da bilelikde ikisiniň hem üsti bilen geçirýärler. Gidromeliýoratiw gurluşygynda daşsyz topraklaryň suw geçirijilik kanunlaryny bilmek zerurdyr. Şeýlelikde, geljekde, esasan, şeýle topraklara seredilip geçiler.

Erkin grawitasiýa suwunyň topraklardaky hereketine süzülme diýlip, ol hemme tarapa: dik aşaklygyna we ýokarlygyna, keseligine bolup biler.

Daşsyz topraklarda süzülmäniň geçişini oňat düşündirmek üçin aşakda 4.1-nji suratda süzülme enjamlarynyň şekilleri görkezilen. Bu şekillerde süzülme H -basys arkaly keseligine, ýokardan aşaga we aşakdan ýokara tarapa geçýär.



4.1-nji surat. Süzülme enjamlaryň şekilleri:

1 – toprak nusgasy; 2 – suw geçiriji diwar; 3 – suw geçirmeyän diwar

Fransuz alymy A. Darsi birinji bolup topraklaryň suw geçirijiligini öwrenen ikinji alym hasaplanýar. Ol suw bilen doýan çägelere suw geçirijiligini 4.1-nji suratda (b) görkezilen enjama meňzeş bolan enjamda geçiripdir. Süzülme ýokardan aşaklygyna agram güýji astynda geçýär. A. Darsiniň kesgitlemegine görä, **süzülme laminar** bolup, onuň mukdary aşakdaky baglylykda bolup geçýär:

$$Q = K \cdot A \cdot \left(\frac{\Delta H}{l} \right). \quad (4.1)$$

Bu ýerde: Q – suwuň mukdary (m^3/s); K – proporsionallyk koeffisiýenti (m/s); A – toprak nusgasynyň süzülme ugruna perpendikulýar kesiginiň meýdany (m^2); ΔH – suw üstleriniň bellikleriniň aratapawutlary, m ; l – nusganyň beýikligi ýa-da uzynlygy. Proporsionallyk koeffisiýenti K – topragyň süzülme koeffisiýenti; ΔH – täsir edýän basgy; l – süzülmäniň ýolunyň uzynlygy. $\Delta H/l = i$ gidrawliki ýapgytlyk ýa-da süzülmäniň gidrawliki gradiýenti; $Q/A = V_s$ – suw süzülmesiniň tizligini (1) hasaba alyp ýazýarys:

$$V_s = K \cdot i. \quad (4.2)$$

Bu baglylyk Darsiniň kanuny adyny göterýär.

(4.2)-den görnüşi ýaly, $i = 1$ bolanda K süzülmaniň gidrawliki gradiýenti süzülme tizligine deňdir (V_s).

Şeýlelikde, K – tizlik ölçeg birliginde bolup, süzülme suw akymyny görkezmän, onuň suw bilen doýan mahalyndaky suw geçirijiligini, ýagny fiziki-mehaniki häsiýetini anyklaýar.

Tebigy ýagdaýda topraklarda gysylan howanyň ýa-da baglanan suwuň süzüliş meýdanyny azaltmagy mümkin. Şeýle ýagdaýlarda süzülme bütün öýjükler boýunça geçmeýär, ondan kiçi süzülme öýjükliligine bolsa işjeň öýjüklilik diýilýär.

Suw süzülen wagtynda bar bolan ähli görnüşdäki gidrawliki garşylyklary ýeňip, çylşyrymly, kyn ýol geçýär. Bu garşylyklar: öwrülip geçilýän, gaty bölejikleriň maňlaý garşylygy; gaty bölejiklere sürtülme we ýerli garşylyklardyr. Olary birinji bolup öwrenen alym N.Ý.Žukowskidir, olar toprak göwrümünde deň ýaýran diýip hasaplanýlar.

Bu garşylyklar suwuň hereketine päsgel beriji güýçler hasaplanyp, suwuň gaty bölejiklere edýän täsirine deň bolup, oňa ters gönükdirilendir. Suwuň gaty bölejiklere edýän täsirine gidrodinamiki ýa-da süzülme basyşy diýlip, hut päsgel beriji güýç ýa-da göwrüm güýji hasaplanýar.

Gidrodinamiki basyşy (ρ_w) hasaplamak üçin süzülýän nusga göwrümüne Dalamberiň deňlemesini (4.1-nji a surat üçin) düzýäris we gaty bölejikleri hereketsiz diýip hasaplaýarys.

Çep tarapdan nusga täsir edýän gidrostatik basyş

$$F_{w,\zeta} = \rho_w \cdot H_{yo} Ag, \quad (4.3)$$

sag tarapdan

$$F_{w,s} = \rho_w \cdot H_{yo} \cdot Ag. \quad (4.4)$$

Nusga göwrümündäki süzülýän suw akymynyň inersiýa güýji

$$I_f = m \cdot \frac{d\vartheta}{dt}$$

ýa-da

$$I_f = \frac{\rho_w}{g} (n \cdot l \cdot A) g \cdot \frac{d\vartheta_w}{dt} = \frac{\rho_w}{g} \cdot l \cdot A g \cdot \frac{d\vartheta_f}{dt}. \quad (4.5)$$

Bu ýerde: $\frac{d\vartheta_w}{dt}$ – suw akymynyň hakyky tizlenmesi we $\frac{d\vartheta_w}{dt} = a_w$.
 $\frac{d\vartheta_f}{dt}$ – süzülme tizlenmesi we $\frac{d\vartheta_f}{dt} = a_f$.

Päsgel beriji güýçler ýygynyndysy

$$F_{t,tot} = \tau_p \cdot l \cdot A. \quad (4.6)$$

Bu ýerde: τ_p – göwrüm birligindäki päsgel beriji güýç.

Güýçleriň ýygynyndysyny süzülme ugruna ugrukdyryp, aşakdaky deňlemäni ýazýarys:

$$\begin{aligned} & \rho_w \cdot H_y \cdot g \cdot A - \rho_w \cdot H_a \cdot A \cdot g + \\ & + \left(\frac{\rho_w}{g} \right) \cdot l \cdot A \cdot a_f \cdot g - \tau_p \cdot l \cdot A = 0. \end{aligned} \quad (4.7)$$

ondan τ_p tapýarys:

$$\tau_p = \rho_w \cdot g \cdot \left(i + \frac{a_f}{g} \right). \quad (4.8)$$

Toprak öýjüklerindäki süzülme tizlenmesi grawitasiýa tizlenmesinden has kiçi, şonuň üçin hem (7)-de (a_f/g) -ny hasaba alman, aşakdakyny ýazýarys:

$$\tau_p = \rho_w \cdot g \cdot i. \quad (4.9)$$

$\rho_w \cdot g = \gamma_w$ -ny we $\tau_t = \rho_w$ hasaba alyp

$$\rho_w = \gamma_w \cdot i \quad (4.10)$$

aňlatmany alýarys.

Suwuň udel agramy ($j_w - \text{const}$) hemişelik bolany üçin gidrodinamiki basyş diňe gidrawliki gradiýente baglydyr.

Süzülmäniň geçiş ugruna baglylykda, gidrodinamiki basyş topraklaryň berkligini artdyryp hem peseldip biler. Eger süzülme ýokardan aşaklygyna geçip, ρ_w ugry agram güýjüniň ugry bilen gabat gelse, onda bu basyş (p_w) topragy dykyzlandyrýar.

Eger süzülme aşakdan ýokarlygyna geçse, onda ρ_w – topragy göterýär. Gidrodinamiki göterilen toprak süňňiniň udel agramy

$$\gamma_{d,ef} = \rho_{d,ef} \cdot g - p_w = \gamma_{d,ef} - p_w, \quad (4.11)$$

onda

$$\gamma_{d,ef} = \gamma - \gamma_w - \gamma_w \cdot i, \quad (4.12)$$

ýa-da

$$\gamma_{d,ef} = [(\gamma_s - \gamma_w) / (1 + e)] - \gamma_w \cdot i. \quad (4.13)$$

(4.11)-iň görkezişi boýunça, eger p_w -nyň bahasy $\gamma_{d,ef}$ bahasyn-dan uly bolsa, onda struktura baglanyşyklary bolmadyk topraklarda az-kemden topraklaryň döwlüp, gaty bölejikleriň ýokary çykmagy mümkin. Topraklardaky bu ýagdaý **suffoziýa** diýlip atlandyrylýar. Eger p_w -y $\gamma_{d,ef}$ -den has uly bolsa, onda toprak plywunlylyk ýagdaýyna geçip, süzülmä baglylykda köwülýär (ýuwulýar). Bu ýagdaýa topragyň **süzülme sökülişi** diýilýär.

Topragyň süzülme bilen bagly suffoziýa we sürülme sökülişi diňe struktura baglanyşygy bolmadyk topraklarda ýüze çykmak, eýsem baglanyşyklary bar topraklarda hem bolup biler. Topraklaryň siffoziýasy we süzülmä sökülişine durgunlylygy süzülmäniň howply (kritiki) gidrawlik gradiýenti “ i_{cr} ” we süzülmäniň howply tizligi “ $V_{f,cr}$ ”-den topragyň süzülme berkliginiň görkezijileri bilen anyklanýar.

Birnäçe topraklarda süzülme belli bir gidrawliki gradiýentde başlanýar. Munuň sebäbi topragyň işjeň öýjükliliginiň kiçelmegindedir. Süzülmäniň başlanyşy bilen bagly bolan gradiýente **süzülmäniň başlanyş gradiýenti** (i_b) diýilýär.

Süzülyän suwuň hereketlenmegi üçin basyş (ΔH) gidrawliki garşylyklaryň ýygynyndysyndan uly bolmaly. Eger toprak öýjükleri

baglanan suwlardan doly bolsa, onda belli bir basyşda süzülmäniň bolmazlygy mümkin.

Suwuň mehaniki hereket etmekligi üçin işjeň öýjükleriň bolmagy gerek. Topraklaryň suw geçirijiligi barada köp ylmy işleriň bardygyna seretmezden, bu hadysa örän çylşyrymly we doly öwrenilmedik hadysa hasaplanýar.

4.2. TOPRAKLARYŇ DEFORMIRLENIŞI

Topraklaryň daşky güýçleriň täsiri bilen göwrümini we görnüşini üýtgetmegine deformirlenme diýilýär. Esasyň işleýiş mehaniki şekilini saýlap alyp, fundamentleriň oturyşyny hasaplamak üçin topraklaryň deformirleme kanunlaryny bilmek gerekdir. Häzirki wagtda daşsyz topraklar üçin niýetlenen esasyň birnäçe mehaniki modelleri bardyr.

Daşly we daşsyz topraklaryň deformirlenmesiniň aýratyn tebigaty bolanlygy sebäpli, olarda hil we mukdar aýratynlyklar bardyr. Daşly topraklaryň deformasiýalary başga, deň ýagdaýlarynda daşsyz topraklaryňka seredeniňde, ýüzlerçe gezek azdyr. Şonuň üçin öňki wagtarda daşly topraklardan ybarat esaslary desgalar üçin zyýansyz hasaplap, olary öwrenmegiň geregi ýok diýýärdiler. Soňky wagtarda esaslara uly güýjenme geçirýän iri bentleriň gurluşy daşly topraklaryň hem deformirlenişlerini öwrenmegiň zerurdygyny görkezdi.

Daşly topraklar statiki güýçleriň täsirinde deformirlenende aşakda görkezilen üç fazany geçirýärler: bar bolan mikrojaýryklaryň ýumulyşy bilen bagly bolan dykyzlanyş fazasyny; maýyşgak deformasiýa fazasyny; güýç ugruna parallel köp mikrojaýryklaryň döreýşi bilen bagly bolan plastik (galyndy) deformasiýa fazasyny.

Daşly topraklaryň deformirlenişini anyklaýan esasy sebäp olaryň jaýryklygydyr. Şonuň üçin daşly toprak massiwinden ybarat esaslary iki görnüşe: hiç hili jaýryksyz monolit massiwe hem-de jaýryklar boýunça bloklara bölünen iri bloklardan ybarat örme görnüşindäki massiwe bölýärler. Birinji görnüşdäki massiwlerde dykyzlanyş fazasy ýokdur. Ikinji görnüşdäki massiwlerde dykyzlanyş fazasynyň bolmagy jaýryklaryň gyalarynyň tekiz dældigi bilen baglydyr. Şeý-

lelikde, goňşy bloklaryň galtaşma meýdanlary hakyky meýdanlardan ýüz, mün esse kiçi bolansoň, bloklar galtaşanda daşky güýçleriň täsiri bilen emele gelýän gysyjy güýjenmeler bolup biljek ortaça güýjenmeden ýüzmünlerçe esse uludyr we çykytlarda emele gelýän güýjenmeler olaryň berkligini ýeňip geçip döwürler. Şeýlelikde, bloklary bir-birine ýakynlaşdyrmak massiwiň dykyzlanyşyny ýokarlandyrýar.

Dykyzlanyş hadysasynda bloklar galtaşmasynyň hakyky meýdanlary ulalyp, topragyň deformirlenmäge garşylygy artýar. Soňra maýyşgak-deformasiýa fazasy başlanyp, ortaça gysyş güýjenmesiniň şu toprak üçin çäk bahasyna çenli dowam edýär. Täsir edýän güýjüň ulalmagy bilen üçünji plastik (galyndy) deformasiýa fazasy ýüze çykýar.

Güýjüň we massiwiň hiline baglylykda hakyky şertlerde daşly topraklar diňe maýyşgak ýa-da maýyşgak we galyndy bilelikde deformirlenýärler. Diýmek, deformasiýasynyň üçünji fazasy bolan toprakda diňe umumy deformasiýa ýüze çykýar. Şeýlelikde, daşly topraklaryň deformasiýalaryny häsiýetlendirmek üçin aşakdaky görkezijiler ulanylýar: E_{el} – göni çyzykly maýyşgak deformasiýa moduly; E – umumy çyzykly deformasiýa moduly; ν – kese giňeliş koeffisiýenti; G – süýşme moduly; E_v – göwrüm gysylyş moduly.

Daşly topraklar hasaplananda Gukun kanunynyň çäginde geçirilýär we Materiallaryň garşylygy dersiniň aňlatmalary ulanylýar.

Çyzykly deformasiýa moduly E nusgadaky birtaraplaýyn gysylyş güýjenmesiniň (σ) onuň otnositel deformasiýasyna gatnaşygyna deňdir:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}. \quad (4.14)$$

Her taraplaýyn gysyşda E şu aňlatmalaryň biri bilen hasaplanýar:

$$\begin{aligned} \varepsilon_x &= (1/E) [\sigma_x - \nu(\sigma_H + \sigma_z)]; \\ \varepsilon_y &= (1/E) [\sigma_y - \nu(\sigma_z + \sigma_x)]; \\ \varepsilon_z &= (1/E) [\sigma_z - \nu(\sigma_x + \sigma_y)] \end{aligned} \quad (4.15)$$

ýa-da

$$\varepsilon_g = [(1 - 2 \cdot \nu) / E](\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z). \quad (4.16)$$

Nusga her taraplaýyn gidrostatiki basyş täsirinde gysylýar diýip hasaplaýarys:

$$\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z = 3\sigma_m; \quad (4.17)$$

$$\varepsilon_g = [3(1 - 2 \cdot \nu) / E]\sigma_m;$$

$$\frac{\sigma_m}{\varepsilon_g} = E_g. \quad (4.18)$$

Şeýlelikde, göwrüm gysylyş moduly bilen çyzykly deformasiýa modulyň arasyndaky aragatnaşyk:

$$E_g = E/3(1 - 2 \cdot \nu). \quad (4.19)$$

Süýşme moduly “ G ” bilen çyzykly deformasiýa modulyň “ E ” arasyndaky gatnaşyk:

$$G = E/2(1 + \nu). \quad (4.20)$$

(4.19) we (4.20) deňlemelerini ulanyp, iki sany belli görkezijiniň üstünden üçünji näbelli görkezijini hasaplap bilýäris.

Daşsyz topraklar mehaniki häsiýetleri boýunça daşly topraklardan has çylşyrymlydyrlar. Häzirki wagta çenli bu topraklaryň esas hökmünde işleýşiniň birnäçe mehaniki şekilleri bellidir.

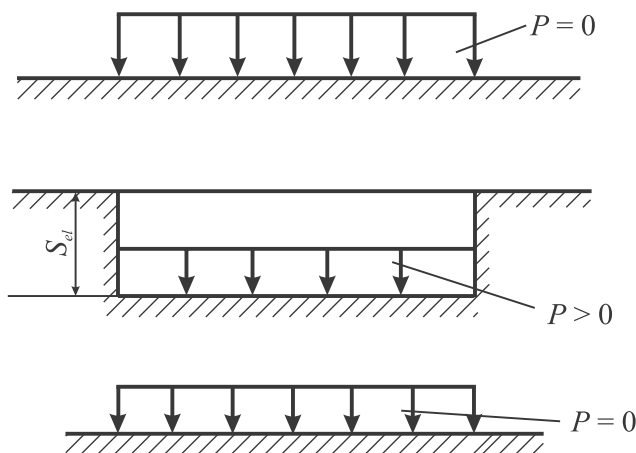
Esaslaryň hasaplamalary esaslandyrylan birnäçe şekillere gysgaça seredeliň.

Topragyň oturyşy S bilen, oňa täsir edýän P güýjüň arasyndaky proporsional baglanyşyk hakda birinji gipoteza rus akademiýasynyň agzasy N.I.Fussa tarapyndan aýdylypdy.

Nemes alymy Ý.Winkleriň çaklamasy boýunça gaty şampyň aşagynda güýç aýrylanda ýityň, diňe ýerli maýyşgak deformasiýa ýüze çykyp, soňky bahasy S_{el} täsir edýän P güýje göni proporsionaldyr we aşakdaky aňlatma bilen hasaplanýar:

$$S_{el} = P/C.$$

Bu ýerde: C – düşek koeffisiýenti topragyň deformirlenişini häsiýetlendirýär.

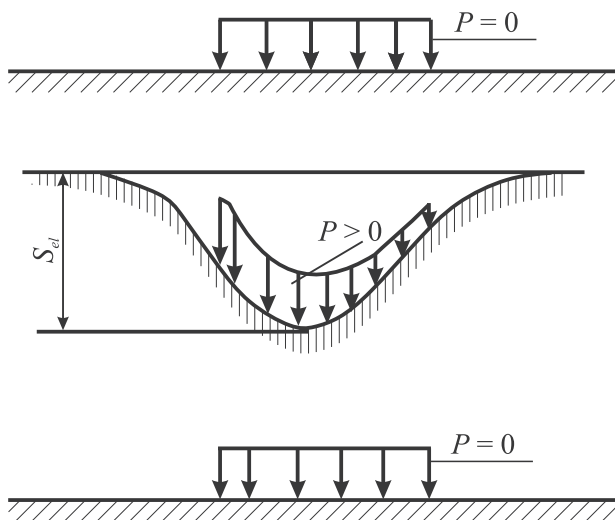


4.2-nji surat. Fussa-Winkleriň şekili

Toprak mehanikasynda bu şekil Fussa-Winkler şekili diýlip atlandyrylýar we ýeňilligi sebäpli häzirk wagtda hem ulanylýar.

Fussa-Winkler gipotezasyny seljerip, rus alymy G.Ý.Proktor we nemes alymy K.Wighardt onuň birnäçe kemçiliklerini bellediler. Fussa-Winkleriň şekiliniň esasy ýetmezçiligi aşakdakýdan durýar. Tejribeleriň görkezşi ýaly, şampyň aşagyndaky toprak diňe onuň aşagynda oturman, eýsem onuň gapdallarynda hem oturýar. Ondan başgada deň paýlanan ýüki geçirýän çäýe şamp topraga deň oturmaýar, egilýär (4.3-nji surat).

Şeýlelikde, şekilde topragyň güýjenmäni dargadyş ukybyny, ýagny bir nokatdaky güýjenme bilen ikinji nokatdaky deformasiýanyň arasyndaky baglanyşygy tapmak gerek boldy. Şol sebäpli G.Proktor Fussa-Winkleriň çaklamasyny maýyşgaklyk nazaryýeti bilen çalyşmagy hödürledi. Şunlukda, topraklar mehanikasynda **bir jynsly maýyşgak ýarym giňişlik** şekili döredi. Bu model 1885-nji ýylda fransuz alymy Ž.Bussinesko tarapyndan matematiki nukdaýnazardan beýan edildi.



4.3-nji surat. Maýýşgak ýarym giňişlik şekiliniň çyzgysy

Bu şekilde topragyň deformirlenişini häsiýetlendirijiler hökmünde onuň maýýsgaklyk moduly (E_{el} MPa) we puassonyň koeffisiýenti (ν) bolup, deformasiýa S_{el} sm bilen ýüküň P MPa arasyndaky gatnaşyk aşaky aňlatma bilen hasaplanýar:

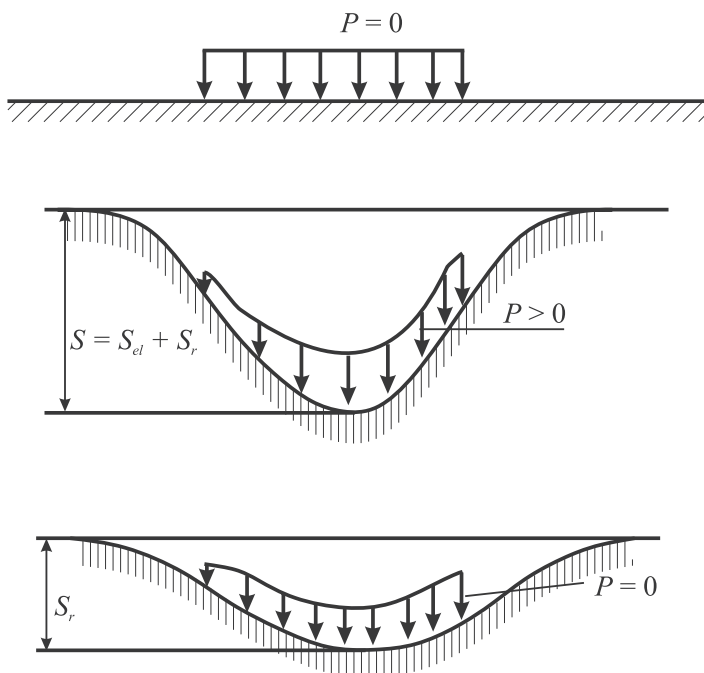
$$S_{el} = \frac{pbw(1-\nu^2)}{E_{el}}.$$

Bu ýerde: b – şampyň kiçi ölçegi; w – şampyň plandaky görnüşini we gatylygyny nazara alýan koeffisiýenti.

1923-nji ýylda maýýsgak ýarym giňişligiň şekili fundamentleri we esaslary hasaplamakda N.P. Puzyrewskiý tarapyndan ulanyldy. Emma bu şekili ulanmaga päsgel berýän sebäp bardy. Ol hem topraklarda maýýsgak deformasiýadan başga, uly galyndy deformasiýanyň barlygynyndadyr. Şol sebäpden hem täze göni deformirlenýän **ýarym giňişlik şekili** hödürleňipdi.

Bu şekilde topraklar deformasiýasyny häsiýetlendirýän görkezijiler – umumy deformasiýalar moduly E , Puassonyň koeffisiýenti ν bolup, S bilen P -nyň arasyndaky gatnaşyk aşadaky görnüşde ýazylypdy:

$$S = \frac{p \cdot w \cdot b(1-\nu^2)}{E}.$$



4.4-nji surat. Göni deformirlenýän ýarym giňişlik şekiliniň çyzygysy

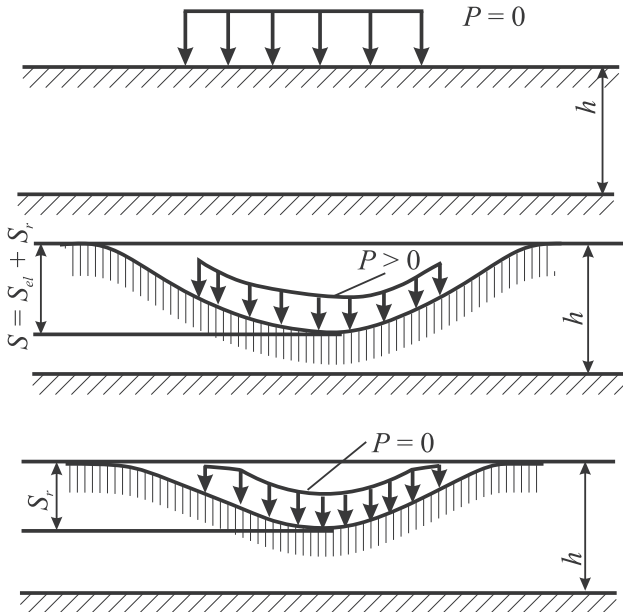
Göni deformirlenýän ýarym giňişlik modeliniň bir görnüşi bolan belli bir galyňlykdaky göni deformirlenýän gatlak şekili hem bar.

Maýyşgaklyk nazaryýetiniň esaslaryny we fundamentlerini hasaplamakda N.M.Gersewanowyň roly uludyr. Ol kem-kemden ösýän statiki ýük bilen basýan şampyň aşagyndaky topraklaryň deformasiýalarynyň artýan üç fazada: dykyzlanyş, lokal süýşmeler, döreyiş, tutuş süýşmeleriň döräp, topragyň şamp astynda sökülip çykyş fazasyna geçişini (4.5-nji surat) görkezdi.

Çuňlугy, düýbünüň görnüşi we ölçegleri dürli bolan gaty fundamentleriň aşagynda daşsyz topraklaryň deformirlenişini öwrenmek şu aşakdakylary görkezdi.

Birinji fazanyň başynda topraga az-kem ýük ýüklenmeginde fundament maýyşgak deformasiýanyň hasabyna biraz aşak (S_f) düşýär. Soňra ýüküň artmagy netijesinde toprakda galyndy deformasiýany ýüze çykarýan maksimal ýüke gysmaga struktura berkligi diýilýär. Toprakdaky maýyşgak deformasiýa gaty bölejikleriň baglanan suwuň

struktura baglanyşyklarynyň we gysylan gazlaryň maýyşgaklygynyň netijesidir hem-de ýük aýrylanda öňki bolşuny dikeldýändir.



4.5-nji surat. Belli bir galyňlykdaky göni deformirlenýän gatlak şekiliniň çyzgysy

Birinji fazadaky galyndy deformasiýalar gaty bölejikleriniň öza-süýşmeginde struktura baglanyşyklaryň, mikroagregatlaryň ýa-da gaty bölejikleriň özleriniň döwürmeginde ýüze çykyp, topragyň öý-jükleriniň azalmagy bilen geçýär. Bu wagtda gaty bölejikler ýerlerini üýtgedip, topragy diňe dikligine dykyzlandyrýar.

Ýüküň artmagy bilen hem maýyşgak we galyndy deformasiýalar artp, soňkynyň paýy artýar hem-de topragyň diňe öýjükliligi kemel-ýär. Ýüküň belli bir çäkden geçmegi bilen fundamentiň burçlaryn-da güýjenmeleriň lokal plastik deformasiýa zonasy döräp, toprakda ýerli döwülişler peýda bolýarlar. Ýerli plastik deformasiýa fazasynyň başlanyşy güwälenýär. Ýüküň artmagynda lokal plastik deformasiýa zonalary ösýär.

4.6-njy suratda deformasiýanyň birinji fazasy dykyzlanýş faza bolup, göni çyzyk bilen bellenýär; ikinji fazanyň başlanyşy göni çy-

zygyň egri çyzyga öwürülmegi, aşak gaýtmagy plastik deformasiýalar zonasynyň köpeliýändigini görkezýär.

Ikinji fazanyň başlanmagy bilen fundamentiň aşagyndaky toprakda gaty özen emele gelip, fundament bilen bütewi bolýar. Özeniň döremegi ikinji fazanyň geçip, üçünjiniň başlanyşyny görkezýär. Soňra özen, pahna ýaly, topragy fundamentiň aşagyndan dürli taraplara iterýär. Şeýlelikde, fundamentiň aşagyndan taraplara bütewi süýşme üstleri ýüze çykyp, topragyň süýşüp, ýokary sökülmeğine getirýär. $S = f(P)$ – egri çyzygynyň dik aşaklygyna ugrukdyrylmany topragyň doly döwülişini görkezýär.

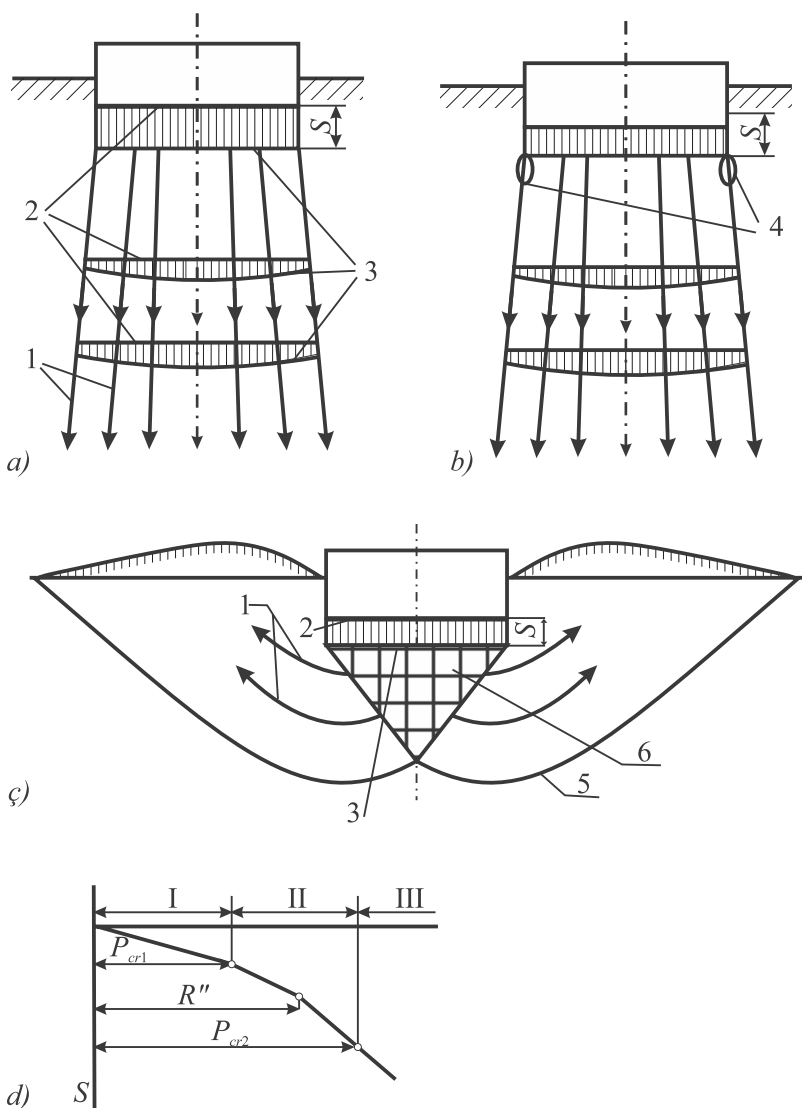
Topraklaryň fundamentleriň aşagyndaky deformirlenişleriniň fazalaryny öwrenip, N.M.Gersawanow birinji fazadaky basyşlarda topraklara maýyşgaklyk nazaryýetini ulanyp boljak diýen netijä geldi. Şonuň esasynda hem topragyň göni deformirleniş esasy düzüldi: desgalaryň fundamentleriniň esaslara geçirýän basyş bahalary belli bir diapazonda bolanda fundamentleriň umumy oturyşlary bilen toprakdaky güýjenmeleriň arasyndaky baglylyk göni baglanyşykdyr we hasaplarda oňa maýyşgaklyk nazaryýetiniň kanunlaryny ulanmak mümkindir.

Häzirki wagtda göni deformirleniş prinsipinde esaslaryň we fundamentleriň diňe birinji faza deformasiýalary dykyzlanyş bolup biler. Emma köp wagtlarda ikinji faza deformasiýalara hem ýol berilýär.

Daşsyz topraklaryň deformasiýalaryny häsiýetlendirmek üçin umumy deformasiýa moduly E , Puasson koeffisiýenti ν , süýşme moduly G we göwrüm gysylyş moduly E_v ulanylýar. Islendik iki görkezijini bilip, üçünjini (4.19) we (4.20) aňlatmalaryň üsti bilen anyklamak mümkin.

Tejribehana şertlerinde toprak nusgalaryny synagdan geçirip, E , ν , E_v -leri anyklaýarlar. Ondan başga-da E -ni meýdan şertlerinde ştamplaryň kömegi bilen hem anyklap bolýar.

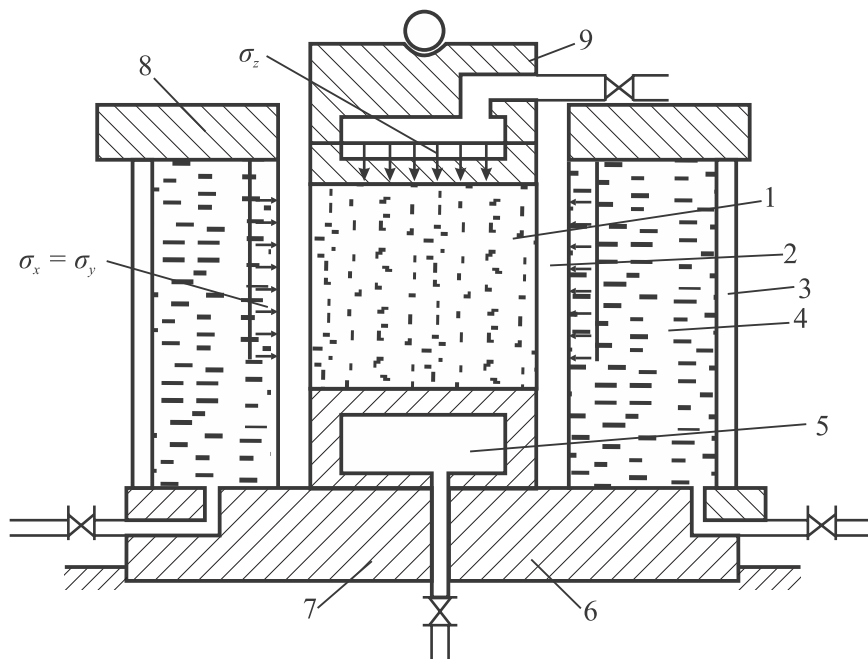
Häzirki wagtda topragyň deformirlenişiniň görkezijilerini anyklamakda alymlar G.B.Ýappu we N.W.Laletiniň işläp düzen üç taraplaýyn gysyş usuly ulanylýar. Bu usul fundamentiň aşagyndaky topragyň dartgynlylyk ýagdaýyny doly şekilläp bilýär. Häzirki wagtda topraklary bu usul boýunça synag etmek üçin dürli konstruksiýadaky enjamlar, stabilometrler ýasaldy. Olary işleýş prinsipi boýunça A we B görnüşlere bölýärler. Köplenç, topraklaryň deformirleniş häsiýetleriniň görkezijilerini anyklamakda B görnüşli stabilometrler ulanylýar.



4.6-njy surat. Gaty şampyň aşagynda toprak deformasiýasynyň fazalary:

*a – birinji dykzylanyş fazasy (I); b – ikinji lokal süýşmeler döreýiş fazasy (II);
 ç – üçünji – bütewi süýşmeler döwür, topragyň şamp astyndan sökülüp çykyş fazasy (III); d – oturyşyň S güýje we P baglylygy; 1 – gaty bölejikleriň hereket ugry; 2 – gaty bölejikleriň deformirlenmezden öňki ýerleşiş çyzygy; 3 – gaty bölejikleriň deformasiýadan soňky ýerleşiş çyzygy; 4 – lokal süýşmeler zonasy;
 5 – bütewi süýşmeler üsti; 6 – gaty özen*

Synagda köp sanda ekiz nusgalar barlanylýar. 2.02.01.-83 GK we D görkezmesi boýunça alty sany nusgany abzala ýerleşdirip, belli bir $\sigma_x = \sigma_y$ -de kem-kemden artýan σ_z bilen ýüklenýär we synag edilýär. Galanlary altydan durýan toparlar $\sigma_x = \sigma_y$ -iň başga belli bir bahalarynda synagdan geçýär.



4.7-nji surat. B-görnüşli stabilometriň çyzgysy:

1 – synag edilýän toprak nusgasy; 2 – elastik perde; 3 – silindr görnüşli dury diwar; 4 – suwdan doly halka ýaly kamera; 5 – süzgüç; 6-8 – ýokarky we aşaky gapaklar; 7 – abzalyň staninasy; 9 – porşen

Gönüleýin deformasiýanyň umumy moduly E 4.15-nji aňlatmanyň deňişlisini ulanyp anyklaýarlar.

$\sigma_{z1} = \sigma_x = \sigma_y$ basyşlaryň täsirinde nusgalaryň durgunlaşmagynda (4.15) aňlatma bilen otnositel deformasiýa anyklanýar:

$$\varepsilon_{z1} = (1/E) (\sigma_y - 2\nu\sigma_y). \quad (4.21)$$

Indiki basgançakdaky σ_{zi} basyşy goýlup, nusga stabilleşenden soňra (4.21) aňlatmany şeýle ýazýarys:

$$\varepsilon_{zi} = (1/E) (\sigma_{zi} - 2\nu\sigma_y). \quad (4.22)$$

Onda deformasiýanyň artyşy aşakdaka deň bolar:

$$\varepsilon_{zi} - \varepsilon_{z1} = (1/E) (\sigma_{zi} - 2\nu\sigma_y) - (1/E) (\sigma - 2\sigma_y \cdot \nu). \quad (4.23)$$

Bu deňlemäni gysgaldyp, ondan E -ni tapýarys:

$$E = (\sigma_{zi} - \sigma_y) / (\varepsilon_{zi} - \varepsilon_{z1}). \quad (4.24)$$

Göwrüm gysylyşynyň deformasiýasy (E_v) (18) aňlatmanyň üsti bilen şu aşakdaky görnüşde hasaplanýar:

$$E_v = (\sigma_{zi} + 2\sigma_y) / (3\varepsilon_{v1}). \quad (4.25)$$

Anyklanan E we E_v boýunça (4.19) we (4.20) aňlatmalaryň üsti bilen ν we G ululyklary hasaplaýarys.

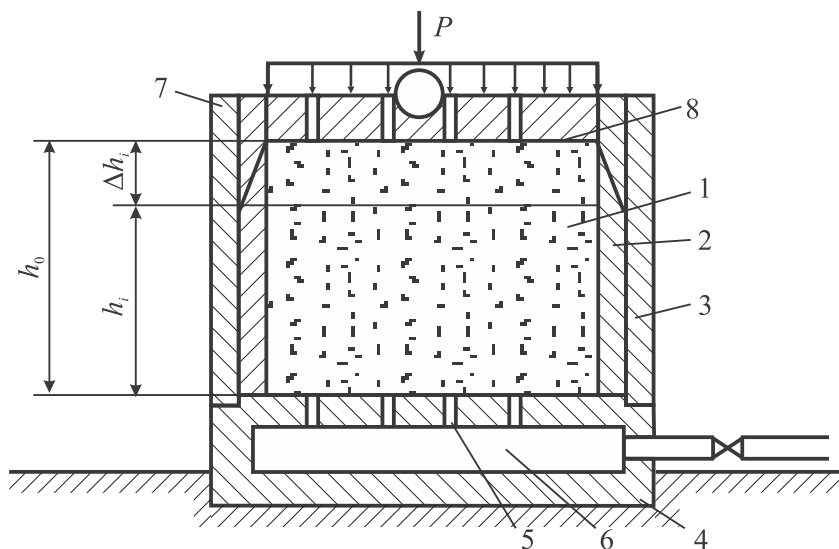
Ýokarda görkezilişi ýaly, topraklar deformasiýalaryň birinji fazasynda, gaty bölejikler, esasan, dikligine hereket edip dykyzlaşýar. Topraklar gapdala giňelmezden gysylýar. Şonuň üçin üç ok boýunça gysylýan enjamlaryň bardygyna seretmezden, laboratoriýa şertlerinde topraklar deformasiýalaryny öwrenmekde kompres enjamy – odometrler giňden ulanylýar. Olarda synag edilýän toprak nusgasy gapdala giňelmezden deformirlenýär. Şol sebäpden hem topragyň esaslary hasaplananda olaryň deformirlenişleriniň birnäçe ýönekeý görkezijileri kompres enjamlarynda toprak nusgalaryny synag etmek üsti bilen anyklanylýar.

Topraklary kompres enjamynda synag etmek aşakdakylara esaslanýar: esas topragyň gaty bölejikleri göwrümelerini üýtgetmän deformirlenýär; topraklaryň dykyzlanýşlary diňe olaryň öýjükli göwrüminiň kemelmeginde bolup geçýär; öýjüklerdäki howanyň, suwuň gysyp çykarylmagy we gapjалан gazlaryň gysylmagy bilen olaryň göwrümi kiçelýär.

Öýjüklilik koeffisiýenti e bilen topraga berilýän basyş p arasyndaky baglanyşygy häsiýetlendirýän egri çyzygy gurmak kompres synagyň netijesidir. $e = f(p)$ baglanyşygyň çyzgysy boýunça topraklaryň gysylyş görkezijileri hasaplanýar.

Toprak nusganyň kese-kesiginiň meýdany A synag döwründe üýtgemeyär. Onda nusganyň dykyzlanmadan öňki göwrümi $V_0 = Ah_0$, synagdan soňky göwrümi

$$V_i = A_0 \cdot h_i.$$



4.8-nji surat. Kompres enjamynyň çyzygysy:

- 1 – synag edilyän toprak nusgasy; 2 – toprak nusgasyny alýan gaty halka;
3 – enjam göwresi; 4 – enjamyň düýbi; 5 – süzgüç; 6 – boşluk;
7 – gönükdiriji halka; 8 – ştampl süzgüç; p – gysyjy basyş

Synag wagtynda öýjükliklik koeffisiýenti aşakdaky ýaly hasaplanýar. Nusgadaky gaty bölejikleriň göwrümleri: synagdan öň

$$V_{s,0} = V_0 n_{s,0} = A \cdot h_0 [1/(1 + e_0)], \quad (4.26)$$

synagdan soň

$$V_{s,i} = V_i n_{s,i} = A \cdot h_i [1/(1 + e_i)]. \quad (4.27)$$

Topraklar dykyzlananda gaty bölejikleriň göwrüminiň üýtgemezligini hasaba alyp, ýazýarys:

$$V_{s,o} = V_{s,i}$$

ýa-da

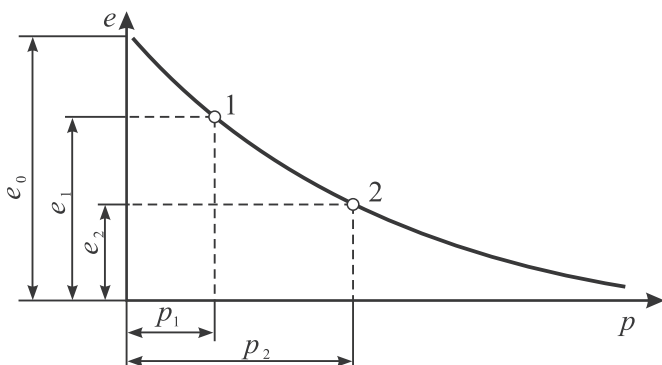
$$A \cdot h_0 \left[\frac{1}{1+e_0} \right] = A \cdot h_i \left[\frac{1}{1+e_i} \right]. \quad (4.28)$$

gysgaldyp we üýtgetmeler geçirip hem-de $h_i = h_0 - \Delta h_i$ ýerine goýup alarys:

Indiki aňlatmany alýarys:

$$e_i = e_0 - \left(\frac{\Delta h_i}{h_0} \right) \cdot (1 + e_0). \quad (4.29)$$

Gysyş hadysasynda (4.29) aňlatmanyň kömegi bilen nusganyň gysylyşyny (h_i) ölçäp, öýjükliklik koeffisiýentini hasaplaýarys we kompression egri çyzygy gurýarys (4.9-njy surat).



4.9-njy surat. Kompression egri çyzygy

4.9-njy suratdan görnüşi ýaly, topraga täsir edýän basyşyň artmagy bilen öýjükliklik koeffisiýenti (e) azalýar. Eger desga gurulmanka, belli bir gatlagyň topragy p_1 basyşyň täsirinde bolsa, onda gurluş gutarandan soň bu basyş p_2 bolýar. Göni deformirleniş prinsipi esasynda 1 we 2 nokatlaryň arasyndaky egri çyzygy göni çyzyk bilen çalyşmak bolar. Şonda öýjükliklik koeffisiýenti kemelýär ($e_1 - e_2$), basyş artýar ($p_2 - p_1$). Bu ters baglanyşyk topraklaryň gysylyşyny häsiýetlendirýän görkezijidir (C_g). Oňa **topraklaryň gysylyş koeffisiýenti** diýilýär:

$$C_g = \frac{e_1 - e_2}{p_2 - p_1}. \quad (4.30)$$

(4.30) we (4.31)-ni hasaba alyp, basyşyň artmagynyň $(P_2 - P_1)$, topragyň indiki ululyga dykyzlanmagyna

$$\Delta h_{1-2} = [C_g(1 + e_1)] \cdot h_1(P_2 - P_1) \quad (4.31)$$

ýa-da

$$P_2 - P_1 = P_g \text{ we } C_g(1 + e_1) = C_{g,rel.} \text{ bilen belläp,} \\ \Delta h_{1-2} = C_{g,rel.} h_1 P_g \quad (4.32)$$

getirýändigini ýazýarys.

(4.31) we (4.32) aňlatmalar toprak esaslary oturyşyny hasaplamakda ulanylýar. $C_{g,rel}$ ululyga topraklaryň otnositel gysylyş koeffisiýenti diýilýär.

$(E = \delta/\varepsilon)$ hasaba alsak we $\left(\frac{1}{C_{c,rel}}\right)$ kompres gysylyş moduly E_k diýmek mümkin.

Onda E_k we E ululyklary baglanyşdyrmak mümkin. Kompres enjamlarynda synag geçirilende E üçin ýazýarys:

$$E = E_k \cdot \beta. \quad (4.33)$$

Bu ýerde: $\beta = \left(1 - \frac{2v^2}{1-v}\right)$ – topraklar dykyzlananda olaryň gapdala giňelişini hasaba alýan koeffisiýent:

$$\zeta = \frac{v}{1-v}. \quad (4.34)$$

Bu ýerde: ζ – topraklaryň gapdala basyş koeffisiýenti diýilýär.

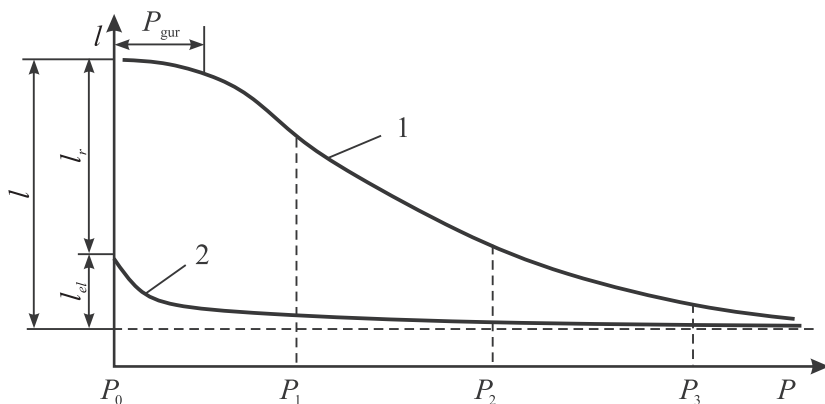
Göni deformirleniş prinsipiň ulanylyş çäginini topraklaryň gapdala giňelmekden gysylyşynda bellemek mümkin. Ony diňe basyşyň az üýtgemeginde $(P_2 - P_1)$ ulanyp bolýar, sebäbi üýtgeşsiz $(P_2 - P_1)$ -de $(e_1 - e_2)$ üýtgemän galmaýar. Şeýlelikde, E -hemişelik bolmaýar.

Eger topraga berilýän basyş onuň struktura baglanyşlaryndan kiçi bolsa, onda ol diňe maýyşgak gysylyşynda bolýar. Bu wagtda kompres egri çyzyk P okuna sähelçe ýapgytlykda bolýar. Basyş aýrylanda nusga özüniň önki beýikligini alýar we egri çyzyk özüniň önki nokadyna gelýär.

Kompression egri çyzygyň ýapgytlygynyň artmagy, basyşyň toprak struktura baglanyş berkliginde köpelyändigini görkezýär. Egri çyzygyň aşaga gaty egiliş nokady bolsa topragyň struktura baglanyş berkligini görkezýär (4.10-njy surat).

P_{gur} – topragyň gurluşy, gysylyşy, berkligi; l_{el} – boşluk koeffisiýentiniň topragyň maýyşgak deformasiýasynyň hasabyna üýtgemegi; l_r – boşluk koeffisiýentiniň galyndy deformasiýanyň hasabyna üýtgemegi; l – boşluk koeffisiýentiniň topragyň umumy deformasiýasynyň hasabyna üýtgemegi; P_0, P_1, P_2, P_3, P_4 – gysyjy basyşyň basgançaklary.

Eger toprak gysylp bolandan soň, ýük basgançagyny aýryp, durnuklaşýanca garaşsak, onda onuň beýikliginiň öz kem artýandygyna göz ýetireris. Bu topragyň öýjükli koeffisiýentiniň artmagyna getirýär, diýmek, toprak maýyşgak deformasiýalaryň hasabyna ýumşayar.



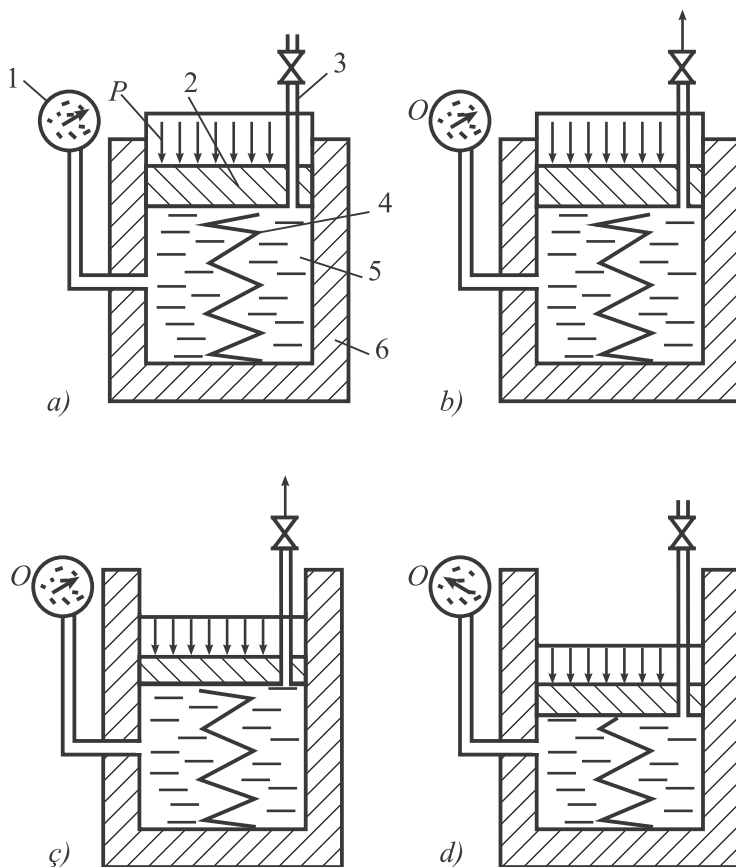
4.10-njy surat. Kompression egri çyzygyň şahalary:

1 – dykyzlanyş şahasy; 2 – öňki nokadyna gaýdyş şahasy

Nusganyň beýikliginiň agramy boýunça kompression egri çyzygyna ters egri çyzygy – ýumşamagyň egri çyzygyny gurýarlar.

Dykzylanyş şahasy fundamentiň aşagyndaky topraklaryň çöküşini, ýumşayyş şahasy täsir edýän ýükleriň azalmagynda desganyň ýokary çykyşyny hasaplamak üçin gerek. Suw bilen doýan topraklaryň gysylyşynyň käbir aýratynlyklary bar. Suw bilen doýan topraklaryň bu häsiýetlerini düşündirmek üçin K.Tersagi iki komponentli toprak düzüminiň mehaniki şekilini hödürledi. Bu şekilde birinji komponent

pružina-topragyň gaty bölejiklerini, beýleki suw öýjüklerdäki suwy şekillendirýär (4.11-nji surat).



4.11-nji surat. Iki komponentli ulgamy bolan topragyň mehaniki şekili:

a, b, c, d – şekiliň işleýiş etaplary; 1 – monometr; 2 – porşen;

3 – kranly turba; 4 – pružina; 5 – suw; 6 – silindr

Kran (3) ýapyk, suw daşary çykmaýar. Porşen pružina degenok. Monometr daşky basyşyň intensiwligini (P) görkezýär. Beýle bolanda, ähli daşky basyş suw tarapdan kabul edilýär. Porşen öňki ýagdaýda galýar.

Kran açyk. Daşky basyş astynda suw (6) silindrden (3) turba arkaly daşa çykýar. (2) porşen aşaga düşýär, emma pružina degenok.

Monometr daşky basyşyň intensiwligini görkezýär. Daşky basyş diňe suw tarapyna kabul edilýär.

Kran açyk, porşen pružina degdi we aşak düşüp başlady. Emma porşeniň aşak düşüş we suwuň daşary çykyşynyň intensiwligi kemelýär. Bu daşky basyşyň bir böleginiň pružina ikinji böleginiň suw tarapyndan kabul edilişini subut edýär. Pružinanyň beýikligi kemelýär.

Kran açyk, emma suw daşary dökülenok we porşen aşak düşenok. Monometr nula deň basyşy görkezýär. Bu hemme daşky basyşyň pružina tarapyndan kabul edilip, onuň gysylyşyna harçlanýandygyny görkezýär. Pružinanyň kabul edýän basyş bölegine **effektli basyş** P_{ef} , a suwuňka **neýtral basyş** diýilýär, olaryň ýygynyndysy daşky basyşa deňdir:

$$P = P_{ef} + P_n. \quad (4.35)$$

Effektli basyş bilen pružina gysylandan soň daşky basyşy ulalt-sak, birbada goşmaça basyş suw tarapyndan kabul edilip, onuň daşa çykmagyna we porşeniň aşak düşmegine getirýär. Emma porşeniň aşak düşüş intensiwligi we suwuň daşary çykyşy peselýär, sebäbi birinji pursatdan porşeniň kabul edýän goşmaça basyş paýy noldan belli bir in uly bahasyna çenli artýar.

Eger pružina gysylandan soň, daşky basyşy aýyrsak, onda pružina uzaljak bolup, porşeni ýokary göterýär. Şol mahal (3) krana daşdan suw getirilen bolsa, onda ol edil porşenli nasosyň suw soruşy ýaly porşeniň aşagyna sorulardy. Bu hadysanyň geçiş wagty hemme deň şertlerde kranyň açyklyk derejesine we turbanyň diametrine bagly bolar.

Suw bilen doýan topraklaryň gysylyşy iki komponentli mehanik şekiliň gysylyşy ýalydyr.

Mehanik şekilde bolşy ýaly, öýjüklerdäki suwuň kabul edýän basyş bölegi olary herekete getiriji basyşy döretmäge sarp edip, neýtral basyş skeletiň kabul edýän basyş bölegine effektli basyş diýilýär.

Desga intensiw gurlanda wagtda, ondan berilýän ýüküň köp bölegi öýjüklerdäki suw tarapyndan kabul edilip, suwuň öýjüklerden gysylyp çykmagyna getirýär. Şeýlelikde, neýtral basyş toprak skeleti-ni döwürji güýç diýip hasaplanýar.

Wagtyň geçmegi bilen hemişe täsir edýän ýük astynda topraklaryň dykyzlanyşyna **olaryň jebislenişi** diýlip, ol ylmyň aýratyn bir bölegi tarapyndan öwrenilýär.

Birinji we ikinji jebislenişi aýratynykda görkezýärler. Birinji jebislenişi topraklaryň öýjüklerindäki grawitasiýa suwlaryň gysylp çykmagy bilen baglylykda öýjükler göwrüminiň azalyşy girip, oňa **süzülme jebislenişi** diýilýär. Topraklaryň öýjükleriniň bir-birine süýşmegi bilen bagly bolan jebislenişe **ikinji jebisleniş** diýilýär.

4.3. TOPRAKLARYŇ BERKLIĞI

Topraklaryň döwürlän, daşky güýçleri kabul edişine olaryň **berkligi** diýilýär. Topraklaryň berkligi ýenlip geçilende, olaryň bir bölegi ikinji bölegine görä süýşüp döwürlärler. Bu wagtda daşky güýçler ýygındysy içki garşylyk güýçlerini ýeňýärler. Şeýlelikde, topraklaryň berkligi olaryň süýşmäge bolan çäk garşylygy (τ) bilen bahalanýar. Topraklaryň bir böleginiň ikinji bölegine görä süýşmegini, daşky güýçleriň täsirinde emele gelýän sürtülme güýjenmesi astynda, soňkynyň topragyň süýşmäge bolan çäk garşylygyndan uly bolan ýagdaýynda bolup geçýär. Şeýlelikde, topraklaryň süýşmäge bolan çäk garşylygy (τ) onuň döwürlän geçip biljek in uly sürtülme güýjenmesidir.

Biri-birini gysyp duran iki sany jisimiň birini ikinjä görä süýşürjek bolanymyzda, olaryň degip duran ýerine süýşürilişine garşy güýjüniň emele geljegi bellidir. Bu güýç hemişe süýşüriji güýje garşy bolup, noldan belli bir çäk baha eýedir we sürtülmäniň çäk güýji (F_f) diýip aýdylýar hem-de üstünden basýan (F) güýje göni proporsionaldyr:

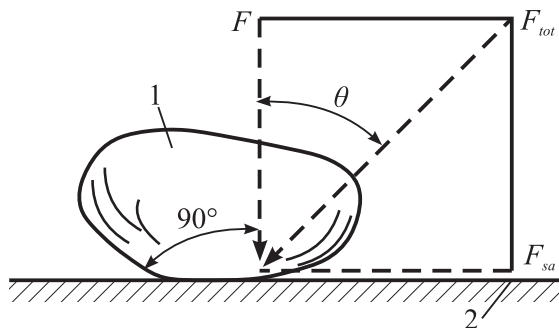
$$F_f = F \cdot \mu. \quad (4.36)$$

Bu ýerde: μ – proporsionallık koeffisiýenti – statiki sürtülmäniň koeffisiýenti.

Süýşürilýän jisime süýşürýän güýji goýsak ($F_{s,a} \leq F_f$), onda iki jisim otnositel deňagramlykda bolar. Iki güýjüň (F we $F_{s,a}$) jemi (F_{tot}) diklige täsir edýän (F) bilen θ burçuny emele getirer. θ burça tapawutlylyk burçy diýilýär.

Haçan-da $F_{s,a} = F_f$ bolanda θ burçy özüniň in uly bahasyny alar. Bu ýerde tapawutlylyk burça sürtülme burçy diýilýär we φ bilen bellenýär:

$$\mu = \frac{F_f}{F} = \operatorname{tg} \varphi. \quad (4.37)$$



4.12-nji surat. Süýşürilýän jisime täsir edýän güýçler çyzgysy:

1 – süýşürilýän jisim; 2 – süýşürilmeýän jisim

Haçan-da $F_{s,a} > F_f$ bolsa, jisim süýşüp biler. F_f – çäk süýşürýän güýç. Hereket wagtynda hem şürtülme güýji ($F_{f,h}$) üstünden basýan güýje göni proporsionaldyr. Ol aşakdaky ýaly aňladylýar:

$$F_{f,h} = F \cdot \mu_d.$$

Bu ýerde μ_d – kinetiki sürtülme koeffisiýenti $\mu_d < \mu$.

Şeýlelikde, topragyň gaty bölejikleriniň biriniň ikinjini süýşüren wagty hem garşylyk güýji, hem sürtülme güýji emele gelýär.

Gaty bölejikleriň arasyndaky sürtülme güýji topragyň içinde bolanlygy sebäpli, oňa **içki sürtülme güýji**, burçuna bolsa **içki sürtülme burçy** diýilýär. Eger-de bölejikler struktura baglanyşyklary arkaly birigen bolsalar, onda süýşüren güýç bu baglanyşyklary hem ýeňip geçmelidir. Onda topragyň süýşürilmegi bolan çäk sürtülme:

$$F_{s,r} = F \cdot \mu + F_s \quad (41)$$

güýji bilen baglanyş güýçleriniň jemine deňdir. Bir gaty bölejik ikinji gaty bölejige belli bir A meýdan arkaly özüne görä süýşýär. Onda (4.38) fransuz alymy Kulonyň 1773-nji ýylda hödürän aňlatmasy şu görnüşde ýazylyar:

$$\tau = p \cdot \mu + c$$

ýa-da

$$\tau = p \cdot \operatorname{tg} \varphi + c. \quad (4.39)$$

Bu aňlatma Kulonyň kanuny ady bilen bellidir.

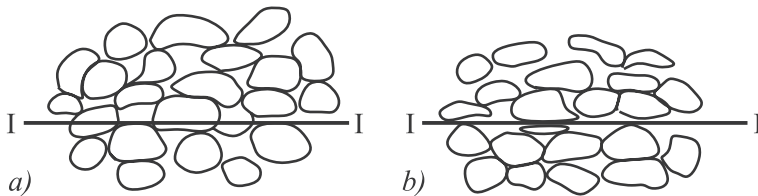
Bu ýerde: r – topragyň süýsmäge bolan çäk garşylygy (Pa, kPa, MPa); p – basyş (Pa, kPa, MPa); μ – içki sürtülme koeffisiýenti; c – topragyň udel baglanyşygy (Pa, kPa, MPa); φ – içki sürtülme burçy, gradiýent.

Daşly we daşsyz topraklaryň berkliginde uly tapawut bar. Daşly topraklaryň berkligi daşsyz topraklaryňka garanynda 10–100 gezek ýokarydyr. Diňe agyr, meselem, beýik beton bentler gurlanda, olaryň esasyndaky daşly topraklar öz berkligini ýitirýär.

Daşly topraklar massiwiniň berkligi olaryň jaýryklygyna baglydyr. Şeýle bolansoň, daşly topraklaryň berkligini diňe meýdan şertlerinde anyklap bolar, sebäbi aýratyn alnan nusga daş massiwiniň berkligi hakda maglumat bermez.

Daşly topraklar massiwiniň berkligini bilmek üçin ölçegleri birnäçe metr bolan aşaky massiwden kesilip aýrylmadyk uly kub ulanylýar. Eger massiw jaýrykly ýa-da içindäki gowşak toprak gaty bolsa, onda alnan nusgalaryň biri jaýryksyz, galanlary jaýrykly ýa-da gowşak gat tarapa geçirýärler. Synag wagtynda kuba ýokardan P basyş döredýän ýük, gapdaldan bolsa kem-kemden ulalýan süýşürýän ($F_{s,a}$) güýç goýlar. Jaýryk boýunça bölekleriň süýşüp döwluşi gaty bölekleriň kesilmeginde geçer.

Daşsyz topraklaryň döwlenide gaty bölekleri döwülmän, diňe struktura baglanyşyklar döwler. Emma süýşme gaty bölekleriň kesim üstünde ýerleşişiniň üýtgeýşi bilen geçer (4.13-nji surat).



4.13-nji surat. Gaty bölekleriň kesim üsti boýunça üýtgeýşi:

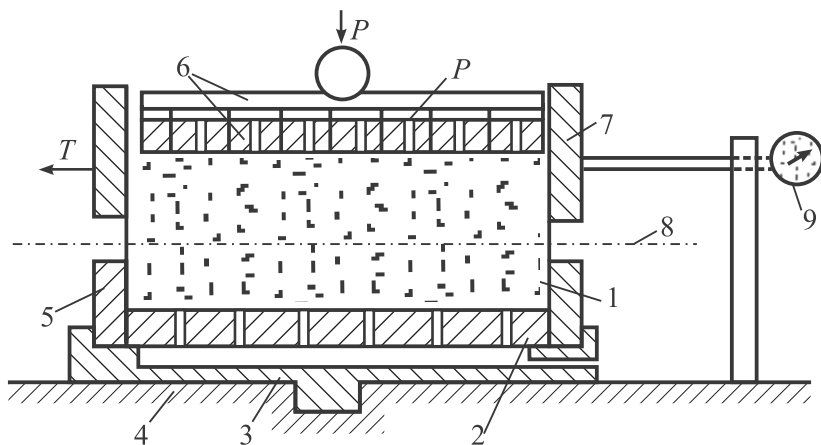
a – süýsmä çenli; b – süýşmeden soň

Gaty bölejikler süýsmä çenli deňeşdirme baglanyşykda bolup, ondan soň olaryň öwrülmeği, togalanmagy, ýerini üýtgetmegi mümkin. Bu hadysany M.N.Goldşteýn translýasiýa diýip atlandyrýar. Translýasiýa wagtynda dykyz topraklar gowşap, ýumşak topraklar dykyzlaşýarlar. Bu hadysa **dilatansiýa** diýilýär.

Topraklaryň ýokarda aýdylan içki garşylyk güýçlerine diňe bölejikler arasyndaky sürtülme we baglanyş güýçleri girmän, eýsem süýşýän translýasiýa we gaty bölejikleriň özleriniň kesilme garşylyk güýçleri hem girýändir.

Şeýlelikde, (4.39) deňlik topraklaryň süýsmäge bolan garşylygyny matematiki görnüşde ýazýar, emma bu hadysanyň mazmunyny aňlatmaýar. Şoňa garamazdan, (4.39) amalyýet üçin gerek bolan netijäni berýär we şu sebäpli häzirkі wagtda ulanylýar. Görkezijiler φ we c bolsa topraklaryň berkliginiň görkezijileri hasaplanylýar. Olar tejribehana ýa-da meýdan şertlerinde anyklanylýar.

Tejribehana şertlerinde, esasan, bir kesýän, göni süýşürýän enjam ulanylýar (4.14-nji surat).



4.14-nji surat. Bir kesýän enjamyň prinsipl çyzgysy:

- 1 – toprak nusgasy; 2 – süzgüç; 3 – düýbi; 4 – stanina; 5 – hereket etmeýän halka;
6 – süzgüç şampy; 7 – hereket edýän halka; 8 – süýşýän meýdany;
9 – süýşüş deformasiýasyny ölçýän indikator

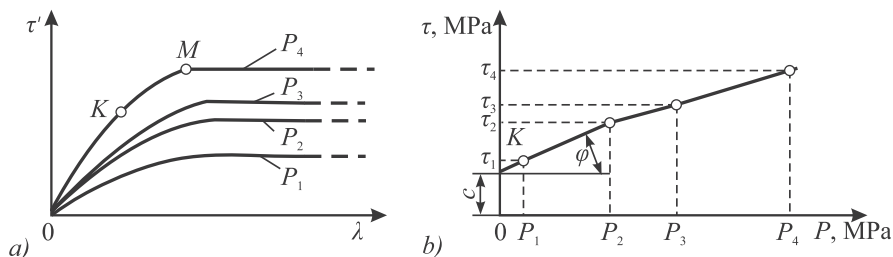
Silindr görnüşdäki nusga dykyzlandyrylan basyş bilen bir hatarda basgançakly $F_{s,a}$ güýji täsir edýär.

Her bir güýç basgançagynda nusganyň ýokary böleginiň gapdala süýşýän deformasiýasy gerek ýagdaýynda nusganyň dikligine dykyzlanyşyny anyklaýar. Indiki güýç basgançagy öňki deformasiýa bölekleriniň bir-birine görä süýşüşi anyk bolansoň tamamlanýar. Sürtülme güýjenmesi sürtülme güýjüni ($F_{s,a}$) nusganyň kese-kesiginiň meýdanyna paylap hasaplanýar:

$$\tau' = \frac{F_{sa}}{A}. \quad (4.40)$$

Synag netijesinde (λ) sürtülme deformasiýasynyň $\tau' = f(\lambda)$ sürtülme güýjenmesine baglylykda we $\tau = f(\lambda)$ sürtülme güýjenmesiniň dykyzlandyryjy basyşa baglylykdaky çyzgylaryny gurýarlar.

Çyzgyda üç sany häsiýetli bölegi görmek mümkin. *OK* bölek çyzyk süýşme deformasiýasy bilen güýjenmäniň arasyndaky göni proporsionallygy görkezýär. *KM* bölek bolsa bu barada göni proporsionallygyň ýokdugyny görkezse, *M* nokatdan sag tarapa gutar-nyksyz süýşme deformasiýanyň ýa-da toprak berkliginiň (P) basyşyndaky **sürtülmä bolan çäk garşylygy** diýip aýdylýar. Synag wagtyndaky süýşme deformasiýasy nusga diametriniň 10%-den uly bolmaly däl.



4.15-nji surat. Topraklaryň süýşmäge bolan garşylyklarynyň, synaglarynyň, diagrammalarynyň görnüşleri:

a – baglanyş τ' we λ ; b – topraklaryň süýşmäge bolan garşylygynyň we dykyzlandyryjy basyşynyň arasyndaky baglanyşyk

2.02.01.83 GK we D resminama görä, her bir p basyşda τ tapylýar. Synag alty sany nusgada geçirilip, çyzgysy gurlup c , $\text{tg}\phi$ görkezijiler anyklanýar.

Nusganyň döwlen wagtyndaky baş güýjenmeleri bolup, Moruň çäk uly töweregini gurup bolar, ikinji dartgynlylyk ýagdaýynda Moruň ikinji çäk uly töweregini gurýarlar. Şonuň ýaly birnäçe töwerekleri çyzyp, olara umumy galtaşýan geçirsek, bu göni çyzyk topragyň gözlenýän süýşmäge bolan çäk garsylygyny häsiýetlendirýär.

$O^1 MS$ – üçburçlukdan alarys:

$$O^1S = \frac{\sigma_1 - \sigma^3}{2} + \sigma_3 + c \cdot \text{ctg} \varphi,$$

(4.41) çäk deňagramlylyk deňlemesi.

Eger σ_1 we σ_2 – baş çäk güýjenmeler bolmasa, onda (4.41)-iň sag tarapy çep tarapyndan kiçi bolýar, onda toprak massiwi durgunlyk ýagdaýynda bolar. Tersine bolsa toprak massiwi öz berkligini ýitirýär diýiligidir.

V BAP

DÜRLI TOPRAKLARYŇ DÜZÜMI, HÄSIÝETLERI WE AÝRATYNLYKLARY

5.1. TOPRAKLARYŇ TOPARLARA BÖLÜNIŞI WE KLASSIFIKASIÝA GÖRKEZIJILERI

Durgun we arzan esaslary hem-de fundamentleri saýlap almagyň, topraklaryň häsiýetlerini gowulandyrmagyň, olarda fundamentleri gurmagyň esasynda topraklaryň toparlara bölünişi bardyr.

Topraklary belli bir topara girizmek üçin olaryň labaratoriýa ýada meýdan şertlerinde anyklanýan fiziki, fiziki-himiki we fiziki-mehaniki häsiýetleriniň görkezijileri ulanylýar. Bu görkezijilere **klassifikasiýa** görkezijileri diýilýär.

25100–82 Döwlet ülnüsine (GOST) laýyklykda topraklar daşly we daşsyz görnüşlere bölünýär.

Daşly topraklara gaty bölejikleriniň arasynda berk baglanyşygy bolan topraklar girýärler. Baglanyşyklaryň berkligi gaty bölejikleriň berkligine deň ýa-da ondan berkdir.

Daşly topraklaryň klassifikasiýa görkezijileri bolup, şu aşakdakylar hyzmat edýärler: suw bilen doýan mahalyndaky bir okly gysyşa bolan garşylygy – R_g ; ýumşaklyk koeffisiýenti – K_{saf} , dargan nusganyň dykzlygynyň dargamadyk dykzlygyna gatnaşygyny aňladýan dargaýyş koeffisiýenti – K_d .

Daşly topraklar gidrotehniki desgalaryň esasynda ulanylýanda ýokarda görkezilen görkezijilerden başga-da, massiw göwrüm birliğindäki jaýryklary (boşluklar) göterimde hasaba alýan jaýryklyk boşluklar koeffisiýenti ($K_{s.b}$): 1 m ölçegdäki jaýryklaryň sanyny hasaba alýan jaýryklyk moduly (M_j); udel suw ýuwudyşy ($q_w - 1/\text{min}$)

ýa-da suw geçirijilik koeffisiýenti (K), m/g-g deformasiýa moduly (E), (MPa) we başga-da birnäçe görkezijiler ulanylýar.

Daşsyz topraklara gaty bölejikleriň arasynda hiç hili baglanyşyklary bolmadyk ýa-da berklikleri gaty bölejikleriňkiden birnäçe (onlarça, ýüzlerçe) kem bolan baglanyşan topraklar girýärler. Daşsyz topraklar iri döwlen, çäge we toýun topraklara bölünýärler.

Iri döwlen topraklara düzüminiň 50%-den gowragy ölçegleri 2 mm-den uly bolan gaty bölejiklerden duran berk baglanyşykly topraklar girýär. Çäge topraklara düzüminiň 50%-den azragy ölçegleri 2 mm-den kiçi bolan gaty bölejiklerden duran ($I_p < I$), gury wagtynda ürgün, gaty bölejikleriň arasynda baglanyşyk ýok topraklar girýär.

Toýun topraklara düzüminde toýun minerallary ($d < 0,001\text{mm}$) 3%-den köp bolan, gaty bölejikleriň arasynda baglanyşyklary bar bolan, çeyelik sany $I_p \geq I$ bolanda konsistensiýaly topraklar girýär.

Iri döwlen topraklaryň klassifikasiýa görkezijileri: granulometrik düzümi; dargaýyş derejesi (K_d), eger toprakda (massasy boýunça) 10%-den 2 mm-den uly gaty bölejikler köp bolsa, çyglylyk derejesi S_r bolar.

Çägeli topraklaryň klassifikasiýa görkezijileri: granulometrik düzümi; çyglylyk derejesi S_r ; öýjüklilik koeffisiýenti (e) ýa-da konusnyň çümüşine garşylyk P_q we P_o .

Iri döwlen we çäge topraklar granulometrik düzüme baglylykda şu aşakdakylara bölünýär:

1. Harsaň ýa-da ullakan daşly.
2. Tegelek ýa-da gyýçak daşly.
3. Gaty iri döwlen.
4. Iri, orta irilikdäki hem-de ownuk we tozga çäge.

Bu atlara granulometrik düzümiň birmeňzeşlik derejesi (koeffisiýenti) hem goşulýar. Şondan başga-da iri döwlen topraklaryň adyna dolduryjy $> 40\%$ çäge ýa-da $> 30\%$ toýun bolanda, dolduryjynyň ady hem goşulýar.

Dargaýyş derejesi boýunça iri döwlen topraklaryň adyna dargamadyk ($0 < K_d < 0,5$), pes dargan ($0,5 < K_d < 0,75$) we örän dargan ($0,75 < K_d < 1$) atlaryň goşulmagy mümkin. Çäge topraklar bolsa çyglylyk derejesi boýunça suw bilen doýan ortaça we pes çyglylykdaky diýen atlar goýulýar. Ondan başga-da çäge topraklara öýjüklilik ko-

effisiýenti (e) ýa-da (P_q) we (P_o) boýunça ortaça dykzylykdaky ýa-da ýumşak diýen atlar dakylýar.

Toýun topraklaryň klassifikasiýa görkezijileri: çeyelik sany I_p we agyrylyk derejesi I_L -dir:

$$I_L = (w - w_p) / (w_L - w_p). \quad (5.1)$$

Bu ýerde: w – topragyň tebigy çyglylygy; w_p we w_L – çäk çyglylyklardyr.

Çeyelik sanyna I_p baglylykda toýun topraklar: çägesow, toýunsow we hususy toýun topraklara bölünýär. Eger toýun topragyň düzüminde 15–25% 2 mm ölçegli bölejikler bolsa, onda oňa çagyl, ölçegi 2 mm uly gaty bölejikler 25–50% bolsa çagylyly diýen at dakylýar.

Akgyňlyk derejesi we topragyň ady boýunça olaryň nähili ýagdaýda gaty, çeyelik, akgyňlyk we aralykdaky ýagdaýlarda boluşlary anyklanýar.

Toýun topraklar penetrasia bolan udel garşylyklary boýunça: örän berk, ortaça berklidäki we gowşak bolup bilýärler.

Toýun topraklaryň arasynda gyrmançalary aýratyn topara bölýärler. Olar çägesow, toýunsow we hususy toýunlara bölünýärler.

Bu topraklara palçyk suwuň düýbüne çöküp, döreýşiň başlangyç etapynda duran we öýjüklilik koeffisiýenti 0,9 : 1,0 : 1,5-den uly hem çyglylyklary akgyňlylyk çyglylygyndan geçýän topraklar girýär.

Palçygyň görnüşi, toýun topraklaryňky ýaly, çeyelik sany bilen anyklanýlyr. Palçygyň aýratynlygy olaryň düzüminde 10%-e çenli organiki madda bolan gumusyň bardygyndan ybaratdyr. Sapropellany hem organiki palçyk diýip atlandyrýarlar.

Desgalaryň durnuklylygyna, aýratyn hem gidrotehniki desgalarda topragyň düzümindäki duzlar hem täsir edýärler. Belli bir ýagdaýlarda olar suwda eräp, ikinji bir ýagdaýda topragyň çişmegine getirip, esasyň tekiz bolmadyk göterilişine getirýär. Şeýlelikde, ýarym daşly we daşsyz topraklarda duzly (şor) topraklary belleýärler.

Çäge we toýun topraklaryň düzümindäki organiki maddalar olaryň gysylyşyny köpeldip berkligini azaldýar. Organiki maddalaryň toprakdaky deňeşdirme mukdaryna olaryň torflanmagy (I_{ot}) diýilýär we $I_{ot} > 0,5$ bolanda, olary torflara goşýarlar.

Aşagynda otrisatel temperatura bolan topraklarda gidrotehniki desgalaryň durnuklylygyny gazanmak örän çylşyrymly mesele hasaplanýar.

Üç we ondan köpräk ýyl doň ýatan topraklary hemişe doň ýatan topraklara goşulýar. Şol hemişe doň topraklara şu aşakdaky absolýut gury wagtynda tiz ereýän duz mukdarly topraklary görkezýärler: çä-geler üçin 0,1%, toýunlar üçin bolsa 0,25%.

Daşsyz topraklar ýokarda görkezilmedik emeli usulda dörän topraklara hem bölünýärler. 25100–82 Döwlet üllüsi boýunça kabul edilen klassifikasiýa garşy bolmasa, käwagt goşmaça toparlary girizmek rugsat berilýär.

5.2. DÜRLI TOPRAKLARYŇ HÄSIÝETLERI

Bir toprak dürli desgalaryň esasynda özüni her hili alyp barýar. Belli bir desga üçin toprak ygtybarly, ikinji üçin bolsa ýarawsyz bolmagy mümkin. Bu, birinjiden, desgadan esasa berilýän güýje, topragyň häsiýetlerine, onuň suw bilen aragatnaşygyna baglydyr.

Desganyň ulanylyşyna we konstruktiv aýratynlygyna baglylykda esas topraklara dürli talaplar goýulýar. Umumy talaplar – az (goýberilýän) deformirleniş we ýeterlik (ýokary) berklik. Ondan başga-da gidrotehniki desgalaryň esaslary az suw geçiriji, süzülme deformasiýasyna durgun, suwda eremeýän bolmaly.

Aşakdaky kabul edilen klassifikasiýa laýyklykda, dürli gidrotehniki desgalaryň esasynda ulanylýan topraklaryň aýratynlyklary we häsiýetleri bilen tanyşýarys.

5.2.1. Daşly topraklar

Bir ok boýunça nusgalar gysylan mahaly, daşly topraklaryň berkligi onlarça megapaskaldan birnäçe megapaskala çenli üýtgeýär. Olaryň berkliginiň şunça aralykda üýtgemegine seretmezden, daşly topraklar beýikligi 1,5 metrden ýokary bolsa, daşly topraklar köp desgalar üçin oňat esaslar hasaplanýar.

Daşly topraklaryň jaýryklygy, dargaýşy bilen bagly ulalýan deformirlenmesi we suw geçirijiligi sebäpli, olary gidrotehniki desgalaryň gurluşygynda ulanmak kynlaşýar. Köp daşly topraklar nusgalarda 1–5%, massiwde bolsa 10–20% boşluga eýedir.

Gidrotehniki desgalaryň gurluşygynda daşly topraklaryň süzülmek berkligi has uly orny eýeleýär. Dürli gidrotehniki desgalar gurluşygynda dargamadyk, suwy az geçirýän we eremeýän daşly topraklary ulanmak mümkin. Örän dargan we ereýän topraklar gidrotehniki gurluşykda ulanylmaýar.

Mälim bolşy ýaly, ýer astyndaky hemme dag jynslary ähli taraplaýyn grawitasiýa we tektonik gysyş netijesinde emele gelýärler. Şeýlelikde, köp daşly topraklar tebigy ýagdaýda gysyş energiýasyna eýedir. Bu energiýa topraklaryň üsti açylanda daşa çykýar. Ol kotlowan çukury ýa-da toneller gurlanda hasaba alynmalydyr, sebäbi beýle topraklaryň üsti açylanda gysylyş potensial energiýasy jaýryklaryň emele gelmegine harçlanýandyr.

Şeýlelikde, bularyň netijesinde daşly topraklaryň deformirlenişi we suw geçirijiligi artýar. Taslaýyş wagtynda şu ýokarda agzalanlar hasaba alynmalydyr.

5.2.2. Daşsyz topraklar

Daşsyz topraklaryň daşly topraklardan aýratynlygy: olar ownuk, şol sebäpli öýjükliliginde we gaty bölejikleriň arasyndaky baglanyşyklar az ýa-da ýok.

Iri döwlen daşsyz topraklar öz düzüminde her hili ölçegdäki gaty bölejikleri saklaýarlar. Emma olaryň häsiýetleri 2 mm-den uly bolan gaty bölejikleriň mukdary bilen kesgitlenilýär. Hemme iri döwlen topraklar ýokary berklige eýe bolup, örän suw geçirijidirler. Şu häsiýeti üçin bu topraklary gidrotehniki desgalaryň esaslary hökmünde ulanmak kynlaşýar. Eger iri döwlen topragyň içinde (massasy boýunça) 30%-den gowrak ölçegleri 0,1 mm-den kiçi bolan gaty bölejikler bar bolsa, olar pökgeregen bolýarlar.

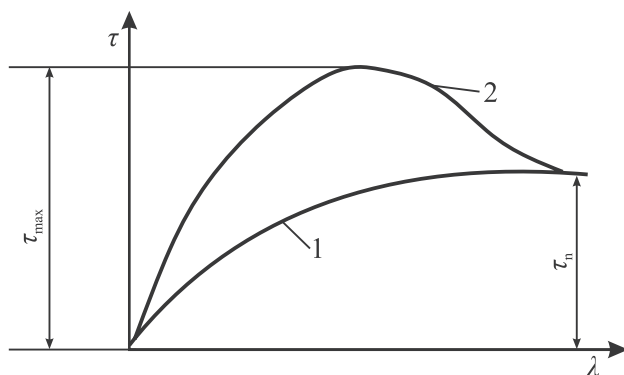
Çäge topraklar hem öz düzüminde her hili ölçegdäki bölejikleri saklasa-da, olarda, esasan, çäge minerallary (2–0,05 mm) köpdür. Toýun minerallary olaryň düzüminiň 3%-den köp bölegini tutmaýar.

Birnäçe alymlaryň bellemekligine görä, çägeler gaty bölejikleriň dykyzlygy 2,65–2,67 g/sm³; (ortaça 2,66 g/sm³) topragyň dykyzlygy 1,3–2,2 g/sm³; süzülme koeffisiýenti 5–500 m/g-g, kapillýar göteriliş 1 m çenli häsiýetlere eýedir.

Başga topraklarda bolşy ýaly, çägeleriň häsiýetlerine olaryň granulometrik we mineral düzümi örän uly täsir edýär. Mineral bölejikler näçe uly bolsa, şonça-da bu topraklaryň suw geçirijiligi we deformirlenişi artýar.

Çägeleriň çyglylygy hem aýgytlaýjy rol oýnaýar. Olar gury bolanda ürgün we hiç hili baglanyşyksyz bolýarlar. Öllenen mahaly olaryň dykyzlygy artýar. Gury çäge topraklar öllenip, synag geçirilende olarda goşmaça deformasiýalaryň ýüze çykmagy mümkin. Bu bolsa gidrotehniki desgalar taslanylanda, olardaky ýokarda aýdylan häsiýetleri hasaba almagyň gerekdigini görkezýär.

Çägelerde süýşme synagy geçirilende ýokarda ady tutulan häsiýetler has hem güýçli ýüze çykýar. Has gury we suw bilen doýan topraklar süýşmä diňe içki sürtülme, garşylyk arkaly garşy durýarlar. İçki sürtülme, garşylyk iri çägelerde uludyr.



5.1-nji surat. Sürtülme garşylygynyň deformasiýa baglylygy:

1 – ýumşak, 2 – dykyz

Çägeleriň baglanyşlary olarda toýun minerallar arkaly ýüze çykýandyrlar. Ýumşak çägeler bilen süýşme synagy geçirilende süýşme garşylygy başda belli bir ululyga çenli artýar (τ_u), soňra bolsa şol boluşda galýar. Dykyz çägelerde bolsa deformasiýanyň ulalmagy bilen süýşme garşylyk hem artyp, özüniň iň uly bahasyna (τ_{max}) ýetýär, so-

ňra azalyp ýitýär. Bu hadysa çägeleriň **dilatansiýasy** diýlip, birinji halatda **otrisatel dilatansiýa**, ikinjide **položitel dilatansiýa** diýilýär. Dilatansiýa geçmeýän çäge dykzlygyndaky öýjüklilik koeffisiýenti – “ e_{cr} ” çäk diýilýär.

(e_{cr}) – çägeleriň tötänden berkligini ýitirip, plywun (akyjylyk) ýagdaýyna geçişini görkezýän ýeke-täk görkezijidir.

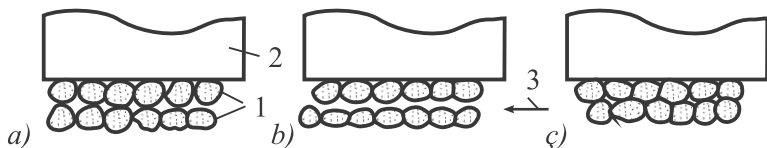
Esasdaky çägeleriň tötänden suwuklyk ýagdaýyna geçmegi iki: gidrodinamiki we dinamiki görnüşde bolýar. Çägedäki gidrodinamiki basyş onuň süzülmä bolan berkliginden uly bolanda gidrodinamiki suwuklyk ýagdaýyna geçilýär:

$$i > i_{cg}. \quad (5.2)$$

Bu ýerde: i – toprakdaky süzülmä gradiýenti; i_{cg} – çäk gidrawliki gradiýent.

Diňe ownuk we tozga çägelerde $e \geq e_{cr}$ bolanda, ýer titrän, wibrasiýa we partladýş işleri wagtynda çägeler dinamiki taýdan suwuklyk görnüşine öwrülýär.

Suw bilen doýan çägeleriň tötänden suwuklyk ýaly häsiýetini çyzgy görnüşinde 5.2-nji suratdaky ýaly berip bolar.



5.2-nji surat. Çägeleriň tötänden suwuklyk görnüşe geçişiniň çyzgysy:

a – öňki bolşy; b – geçiş mahaly; ç – soňky durgun ýagdaýy; 1 – gaty bölejikler; 2 – desganyň fundamenti; 3 – toprak massiwine we esasa dinamiki täsiriň ugry

Plywunlylyk ýagdaýyna geçmek diňe ownuk we tozga çägelere mahsusdyr. Emma gurluşyk tejribesinde gidrodinamiki basyş astynda iri döwlen topraklaryň hem bu ýagdaýa düşmegi mümkin. 0,05–0,25 mm süzülmäden duran ownuk we tozga çägeler hemişe plywunlylyk ýagdaýynda bolýarlar we olara hakyky plywunlar diýilýär.

Toýun baglanyşlary bolan topraklar düzümine 3% köp toýun minerallaryny saklaýan, döreyşi boýunça tozga çägeden başga-da çagyl we harsaň daş minerallary hem saklaýan topraklardyr.

3–10% toýun minerallaryny saklaýanlara çägesöw, 10–30% saklaýanlara toýunsow, 30%-den köp saklaýanyna bolsa toýun diýilýär. Ýokary hilli owralan, massasynda 60% gowrak toýun minerallary saklaýanlary hem duş gelýär.

Ýokarda ady tutulan toparlara bölünişde toýunlaryň içinde çökýän, çişýän we il toparlary hem belleýärler. Çökýän topraklara lýoslar (mele topraklar) we oňa meňzeşler girýärler.

Mele topraga meňzeş topraklar çägesöw, toýunsow we toýun görnüşinde bolup, olar toýun we mele topraklaryň arasynda ortaça orun eýeleýärler.

Mele topraklara topraklara hemme ýaýran etraplarynda bir hili granulometrik düzümdä bolan (0,05–0,01 mm), iri tozga minerallary köp bolan, 0,25 mm-den uly çäge minerallary az bolan toýun minerallarynyň 16%-den gowragyny saklaýan topraklar girýärler. Bu topraklar biziň ýurdumyzda örän köp ýaýran toprakdyr, şonuň üçin muňa köpräk üns bermeli.

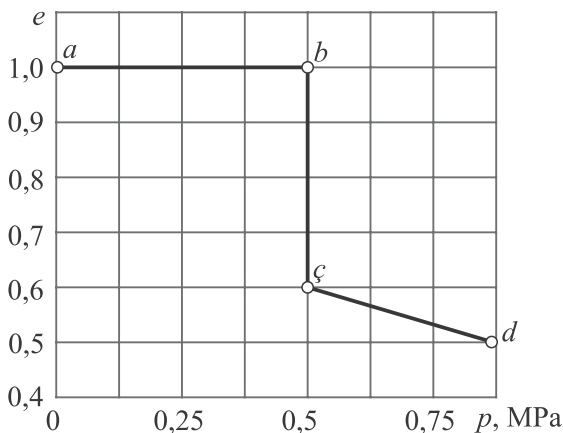
Mele topraklar döreýişlerine baglylykda, düzüminde 0,7–2,5% gumusy saklaýarlar, gaty bölejikleriniň dykzlygy 2,54–2,84 g/sm³, öýjükliligi 30–64% barabardyr. Öýjükliligine seredeninde bu topraklar dykzlanmadyk topraklara girizilýär. Olaryň suw geçirijiligi ýokarydyr, dikligine suw geçirijiligi gapdal suw geçirijiligine seredeninde 1,5–15 esse ýokarydyr. Süzülme mahaly toprak öllenende onuň suw geçirijiligi struktura baglanyşlaryň bozulmagyny kemeldýändir.

Tebigy ýagdaýlarda mele topraklaryň öllenmegi 3–25% aralygynda bolýar, suwuň kapillýarlarda göterilişi 4 m ýetýär.

Ýokary öýjükliligine seretmezden, bu topraklar ýokary berklige eýedir, umumy deformasiýa modulynyň bahasy bolsa 4,5 MPa-dan 30 MPa çenli ýetýär. Bu barada şu topraklardaky belentligi 30–40 m dik kenarlaryň birnäçe ýyllap berkligini ýitirmezden saklanyşy maglumat berýär.

Tebigy ýagdaýlarda mele topraklaryň ýokary berkligi we tiz ölenişi, olaryň düzüminde suwda tiz ereýän duzlaryň bardygyny kesgitleýär.

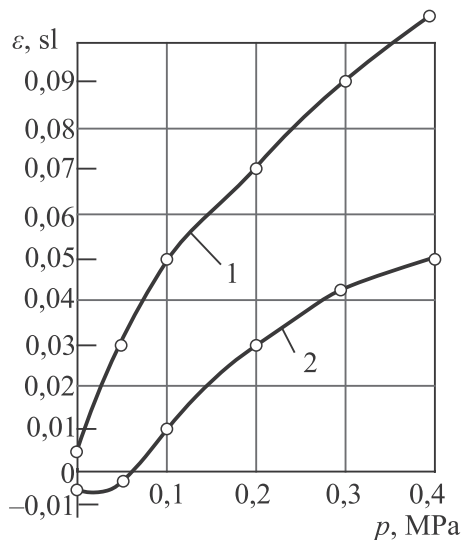
Öllenen mele topragyň kompression enjamda $p = 0,5$ MPa basyşa geçilen synagyň netijesi 5.3-nji suratda görkezilen.



5.3-nji surat. Mele topragyň kompression barlanyşy:

a-b – topragyň tebigy çyglylykda dykyzlanyşy; *b-ç* – öllenendäki çöküş; *ç-d* – soňky basyşyň ösmegindäki dykyzlanyşy

Mele topragyň we toýunsow mele topragyň otnositel çöküşiniň (ε_{sl}), basyş (p) bilen baglanyşygy 5.4-nji suratda görkezilen.



5.4-nji surat. ε_{sl} bilen p arasyndaky baglanyşyk:

1 – mele toprak; *2* – toýunsow mele toprak (N.N. Frolow boýunça)

5.4-nji suratdan görnüşi ýaly, mele topragyň çöküşi örän az basyşda hem başlaýar, toýunsow mele topragyňky bolsa 0,5 MPa-da başlanyp, ondan az basyşda hem az-kem çişýär.

Suw bilen doýan topraklarda çöküşiň başlaýan basyşyna çöküşiň başlangyç basyşy (p_{sl}) diýilýär. Bu p_{sl} haçan $\varepsilon_{sl} = 0$ bolanda almaly diýmekdir. Emma 2.02.01.–83 GK we D laýyklykda çöküşiň başlangyç basyşy $p_{\varepsilon_{sl}} = 0,01$ deň bolanda alynýar. Topraklaryň çöküşi belli bir çyglylykda bolup geçýär. Bu çyglylyga çöküşiň başlangyç çyglylygy diýilýär, mele topragyň deformasiýasy üç: oturyş, çöküş, çöküşden soňky dykyzlanyş görnüşinde geçýär.

Hususy toýun topraklar giňden ýaýran, häsiýetleri çylşyrymly toprakdyr. Olaryň gaty bölejikleriniň dykyzlygy: çägesow toýnuňky 2,68–2,72 g/sm³; toýunsowyňky 2,69–2,73 g/sm³; hususy toýnuňky 2,71–2,76 barabardyr. Tebigy strukturadaky toýunlaryň dykyzlygy 1,3–2,25 g/sm³, köplenç bolsa 1,75–2,3 g/sm³ aralygyndadyr. Iň ýokary çyglylygy 600% bolup, suw kapillýarlarda; çägesow toprakda 1–1,5 m; toýunsowda 3–4 m; hususy toýunda 8 m barabar. Süzülme koeffisiýentleri: çägesow toprakda $5 \cdot 10^{-3} \div 0,5$ m/g-g, toýunsow toprakda $5 \cdot 10^{-5} \div 5 \cdot 10^{-3}$ m/g-g aralygyndadyr.

Toýun topraklaryň dykyzlanyşy çägelerinkiden üýtgeşikdir. Toýun topraklaryň tebigy dykyzlygy: olaryň döreyişinde örän uly buzlaryň agramyna we güýjenmeler täsirine baglydyr. Soňra bu güýjenmeler aýrylansoň hem olar öz dykyzlyklaryny ýitirýändir. Şeýlelikde, toýun topraklar tebigy güýjenmeleriniň täsirinde örän dykyz ýagdaýda duş gelýärler we gidrotehniki desgalary üçin oňat esas bolup hyzmat edýärler.

Iri döwlen we çäge topraklardan aýratynlykda suw bilen doýan toýun topraklaryň jebisleniş wagty uludyr. Bu topraklaryň dykyzlanyş wagtynda olarda ýumşak baglanan suwuň bardygy hem täsir edýär.

Toýun topraklar olardaky suwuň mukdaryna baglylykda gaty, çeyelik we akgynlyk ýagdaýynda bolup bilýärler. Olaryň deformirlenişleri şu ýagdaýlara hem baglydyr. Gaty toýun topraklar gysylmaýarlar we oňat esas bolup hyzmat edýärler.

Toýun topraklarda esaslar we desgalar gurulýan ýa-da taslanýan wagtynda olaryň dykyzlanyşy däl-de, çişmegi howpludyr. Diňe dykyz topraklar çişmän, eýsem ortaça dykyzlykdakylaram çişýändir.

Toýun topraklar çişende olaryň çyglylygy ulalyp, struktura berkliginiň kiçelmeginde berklik we deformirleniş görkezijileri peselýär. Hemme deň ýagdaýlarda toýun topraklaryň berkligi olaryň çyglylygyna baglydyr, olaryň tebigy çyglylygy näçe uly bolsa, olaryň berkligi şonça hem pesdir. Gaty ýagdaýdaky toýun topraklaryň berkligi uludyr. Erkin suwuň peýda bolmagy bilen berkliklerini ýitirip, olar akgynlyk ýagdaýa geçýärler.

Toýun topraklaryň çyglylyklarynyň artmagy bilen olaryň içki sürtülme burçlarynyň we udel baglanyşyklarynyň bahalary kemelýär. İçki sürtülme burçunyň kiçelmegini, baglanan suw ýorkasynyň kömeginde gaty minerallaryň arasyndaky kontaktlaryň ýitmegi, udel ilinişini (baglanyşyň) kemelmegini bolsa suwuň struktura baglanyşyklaryna bolan täsiri bilen düşündürmek mümkin.

Belli bir çyglylykda topragyň dykyzlygy näçe ýokary bolsa, onda onuň udel ilinişi hem ýokarydyr. Şonuň üçin toýun topraklaryň süýşmäge bolan çäk garşylygy belli bir çyglylykda ýa-da dykyzlykda anyklanman, olaryň belli bir gatnaşygynda anyklanýar. Esaslaryň hasaplanyşyna baglylykda, suwa doýan toýun topraklaryň berklilik görkezijileri S , KD , KN we NN süüşme üsti bilen anyklanýar.

Toýun topraklaryň berkligi güýjüň täsir wagtyna hem baglydyr. Bu güýjüň tiz ösüşinde topragyň berkligi uly, pes ösüşinde bolsa pesdir.

Süýşürýän güýjüň uzak täsirinde topraklaryň fiziki häsiýetleri bu wagtda üýtgemese-de, olaryň berkliginiň kemelmegi mümkin. Toýun topraklaryň süýşürýän güýç täsirindäki bu häsiýetleri, olarda bolup geýän reologiki hadysanyň – toprak skeletiň süýşüşiniň we güýjenmäniň relaksasiýanyň netijesidir.

Süýşürýän güýjüň täsirindäki toprak deformasiýasy iki sany: λ – topragyň maýyşgak struktura baglanyşlary netijesinde çalt geýän we λ_t – wagtyň geçmegi bilen ýüze çykýan deformasiýadan durýar.

Aýgytlaýjy deformasiýa wagtyň geçmegi bilen ýüze çykýan deformasiýadyr. Şeýlelikde, olarda çalt T_0 we uzak T berkliklen tapawutlandyrylar.

Toýun topraklaryň görnüşlerine we çyglylyklaryna baglylykda hem-de ýerasty suwlaryň doňýan gatlak çuňlugyna göre ýerleşişine baglylykda az-kem pökgerýän hem bolýarlar. Ol topraklar tiksotroplylyk we çişiş häsiýetine hem eýedirler.

Läbik topraklar – gyrmança ýokary öýjüklilige eýe bolup, örän gysylýarlar hem-de az-kem berklige we süýşme garşylygyna eýedir.

Läbik topraklaryň ýokary öýjükliligi olaryň jynsa geçiş stadiýasyny diagenез geçmändigini bilen düşündirilýär. Muňa seretmezden, olar tebigy esas hökmünde birnäçe desgalar üçin ulanylmagy mümkin.

Şor, läbik topraklar gury ýerde galyp duzlulygyny ýitirýärler. Şeýlelikde, olaryň baglanyşyklylygy azalýar we plywun ýagdaýyna geçmekleri mümkin. Olar tiksotopraklylyk häsiýetine eýedirler.

Hemme topraklar şor (duzly) bolup bilerler. Şonuň üçin olaryň häsiýetleriniň görkezijileri anyklananda muny hasaba almaly. Olaryň gaty bölejikleriniň dykzyllygy anyklananda inertli suwuklyk, mysal üçin, kerosin ulanylýar. Granulometrik düzümi anyklananda topragy suwda ereýän duzlar ýitýänçä ýuwýarlar.

Gidrotehniki desgalaryň esasy hökmünde ulanylýan şor topraklaryň aýratynlygy olaryň suffoziýa arkaly dykzylanyşydyr (düzümindeki duzlaryň uzak süzülme döwründe ýuwulup çykmagy bilen bagly dykzylanyşy).

Hemişe doň topraklaryň düzüminiň aýratynlyklary onda buzlaryň bardygyndan ybaratdyr. Hemişe doň topraklaryň düzüminde buz şu aşakdaky görnüşlerde duş gelýär: gaty kristal struktura baglanyşlaryny döredýän, sement roluny oýnaýan, topragy döredýän gaty komponent; aýratyn buz kristallary ýa-da olaryň üýşmegi; ýukajyk we uly galyňlykda buz gatlagy we başga görnüşlerde bolýar. Bu topraklaryň berklikleri olaryň görnüşlerine bagly. Meselem, gaty we çala doňan topraklaryň berklikleri ýumşak doňan topraklaryň berkliklerinden ýokary, deformirlenişleri bolsa pesdir. Bu topraklarda gurlan desgalar ulanylanda olaryň taslamada kabul edilen ýagdaýlarynyň üýtgetmezligini gazanmaly.

Emeli topraklar – adamlaryň hojalyk işleri döwründe emele gelen dag jynslary: GK we D-i dökülen we häsiýetleri üýtgedilip döran ýerlerinde galdyrylan topraklary hem emeli topraklara degişli edýär.

Dökülen topraklary olaryň döküliş usuly; düzülişi we düzüminiň bir jynslylygy; dökülen topragynyň esasy tutýan topragyň görnüşi; öz agramy, dykzylanyş boýunça tapawutlandyryýarlar.

Döreýşi boýunça dökülen topraklar awtomobil, demir ýol transporty, buldozer ýa-da skreperler we başga maşynlaryň kömegi arkaly dökülenlere degişli edilýär.

Düzüminiň bir jynslylygy boýunça topraklar şeýle böleklere bölünýärler: meýilnama boýunça dökülen topraklar, desgalar bitenden soňky guýlan topraklar, deň dykyzlanýan topraklar; bir jynsly düzümdäki, emma üýtgeşik dykyzlylykdaky senagat galyndylary (meselem, peýdaly gazylmalar galyndylary).

Dökülen topraklar tebigy iri döwlen, çäge ýa-da toýun topraklardan, senagat galyndylardan durýandygy boýunça hem toparlara bölünýärler. Öz agramy astynda dykyzlanýşy boýunça topraklar öňden ýatan we täze dökülenlere bölünýärler.

Torflar biziň döwletimizde ýoklugy sebäpli, bu ýerde gysgaça sedip geçýäris. Suwly ýerleriň batgalyga öwrülen wagtynda howanyň ýetmezçiliginde, suwuň örän kän ýagdaýynda batga ösümlikleriniň çüýremeginde emele gelyän organik topraga **torflar** diýilýär. Olar öz fiziki-mehaniki häsiýetleri boýunça mineral topraklardan tapawutlanýarlar. Batgalyklarda peýda boluş şertlerine baglylykda torflary aşaky, ýokarky we aram torflara bölýärler. Olary toprak görnüşinde ulanmak üçin ýokarda görkezilen topraklaryň häsiýetleriniň görkezijilerinden başga ýene-de iki sany görkeziji ulanylýar.

Torfuň dargaýyş derejesi D_{dd} diýip, onuň düzümindäki dargan gumusuň bütün massa gatnaşygyna aýdylýar. Torfuň dargaýyş derejesi D_{dd} nazaryýet tarapdan 0-dan 100% çenli bolup biler. Emma köp batgalyklardaky torflaryň ortaça dargaýyş derejesi 45–55%-e çenlidir.

Deformirleniş häsiýeti boýunça olary pes, ortaça we oňat darganlara bölýärler: pes dargan torfa dargaýyş derejesi 45%-e çenli, ortaça dargaýana $45 < D_{dd} < 75\%$, oňat (güýçli) dargaýana $D_{dd} > 75\%$ torflar girýär.

Torfuň küllülük derejesi diýip, $800^{\circ} S$ temperaturada ýanandan soňra galan mineral böleklikleriň külüň bütün massasyna bolan göterim gatnaşygyna aýdylýar.

Düzüminiň düzülişi boýunça torf dargamaýan galan ösümlik galyndylarynda duran karkasdan ybaratdyr.

Şeýlelikde, torflaryň deformirlenişi dört fazada geçirilýär:

– dykyzlanýş;

– dykyzlanyş we ştap perimetri boýunça kesiliş;
– uly kesiliş, gumusyň ştap aşagyndan çykyşy we karkasyň giňelişi;

– karkasyň döwlüp ştap aşagyndan çykyşy.

Sapropeli – ölen ýönekeý jandarlaryň we ösümlikleriň esasynda batgaçylygyň döräp başlanynda emele gelýän toprakdyr. Olaryň çyglylygy 100–3000% çenlidir. Sapropeliniň çyglylygy, esasan, onda organiki maddalaryň bardygyna baglydyr. Düzümünde organiki maddalaryň mukdaryna baglylykda, olaryň gaty bölejikleriniň dykyzlygy 1,4–1,5 g/sm³-den 2,4–2,65 g/sm³ çenlidir.

Sapropeli az suw geçiriji toprakdyr: olaryň süzülme koeffisiýenti 1,2–0,005 m/g-g (mineral sapropeli) $0,6 \cdot 10^{-4}$ m/g-g (organiki sapropeli) çenlidir.

Sapropeli örän gysylýan toprakdyr we jebisleniş wagty uzakdyr. Olaryň berkligi az bolup, içki sürtülme burçy 15...21°-dan 27°–29°-a çenlidir, udel baglanyşy bolsa 0,0002 MPa-dan 0,0008 MPa çenlidir.

VI BAP

TOPRAK MASSIWINDÄKI GÜÝJENMELER

Desgalaryň fundamentleriniň esaslarynyň berkligini, durgunlylygyny we deformasiýalary hasaplamak üçin diňe topraklaryň häsiýetlerini bilmek ýeterlik däldir. Ýokarda ady tutulan hasaplamalary geçirmek üçin toprak massiwiniň her bir nokadynda, desganyň we fundamentiň agramyndan hem-de topragyň döreýiş wagtynda emele gelen güýjenmelerini hem bilmeli.

Basyş dikligine bolanlygy sebäpli, topragyň döreýiş wagtynda emele gelýän güýjenmä tebigy güýjenme diýilýär. Sebäbi, öňde aýdylyşy ýaly, topragyň gysylmagy, berkligini ýitirmegi şu güýçlenmeleriň toprak massiwinde üýtgemegi (ösmegi) esasynda bolup geçýär.

Toprak massiwindäki bu güýjenmeleri tapmak üçin, esasan-da, maýyşgaklyk teoriýasy bolan esasyň göni deformirlenmegi goýlan.

Aşakda gorizont al çäklendirýän meýdanly ýarym giňişlikde daşsyz toprakdan ybarat massiwde güýjenmeleri tapmaga seredýäris.

Bu güýjenmeleri şu gorizontaal meýdana parallel bolan meýdanlarda tapýarys. Şu çäklendiriji meýdanlara parallel meýdanlarda bu güýjenmeleri tapanymyzdan soň, başga her hilli topraga seredilýän meýdanlarda olary tapmak mümkin. Bu ýerde bir zady aýtmak gerek, göni deformirlenýän jisim nazaryýeti jebisleniş hadysasy geçýän topraklarda doly güýjenmeleri tapmaga mümkinçilik berýär.

Toprakda güýjenmeleriň ýaýraýşyna düşünmek üçin toprak massiwiniň ýeňil çyzgysyna seredýäris. Tebigy ýagdaýda her hili görnüşde hem-de ölçegde bolan we biri-birine görä her hili görnüşde ýatan, gaty bölejikleri belli bir görnüşde bolan şarjagazlar bilen çalyşýarys.

Güýjenme bir gaty bölejikden ikinjä, olaryň degip duran ýerinde, baglanan suw ýorkasy ýa-da struktura baglanyşyklary arkaly berilýär. Gaty bölejiklerin arasyndaky hakyky güýjenme gaty bölejikleriň degip duran meýdan birligindäki orta güýjenme bilen çalşyrylýar.

6.1. TEBIGY GÜÝJENMELER

Her bir hatarda duran gaty bölejige şu hatardan ýokarda duran bir gaty bölejigiň agramy geçirilýär. Şeýlelikde, bir hataryň (A) – meýdanyna täsir edýän şu hatardan ýokarda ýerleşýän gaty bölejikleriň agramyndan dörän we ýer üstünden z_i çuňlukdaky dik güýjenme σ_g , z_i – şu hatardan ýokarky gaty bölejikleriň agramynyň şu meýdana paýlanmasyna deňdir.

Eger topragyň gaty bölejikleriniň üstünde baglanan suw ýa-da öýjüklerde kapillýar suwlar bar bolsa, olaryň agramy hem gaty bölejiklerine berilýär.

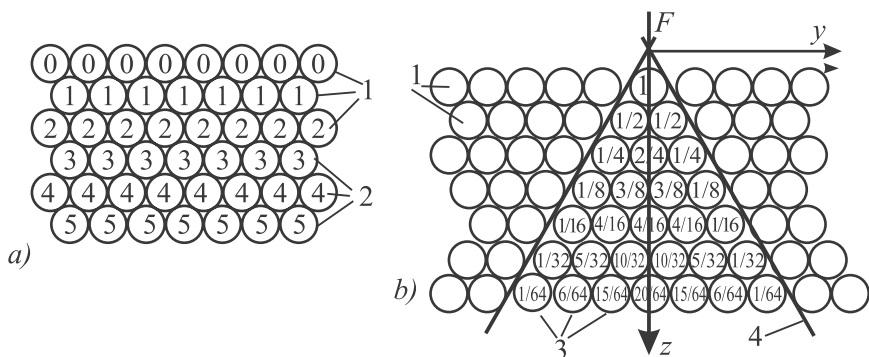
Onda z_i – çuňlukdaky dik güýjenme σ_g , z_i gaty bölejikler bilen suwuň agramy A – meýdanyň paýlanmagyna deň bolup, bir hili toprak ýarym giňişliginiň her bir nokadynda şu aňlatma bilen tapylýar:

$$\sigma_{g,zi} = \gamma \cdot z_i; \text{ MPa.}$$

Ýapgyt güýjenmeler – $\sigma_{g,xi}$ we $\sigma_{g,yi}$ hem şu aşaky aňlatma bilen tapylýar:

$$\sigma_{g,xi} = \sigma_{g,yi} = \zeta \sigma_{g,zi}.$$

Bu ýerde: ζ – topragyň gapdal basyş koeffisiýenti.



6.1-nji surat. Topragyň gurluşynyň ýönekeý şekili:

a – gaty bölejikleriň agramynyň biri-birine geçiş çyzygysy;

b – daşky merkezleşdirilen F güýjüň gaty bölejiklere geçiş çyzygysy;

1 – gaty bölejikler; 2 – berlen bölejige ýokarky bölejikleriň näçe sanysynyň agramynyň geçýändigini görkezýän san; 3 – her bir bölejige daşky F güýjüň haýsy böleginiň geçýändigini görkezýän san; 4 – güýjenmäniň ýaýraýyş çyzygy

Eger-de toprak suw bilen doly doýan bolsa we öýjüklerinde erkin grawitasiýa suwuny saklaýan bolsa, Arhimediň kanunyna baglylykda, suwuň göteriji häsiýetini hasaba alyp, peýdaly tebigy dik güýjenmäni şu aňlatmadan tapyp bolar:

$$\sigma_{g,zi} = \gamma_{d,ef} z_i = \rho_{d,ef} g z_i,$$

$$\rho_{d,et} = \rho - \rho_w.$$

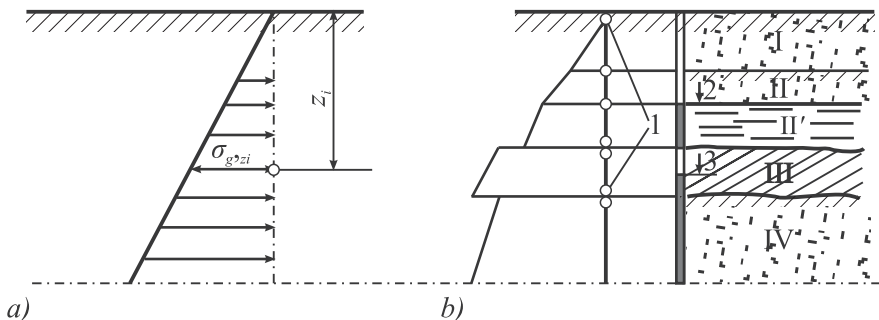
Bu ýerde: $\gamma_{d,ef}$ – toprak skeletiniň peýdaly udel agramy,

$$\gamma_{d,ef} = (\gamma_s \cdot \gamma_w) / (1 + e).$$

Tebigy güýjenmeleri dik tebigy güýjenmeleriniň epýury bilen görkezilýär. Bu epýur bir hili toprak bolanda üçburçluk görnüşinde bolýar.

Emma fundamentleriň esaslary, esasan hem, gidrotehniki desgalaryň fundamentleriniň esaslary, köplenç, gat-gat, her hili topraklardan durýarlar. Bu topraklar düzümi we häsiýetleri bilen bir-birinden tapawutlanýarlar. Bu ýagdaýda aşakdaky gatlaklardaky güýjenme her bir ýokarky gatlakdaky (bir hili toprak ýagdaýynda tapylyan) güýjenmeleriniň jemine deňdir:

$$\sigma_{g,zi} = \sigma_{g,z(i-1)} + \gamma_i h_i.$$



6.2-nji surat. Topraklarda tebigy dikligine güýjenmäniň epýurasy:

a – birjynsly massiw; b – birnäçe gatlaklardan durýan massiw;

1 – häsiýetli nokatlar; 2 – güýjenme suwlarynyň derejesiniň belgisi;

3 – basyşly güýjenme suwlarynyň statiki derejesiniň belgisi; I we II – suwdan doýgun däl güýjenme gatlaklary; II' – suwdan doýgun güýjenme gatlagy;

III – suw geçirmeýän gatlak; IV – basyşly güýjenme suwly gatlak

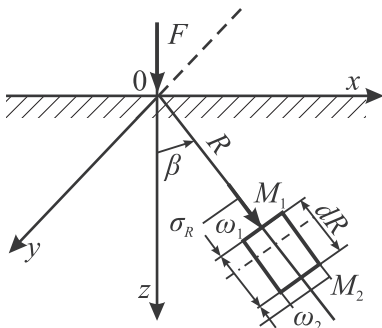
Toprakda erkin grawitasiýa suwunyň, suw geçirmeýän gatyň we basyşda duran ýerasty suwlarynyň bolmagy σ_g, z_i ululyga täsir edýärler. Meselem, suw geçirmeýän gatlagyň üstündäki erkin suwuň agramy hem hasaba alynmaly, eger ol gatlagyň aşagynda basyşda duran suw bolsa, onda σ_g, z_i -den şu suwuň basyş güýjünü aýyrmaly.

6.2. BIR JYNSLY TOPRAKLY ÝÄRYM GIŇIŞLIGIŇ DAŞKY GÜÝÇDEN GÜÝJENMESI

Toprak ýarym giňişligini çäklendirýän gorizonta meýdana dikligine goýlan güýçden şu ýarym giňişliginiň her bir nokadyndaky güýjenmäniň tapylyşy esasy mesele hasaplanýar. Bu meselä J.Bussinesko tarapyndan 1885-nji ýylda seredilipdi. Eger ýokarky hatardaky bir bölege (F) güýç täsir edýän bolsa, onda şol güýç ikinjide iki bölejige, üçünji hatarda üç bölejige täsir edýär. Şunuň bilen bir hatarda OZ okda ýatan her bir bölejik özüniň gapdalynda ýatan bölejiklere garanyňda bu güýjüň köp bölegini göterýär. Meselem, ýedinji hatarda OZ okuň aşagynda ýatan bölejik şu F güýjüň 20/64 bölegini, ondan gapdalda ýatan birinji 15/64 bölegini, ikinji 6/64, üçünji 1/64 bölegini

göterýärler. Hakykatda, bölejikden bölejige güýjüň berlişi has çylşyrymlydyr.

Toprak ýarym giňişliginiň her bir nokadyndaky güýjenmäni dikligine güýç arkaly tapmak 6.3-nji suratda görkezilendir.



6.3-nji surat. Islendik nokatda radial güýjenmäni kesgitlemek üçin hasap çyzgysy

Koordinatalar başlangyjy hökmünde alnan ýarym giňişligi çäklen-dirýän ýapgyt meýdandaky O nokata F güýç goýlan. Ýarym giňişli-giniň içinde öz okundan M_1 we M_2 nokatlaryň arasynda kiçijik dogry prizma alýarys. Prizmanyň beýikligini dR , esasyň meýdanyny dA bilen belleýäris. M_1 nokatda, O nokatdan R , M_2 nokady $R + dR$ aralykda ýerleşen. Şu prizmanyň üstüne täsir edýän σ_R güýjenmäni F güýji goýlansoň tapmaly.

σ_R güýjenmäniň täsirinden, alnan prizmanyň topragy dykyzlan-ýar. Bu dykyzlanma M_1 we M_2 nokatlaryň önki ornundan süýşmegi bilen bolup geçer: M_1 we M_2 nokatlaryň süýşen aralyklaryny ω_1 we ω_2 bilen belleýäris. Seredilýän nokatlar güýjüň goýlan nokadyndan näçe daşda bolsa, ol nokadyň töwereginde güýjenme şonça az bolýar. Şeýlelikde, R näçe uly bolsa, ω şonça-da kiçidir. Belli bir R -de β -niň üýtgemesi bilen σ_R hem üýtgeýär. $\beta = 0$, σ_m $\beta = 90^\circ$ bolanda σ_R iň pes bahany alýar. Şeýlelikde, ω hem β -iň üýtgemeginde özüniň uly baha-syndan 0 – çenli üýtgeýär.

M_1 nokadyň radius boýunça deformasiýasynyň (hereketiniň) ma-tematiki aňlatmasyny şeýle ýazýarys:

$$\omega_1 = A_{pr} \cdot \frac{\cos \beta}{R}.$$

M_2 nokady üçin

$$\omega_2 = A_{pr} \cdot \frac{\cos \beta}{R + dR}.$$

Bu ýerde: A_{pr} – proporsionallyk koeffisiýenti.

Nokatlaryň süýşüşiniň tapawudy ($\omega_1 - \omega_2$) elementar prizmanyň deformasiýasyny görkezýär.

Onda otnositel deformasiýa

$$\varepsilon_R = \frac{\omega_1 - \omega_2}{dR} = \left(A_{pr} \frac{\cos \beta}{R} - A_{pr} \frac{\cos \beta}{R + dR} \right) \frac{1}{dR} = \frac{A_{pr}}{R^2 + R_{dR}} \cdot \cos \beta.$$

$R + dR$ – bahasy R^2 -a seredeniňde has kiçidir. Şunlukda, ony hasaba alnan, ýazyp beleris:

$$\varepsilon_R = \left(\frac{A_{pr}}{R^2} \right) \cos \beta.$$

Otnositel deformasiýa belli bolanson birtaraplaýyn deformasiýa nazaryýetine baglylykda ýazýarys:

$$\sigma_R = B_{pr} \varepsilon_R = \frac{B_{pr} \cdot A_{pr}}{R^2} \cos \beta.$$

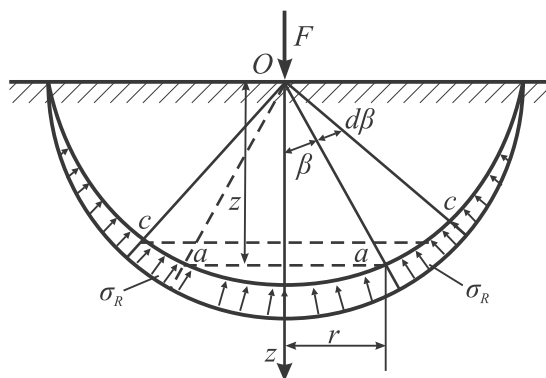
Bu ýerde: B_{pr} – käbir proporsionallyk koeffisiýenti.

Iki sany proporsionallyk koeffisiýentleriniň köpeltmesini tapmak üçin aşakdaky çyzga seredýäris:

Seredilýän ýarym giňişlikde F güýjüň goýlan nokadyny merkez edip, R radiusly ýarym şary kesip alýarys.

Bu ýagdaýda goýlan (F) güýç, σ_R reaktiw güýjenme bilen deňagramlylyk ýagdaýynda durmaly. Radial güýjenmäni (σ_R) – tapmagyň aňlatmasy boýunça çäklendiriji meýdanda ($\beta = 90^\circ$) 0-deň bolup, dik ok özüniň üstünde ($\beta = 0^\circ$) iň uly bahasyna eýe bolýar.

Şol ýarym şaryň üstünde çäklendiriji meýdandan z daşlykda şu meýdana parallel üç guşagy kesip alýarys. Bu guşagyň merkezi burçuny $d\beta$ bilen, OZ oka otnositel radiusy r bilen belleýäris.



6.4-nji surat. Deňagramlylyk deňlemesini düzmekligiň hasap çyzygysy

Onda şol şar guşagynyň ini $ac = R \cdot d\beta$ bolup, akym meýdany:

$dA = (2\pi \cdot r) \cdot (R \cdot d\beta) = 2\pi \cdot (R \cdot \sin\beta) (R \cdot d\beta) = 2 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \sin\beta \cdot d\beta$ deň bolar.

Alnan elementar guşakda radial güýjenmäni bir hili (hemişelik) diýsek bolýar. Mälim bolşy ýaly, deňagramlylyk ýagdaýy kesip alnan ýarym şara täsir edýän güýçler OZ oka taslamada O deňdir:

$$F - \int \sigma_R (\cos \beta) dA = 0.$$

Bu aňlatmada dA meýdanyň bahasyny goýup, integralyň çäklerini 0-dan $\beta = \pi/2$ diýip alsak,

$$F - \int_0^{\pi/2} \left(\frac{B_{pr} \cdot A_{pr}}{R^2} \right) \cos \beta \cdot \cos \beta 2\pi R^2 \sin \beta d\beta = 0 \text{ bolar}$$

ýa-da

$$F - (B_{pr} A_{pr}) 2\pi \int_0^{\pi/2} \cos^2 \beta \cdot \sin \beta d\beta = 0.$$

β – boýunça integrirlenenden soň we çäk bahalary goýlandan soň:

$$F - (2/3)\pi \cdot (B_{pr} A_{pr}) = 0.$$

Onda gözlenýän köpeldijimiz

$$B_{pr} A_{pr} = 3F/2\pi \text{ bolar.}$$

Bu köpeldijini ýerine goýup, islendik nokatda radial güýjenmäniň tapylyş aňlatmasyny alarys:

$$\sigma_R = \frac{3F \cdot \cos \beta}{2\pi \cdot R^2}.$$

Radial güýjenmäni bilip, onuň ýarym giňişligi çäklendirýän meýdana parallel bolan dA^1 meýdandaky täsirini anyklaýarys.

Şonuň üçin deňleme düzýäris:

$$\sigma_R dA = \sigma'_R dA^1.$$

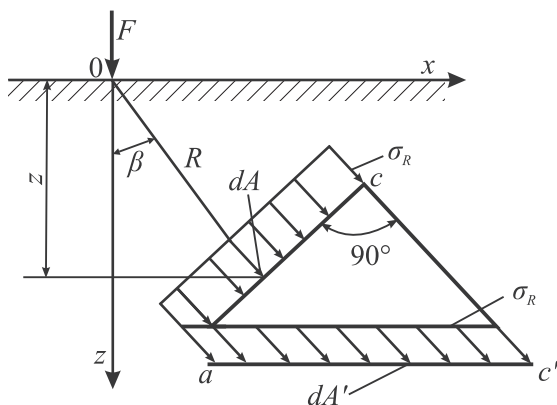
dA we dA^1 meýdanlaryň arasyndaky burç β hem-de $dA/dA^1 = \cos \beta$.

$$\text{Şeýlelikde, } \sigma'_R = \frac{3F \cos^2 \beta}{2\pi R^2};$$

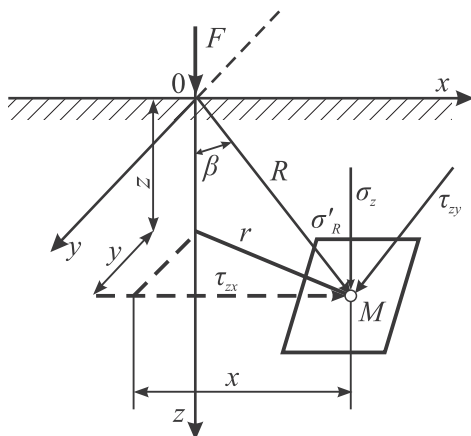
$z = R \cos \beta$ -ny göz önünde tutup, alarys:

$$\sigma'_R = \frac{3F \cdot z^2}{2\pi R^4}.$$

Ýarym giňişligi çäklendirýän meýdana parallel bolan ýapgyt meýdandaky σ'_R güýjenmäni bilip, ony şu meýdana dik (σ_z) we sür-tülmä täsir edýän (τ_{zx} , τ_{zy}) güýjenmelere dargadýarys. Ýokarda ady tutulan σ_z , τ_{zx} we τ_{zy} güýjenmeler bu ýagdaýda OZ , OX we OY oklaryna parallel bolýarlar.



6.5-nji surat. Gorizontál meýdana täsir edýän radial güýjenmäniň kesgitlenişiniň hasap çyzygysy



6.6-njy surat. Radial güýjenmäniň gorizonta
meýdanda bölünişiniň çyzgysy

$$\sigma_z = \sigma'_R \cos(\sigma'_R, OZ),$$

$$\tau_{zx} = \sigma'_R \cos(\sigma'_R, OX), \tau_{zy} = \sigma'_R \cos(\sigma'_R, OY),$$

$\cos(\sigma'_R, OZ) = Z/R$; $\cos(\sigma'_R, OX) = X/R$; $\cos(\sigma'_R, OY) = y/R$ göz
öňünde tutup, alarys:

$$G_z = \frac{3Fz^3}{2\pi \cdot R^5};$$

$$\tau_{zx} = \frac{3Fz^2 \cdot x}{2\pi \cdot R^5};$$

$$\tau_{zy} = \frac{3Fz^2 \cdot y}{2\pi \cdot R^5}.$$

Dikligine güýjenmäniň aňlatmasyny ýönekeý görnüşde ýazalyň.

Ýapgyt meýdandaky M nokadyň duran ýerini r we z koordinatalar okunda tapyp bolar:

$$R = \sqrt{z^2 + r^2} = z \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{1/2}.$$

Onda

$$\sigma_z = \frac{3F}{2\pi \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{5/2}} \cdot \frac{1}{z^2} \text{ ýazyp bolar.}$$

$$\frac{3}{2\pi \left[1 + \left(\frac{r}{z} \right)^2 \right]^{5/2}} = K \text{ bilen belläp,}$$

$$\sigma_z = K(F/z^2) \text{ ýazýarys.}$$

Ölçeg birliksiz köpeldiji K -nyň r/z gatnaşygynyň köpsanly bahalarynda netijeleri N.Syfowisiň tablisalarynda berilýär.

Görşümüz ýaly, ýarym giňşlikdäki ýapgyt meýdanyň haýsy-da bolsa bir nokadynda emele gelýän güýjenmeler topragyň görkezijilerine bagly däl. Emma dik meýdanlarda ýüze çykýan güýjenmeler, Puasonyň koeffisiýentine bagly bolup, çylşyrymly aňlatmalaryň kömegi bilen hasaplanýar.

OX okuna parallel bolan ýapgyt güýjenme

$$\sigma_x = \frac{3F}{2\pi} \left\{ \frac{x^2 z}{R^5} + \frac{(1-2\nu)}{3} \left[\frac{1}{R(R+z)} - \frac{2(R+z) \cdot x^2}{(R+z)^2 \cdot R^3} - \frac{z}{R^3} \right] \right\}.$$

Oy oka bolan ýapgyt güýjenme

$$\sigma_y = \frac{3F}{2\pi} \left\{ \frac{y^2 z}{R^5} + \frac{(1-2\nu)}{3} \left[\frac{1}{R(R+z)} - \frac{(2R+z)y^2}{(R+z)^2 R^3} - \frac{z}{R^3} \right] \right\}.$$

Sürtülme (galtasma) güýjenmeleri

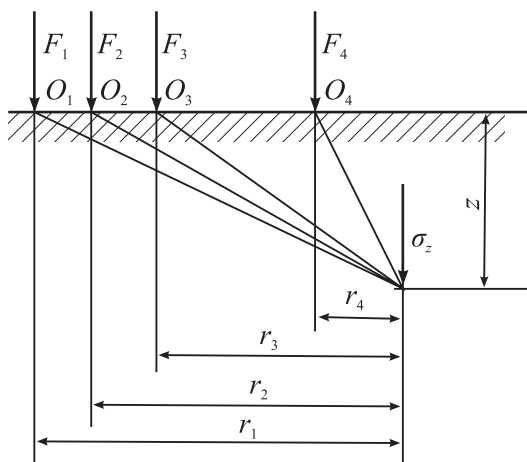
$$\tau_{xz} = \tau_{zx}; \tau_{yz} = \tau_{zy}; \tau_{xy} = \tau_{yx} = \frac{3F}{2\pi} \left[\frac{xyz}{R^5} - \frac{(1-2\nu)}{3} \cdot \frac{(2R+z)}{(R+z)^2} \cdot \frac{xy}{R^3} \right].$$

Eger ýarym giňişligi çäklendirýän meýdanda birnäçe jemlenen güýç goýlan bolsa, onda belli bir nokatdaky güýjenme, her bir güýçden emele gelen güýçlenmeler ýygynyndysyna deňdir. Bu wagtda her bir güýç, başga güýçlere garanda aýratynlykda täsir edýär diýip hasaplanýar.

Bu ýagdaýda

$$\sigma_z = \frac{1}{z^2} (K_1 \cdot F_1 + K_2 F_2 + K_3 F_3 + \dots K_n F_n) = \frac{1}{z^2} \sum_{i=1}^{i=n} K_i F_i.$$

Bu ýerde: i – merkezleşdirilen F güýjüň tertip belgisi; n – goýlan güýçleriň sany; $K_i - F_i$ güýje bagly ölçegsiz köpeldiji.



6.7-nji surat. Birnäçe merkezleşdirilen güýçden güýjenmäni kesgitlemegiň hasap çyzygysy

Hakykatdan-da desgalaryň fundamentleri ýere aýratyn ýygnalan güýçleri geçirmän, öz esaslarynyň meýdany boýunça deň ýaýran ýada başga bir kanun boýunça ýaýran güýji geçirýärler.

Bu ýagdaýda topraktaky güýjenmeleri hasaplamak üçin bu ýüklenen meýdany elementar dA meýdana paýlap, bu meýdanlarda olaryň merkezlerine goýlan dF ýygnalan güýçler täsir edýär diýip hasaplaýarlar we güýjenmeleri jemlemek usuly bilen hasaplaýarlar.

6.3. GÖNÜBURÇLUK MEÝDAN BOÝUNÇA DEŇ ÝAÝRAN GÜÝÇDEN GÜÝJENME

Gönüburçluk meýdanyň burçundan geçýän dikligine çyzygyň ugryndaky her bir nokadyň wertikal güýjenmesi şu aşakdaky aňlatma boýunça hasaplanýar:

$$\sigma_{z,c} = \frac{p}{2\pi} \left[\arctg \frac{lb}{z\sqrt{l^2 + b^2 + z^2}} + \frac{lbz}{\sqrt{l^2 + b^2 + z^2}} \left(\frac{1}{l^2 + z^2} + \frac{1}{b^2 + z^2} \right) \right].$$

Bu ýerde: p – güýjüň intensiwlik basyşy, MPa; l, b – fundament düýbünüň meýdanyň taraplary, m; z – gönüburçuň burçunyň dik aşagyndaky, güýjenme hasaplanýan nokat bilen arasyndaky dik aralyk.

Bu aňlatma kadalaşdyryjy kitaplarda şeýle görnüşinde berilýär:

$$\sigma_{z,s} = K_s p.$$

Bu ýerde: K_s – ýaýyň içindäki aňlatmanyň 2π bölünişine deň bolan koeffisiýent; $\sigma_{z,s}$ – güýjenme, burç güýjenmesi diýip aýdylýar; K_c – koeffisiýentiň bahasy tablisalarda

$$\xi_c = \frac{z_s}{b} \text{ we } \eta = \frac{l}{b}$$

baglylykda getirilýär.

Köp wagtlarda fundamentiň oturyşyny ýa-da onuň gyşaryşyny hasaplamak üçin fundamentiň esasyň burçundan, onuň merkezinden ýa-da ondan daşarda ýerleşen dik çyzyklarda ýatan nokatlarda hem güýjenmeleri hasaplamak gerek bolýar.

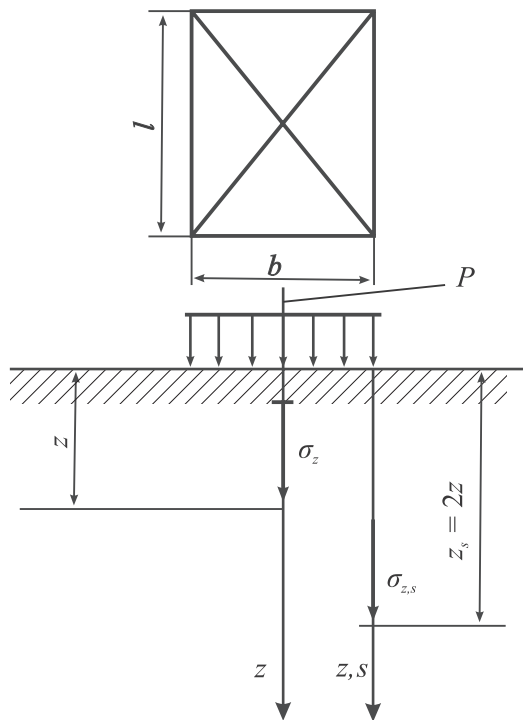
Gönüburçly ýüklenen meýdanyň merkezinden geçýän dik çyzykda z çuňlukda ýatan nokatdaky güýjenme

$$\sigma_z = Kp \text{ aňlatma bilen hasaplanýar.}$$

Bu ýerde K – koeffisiýent, K_s koeffisiýente meňzeş koeffisiýent we ol

$$\xi = \frac{2z}{b} \text{ we } \eta = l/b \text{ ululyklara bagly.}$$

Ýüklenen meýdanyň merkezinden ýa-da burçundan geçmeýän dik çyzykda ýatan nokatlarda güýjenme burç nokady usuly bilen hasaplanýar.



6.8-nji surat. Merkezi σ_z we burçlaýyn $\sigma_{z,s}$ dik normal güýjenmeleriň gatnaşygynyň çyzygysy

Burç nokady usul boýunça güýjenmeleriň hasaplanýşy.

Bu usul gönüburçlugyň burçundan geçýän dik çyzykda ýatan fundamentiň aşagyndan z_s çuňlukdaky $\sigma_{z,s}$ güýçlenme şu gönüburçlugyň merkezinden geçýän dik çyrakda ýatan we fundamentiň aşagyn-dan $z = \frac{z_s}{2}$ çuňlukdaky σ_z güýjenmäniň dördten bir bölegine deň diýen prinsipe esaslanandyr. Şonuň üçinem ýazyp bileris:

$$\sigma_{z,s} = 1/4 \sigma_z.$$

Şu deňlikden peýdalanylýp we K_s koeffisiýentini bilip, $\sigma_{z,s}$ ululygy we soňra σ ululygy ýa-da tersine tapyp bolar. Tejribede

$$\sigma_z = Kp$$

aňlatmadan köp peýdalanylýar. $\sigma_z = K_s p$ bilen hem $\varsigma = \frac{z_s}{b}$ göz önünde tutup, hasaplap bolar:

$$\sigma_{z,s} = \frac{K}{4} p.$$

Emma bu usul ýüklenen gönüburçlugyň içinden ýa-da daşyndan geçýän dik çyzyklaryň islendik nokadynda güýçlerini tapmaga mümkinçilik berýär.

Aşakda mahsus bolan dört çyzyga seredýäris:

a) Bu ýagdaýda M nokatdan geçýän dik çyzykda ýatan we z_s çuňlukda duran her bir nokatdaky güýjenme iki sany gönüburçlugyň ($MFBC$ we $MFAD$) burç güýjenmesiniň jemine deňdir.

$$\sigma_o = \sum_{i=1}^{i=2} \frac{K}{4} \cdot p; \quad K = f\left(\varsigma = \frac{z_s}{2}, \eta = \frac{1}{b}\right).$$

b) Bu ýagdaýda σ_z berlen nokatda güýjüň täsirinde döreyän we $MFBL$, $MLCE$, $MEDH$ we $MHAF$ gönüburçly meýdanlarda paýlanan dört sany burçlaýyn güýjenmeleriň jemi hökmünde kesgitlenýär.

ç) σ_z – bu ýagdaýda 4 sany burç güýjenmesiniň jemine deňdir. Emma burç güýjenmeleri ýüklenen ($MHAF$ we $MFBL$) meýdanlarda + alamaty bilen, $MHDE$ we $MECL$ ýüklenen meýdanlarda bolsa – alamaty bilen alynýar.

d) Bu ýagdaýda hem σ_z 4 sany burç güýjenmesiniň jemine deňdir. Öňki ýaly ($MFBL$ we $MEDH$) ýüklenen meýdanlardaky + alamaty bilen, ($MFAH$ we $MFCL$) ýüklenen meýdanlarda bolsa – alamaty bilen bolar.

Umumy görnüşde şeýle ýazmak mümkin:

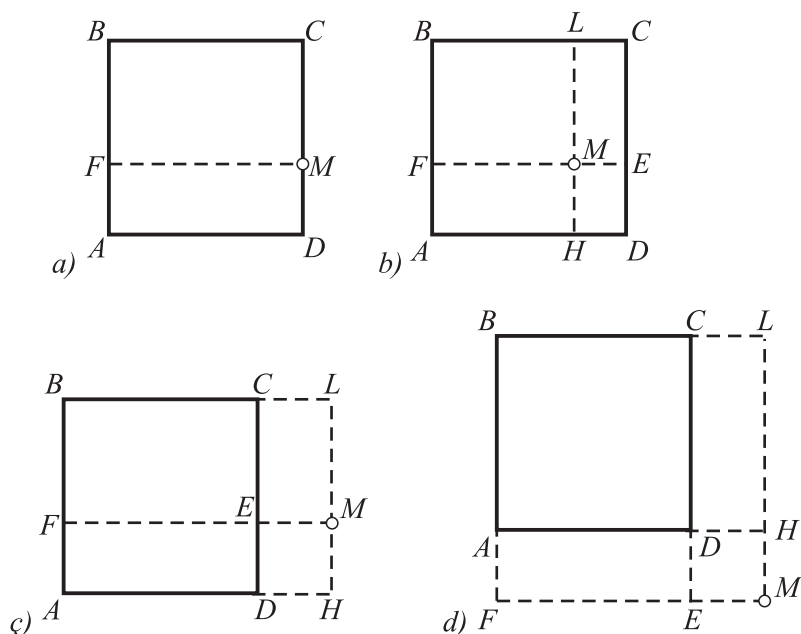
$$\sigma_z = \sum_{i=1}^{i=n} \pm \left[\left(\frac{K_i}{4} \right) \cdot p \right].$$

Deň ýaýran güýçden σ_z güýjenmesini burç nokady usuly bilen gönüburçluk meýdandan başga-da her hili meýdanlarda, ýagny olary köpburçluk, töwerek görnüşlere getirip hem anyklanýar. Meselem,

eger ýüklenen meýdan inedördül görnüşinde bolsa, $l = b = \sqrt{A}$ hasaplap kesgitlenýär.

Bu ýerde A – hakyky ýüklenen meýdan.

Bu usuly meýdan boýunça deň ýaýramadyk güýç ýagdaýynda hem ulanmak bolýar. Beýle ýagdaýda ýüklenen meýdany böleklerе paýlaýarlar we şu böleklerde güýçleri deň ýaýran diýip hasaplaýarlar.



6.9-njy surat. Dürli ýagdaýda ýatan M nokatdan geçýän dik güýjenmeleri kesgitlemegiň çyzygysy:

a – meýdanyň konturyndan; b – meýdanyň içinden;

ζ , d – meýdanyň daşyndan geçýän

Güýjenmeleri oňat görkezmek üçin onuň epýuryny dik we tekiz oklar boýunça gurýarlar.

Köp desgalar, şolar bilen bir hatarda we gidrotehniki desgalar, meselem, nasos stansiýasynyň jaýynyň fundamentleri lenta görnüşinde bolup, olar ýere insiz meýdanda dargan güýçden güýjenme berýärler. Bu ýagdaýda toprakdaky güýjenmesini tapmak üçin şu fundamentiň 1 m uzynlygyna seredýärler. Meselem, bendiň direg diwarlarynyň esasyndaky güýjenmeleriň tapylyşyna seredeliň. Bu ýerde bir zady

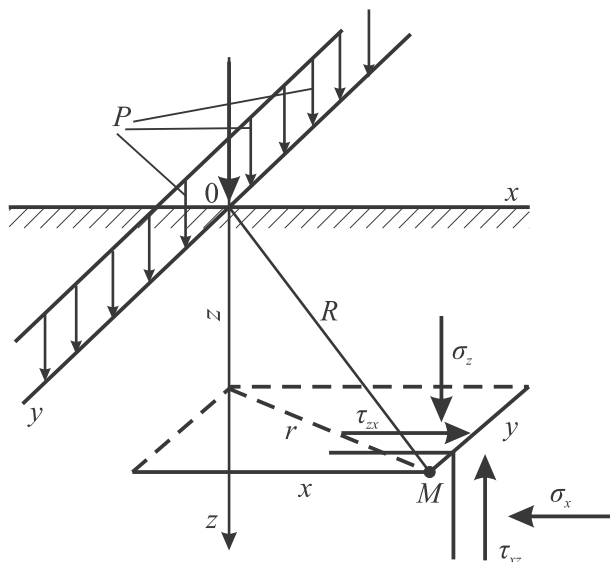
ýatda saklamak gerek. Şu meýdanyň uzynlygy boýunça täsir edýän güýjüň üýtgemegi mümkin. Bu ýagdaýda hasaplama geçirilýän wagtda ony üçburçluk ýa-da kanuny boýunça ýaýran ýa-da deň ýaýran diýip alýarlar.

Bu meseläniň esasynda uzyn çyzyk boýunça goýlan elementar jem güýçlerden güýjenmeleriň tapylyşy goýlandyr. Bu meseläni fransuz alymy F.Flaman (1892 ý.) çözüpdir.

Şeýlelikde, köp ulanylýan dik σ_z güýjenme, oňa 1 – bolan gapdal güýjenme σ_x , σ_z we sürtülme $\tau_{zx} = \tau_{xz}$ güýjenmeleri şu aşakdaky aňlatmalar bilen hasaplanýar:

$$\sigma_z = \frac{2pz^3}{\pi(x^2 + z^2)^2};$$

$$\sigma_x = \frac{2 \cdot d \cdot x^2 \cdot z}{\pi(x^2 + z^2)^2}.$$

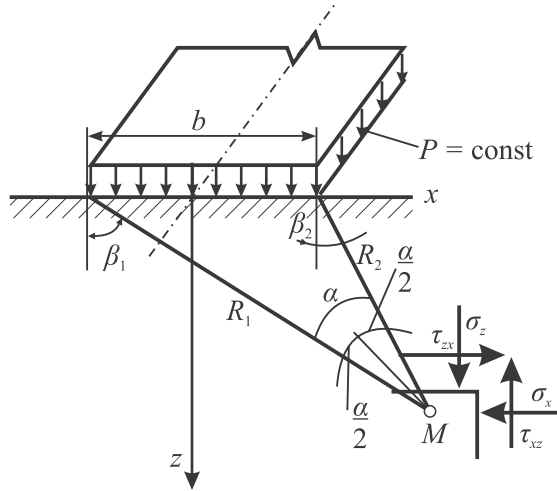


6.10-njy surat. Tükeniksiz ýüklenýän çyzykda güýjenmäniň paýlanyşynyň hasap çyzygysy

$$\tau_{xz} = \tau_{zx} = \frac{2px \cdot z^2}{\pi(x^2 + z^2)^2}.$$

Bu aňlatmalara seredip, bir zady aýtmak gerek, dik we gapdal hem sürtülme güýjenmeler, topragyň deformirleniş häsiýetleriniň görkezijilerine bagly dälendir.

p – güýç = const bolanda 1 p. m giňlikdäki insiz meýdan boýunça täsir edende, hasap çyzygy 6.11-nji suratda görkezilendir.



6.11-nji surat. Zolak boýunça deňölçepli paýlanan ýükden dörän güýjenmäni kesgitlemegiň hasap çyzygysy

Bu ýagdaýda σ_z , σ_x , σ_{xz} , σ_{zx} şu aşakdaky aňlatmalar bilen tapylýar:

$$\sigma_z = \left(\frac{p}{\pi}\right) \cdot \left[\beta_1 + \frac{1}{2} \sin 2\beta_1 - (\pm\beta_2) - \frac{1}{2} \sin(\pm 2\beta_2) \right];$$

$$\sigma_x = \left(\frac{p}{\pi}\right) \cdot \left[\beta_1 - \frac{1}{2} \sin 2\beta_1 - (\pm\beta_2) + \frac{1}{2} \sin(\pm 2\beta_2) \right];$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = \left(\frac{p}{2\pi}\right) \cdot (\cos 2\beta_2 - \cos 2\beta_1).$$

Bu deňlemelerde β_1 we β_2 radianda alnandyr. Eger M nokat ýüklenen insiz meýdanyň tekiz meýdana proyeksiýasyndan daşynda bolsa, β_2 – burçuň öňündäki alamat (+), içinde bolsa (–) α burça görüňýän burç diýilýär we $\alpha = \beta_1 - \beta_2$. Onda ýokardaky aňlatmany şeýle ýazyp bolýar:

$$\sigma_z = (p / \pi) [\alpha + \sin \alpha \cos(\alpha + 2\beta_2)];$$

$$\sigma_x = (p / \pi) [\alpha - \sin \alpha \cos(\alpha + 2\beta_2)];$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = (p / 2\pi) [\sin \alpha \sin(\alpha + 2\beta_2)]$$

ýa-da inedördül ýaýdaky aňlatmalary π we 2π bolup alyp we olary K_z , K_x we K_{zx} bilen belläp, ýazyp bilýäris:

$$\sigma_z = K_z p; \sigma_x = K_x p;$$

$$\tau_{zx} = \tau_{xz} = K_{zx} p.$$

Bu ýerde: K_z , K_x , K_{zx} – koeffisiýentleriň bahalary N.A.Sytowiçiň kitabynda berlendir.

Şeýlelikde, şu ýokarda ýazylan aňlatmalaryň kömegi bilen ýarym giňişlik toprak massasynda ýerleşen her bir nokatda şu güýjenmeleri tapyp bolýar.

Köp wagtlarda topragyň güýjenme ýagdaýyny oňat göz önüne getirmek üçin güýjenmeleriň epýuryndan başga-da deň güýjenmeler epýuryny hem gurýarlar.

6.4. ÜÇBURÇLUK KANUNY BOÝUNÇA ÝAÝRAN GÜÝÇDEN GÜÝJENME

Bu ýagdaý σ_z , σ_x , $\tau_{zx} = \tau_{xz}$ deň ýaýran güýçden tapylyşy ýalydyr. Emma bu aňlatmalar örän çylşyrymly bolup, olary ýönekeýleşdirip ulanmak amatlydyr.

Gidrotehniki tejribede ýere güýjenme ýüklenen işçi meýdanda trapesiýa kanuny boýunça ýaýran güýji, deň ýaýran we üçburçluk

boýunça ýaýran güýç bilen çalşyp, güýjenmäni şu iki güýçden güýjenmeleriň jemi bilen tapýarlar.

Dik güýjenmä σ_z täsir edýän trapesiýa görnüşinde ýaýran güýçden osterbergiň nomogrammasyny ulanyp:

$$\sigma_z = \sum_1^n K_0 \cdot p \text{ aňlatma boýunça tapmak mümkin.}$$

Bu ýerde: p – deňölçeqli ýüküň intensiwligi; n – deňölçeqli bölünen üçburçluk görnüşli paýlanan zolaklaýyn ýüküň sany; K_0 – nomogrammadan fundamentiň otnositel inine we nokadyň çuňlugyna bagly alynýan koeffisiýent:

$$K_0 = f\left(\frac{b_2}{z} - \frac{b_1}{z}\right).$$

Osterbergiň nomogrammasy zolaklaýyn trapesiýa görnüşindäki inçe meýdan boýunça täsir edýän güýç üçin gurlan. Emma bu nomogrammamy başga kanun boýunça dürli görnüşdäki zolaklaýyn meýdanda täsir edýän güýçlerden täsir edýän σ_z – güýjenmesini tapmak üçin hem ulanmak mümkin. Meselem, trapesiýa boýunça insiz meýdanda täsir edýän güýçden z çuňlukdaky M_1 nokatda güýjenmesini tapmak üçin şu nokatdan trapesiýa görnüşdäki güýji iki bölege bölýän dik çyzyk geçiriji nomogrammadaky şekile getirýäris.

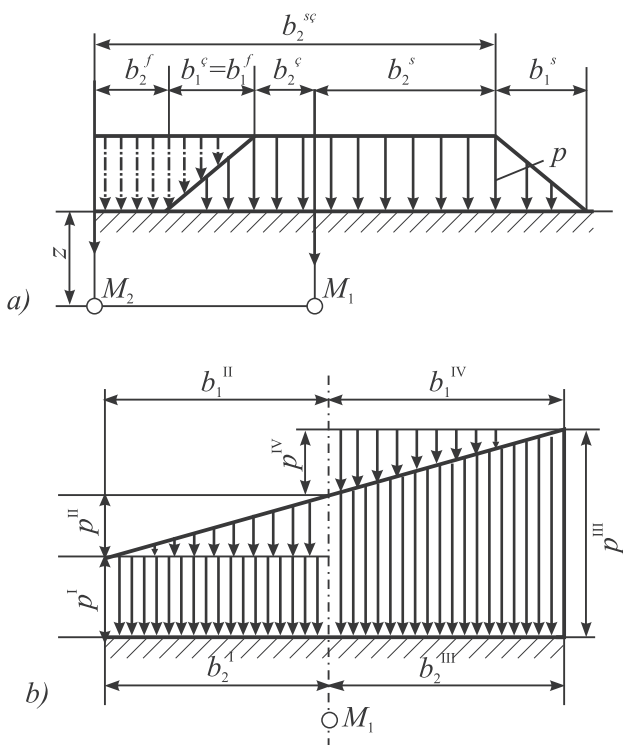
Ondan soň $\frac{b_1^s}{z}, \frac{b_2^s}{z}$ boýunça K_0^s we $\frac{b_1^s}{z}, \frac{b_2^s}{z} - K_0^s$ – tapýarys. Bu ýagdaýda:

$$\sigma_z = (K_0^s + K_0^s)p.$$

Eger güýjenme G_z tapylyan nokat M_2 şu ýagdaýda ýerleşen bolsa, Onda M_2 nokatdan dik çyzyk geçirilip, galp güýç goýulýar. Şonuň ýaly goýlan güýç bu çyzgyny nomogrammadaky görkezilen garşylyk güýç getirip, seredilýän çyzgyny hasaplamaga amatly ýagdaýa getirýär. Soňra b_1^s / z we $b_2^s / z, b_1^f / z$ we b_2^f / z gatnaşyklary tapýarlar we bulara baglanyşykda K_0^c we K_0^f koeffisiýentlerini nomogrammadan alýarlar. Bu ýagdaýda σ_z :

$$\sigma_z = (K_0^c - K_0^f)p$$

boýunça tapýarlar.



6.12-nji surat. Trapesiya görnüşli zolaklaýyn ýüküň dikligine normal güýjenmä täsiri üçin çyzgy (Osterbergiň nomogramması):

a – topraktan galdyrylan bendiň, gaçynyň esasynda;

b – çişgin diwarynyň, beton bentleriniň esasynda

σ_z – güýjenmäni aşakda görkezilen görnüşde ýüklenen meýdanda täsir edýän güýçden tapmak üçin z nokatdan dik çyzyk geçirip, güýji ikä bölýäris.

Çep tarapyny ýeňe-de ikä bölýäris, sag tarapyna bolmadyk üçburçluk görnüşindäki güýji goýýarys. Şeýlelikde, seretmän dört sany bölek alyp, ony nomogrammada görkezilen görnüşe getirdik.

Bu ýagdaýda birinji we üçünji böleklerde deň ýaýran güýç, ikinji we dördünji böleklerde bolsa üçburçluk bilen ýaýran güýç täsir edýär. Bu ýagdaýda (b_1^I we b_1^{III} nola deň) hem-de (b_2^{II} we b_2^{IV} nola deň). Soňra b_1/z we b_2/z – gatnaşyklary, hakykatda (b_1^I/z) = 0 we b_2^{II}/z , we b_1^{III}/z , b_2^{II}/z = 0 we; b_1^{III}/z = 0, b_1^I/z = 0 we b_2^{IV}/z = 0 gatnaşyklary-

ny tapýarys. Bu gatnaşyklara görä nomogrammadan $K_0^I, K_0^{II}, K_0^{III}$ we K_0^{IV} koeffisiýentlerini alýarys:

$$\sigma_z = K_0^I p + K_0^{II} p + K_0^{III} p - K_0^{IV} p.$$

Şu görnüşde M_1 nokatdan başga nokatlar üçin hem güýjenmeleri anyklaýarlar.

6.5. BIR JYNSLY DÄL TOPRAK ÝARYM GIŇIŞLIGINDE DAŞKY GÜÝÇLERDEN GÜÝJENME

Biz 6.2, 6.3, 6.4-de fundamentiň aşagynda birhilli (ýagny $p = \text{const}$) toprak bolanda, daşdan goýlan güýçden esasyda goýlan güýçleriň ýaýraýşyna seretdik.

Emma tejribede fundamentden aşakda birnäçe gat topragyň bolmagy mümkin. Bu ýagdaýda toprakdaky güýjenmeler birnäçe ýagdaýlar üçin tapylandyr.

6.5.1. Çuňluk boýunca umumy deformasiýa moduly üýtgeýän topraklar

Bu ýagdaýda z' çuňlukdaky topragyň umumy deformasiýa moduly E_z

$$E_z = E_{z=1} \cdot Z^{(\psi-3)}$$

aňlatma boýunca tapylýar.

Bu ýerde $E_{z=1} - z = 1$ m bolanda topragyň umumy deformasiýa moduly; ψ – güýjenmäniň konsentrasiýa koeffisiýenti.

Meýdanyň daşynda goýlan ýeke-täk F güýçden, güýjenmäni O.Frelihiň

$$\sigma_z = \frac{\psi \cdot F \cdot \cos^w \beta}{2\pi R^2} \quad (6.1)$$

aňlatmasy boýunca tapylýar.

Deformasiýanyň üznüksizdigi sebäpli,

$$\psi = \left[1 + \left(\frac{1}{\nu} \right) \right].$$

Bu ýerde: ν – Puassonyň koeffisiýenti 0,5-den uly bolmagy mümkin däl. Onda $\psi = 3$ bolanda σ_z aňlatma $\sigma_z = \frac{3Fz^3}{2\pi R^5}$ öwrülýär.

Şeýlelikde, $\psi = 3$ ýagdaýda deformasiýa çuňluk boýunça üýtgemýär, onda ýarym giňişlik birhilli topraktan durandyr.

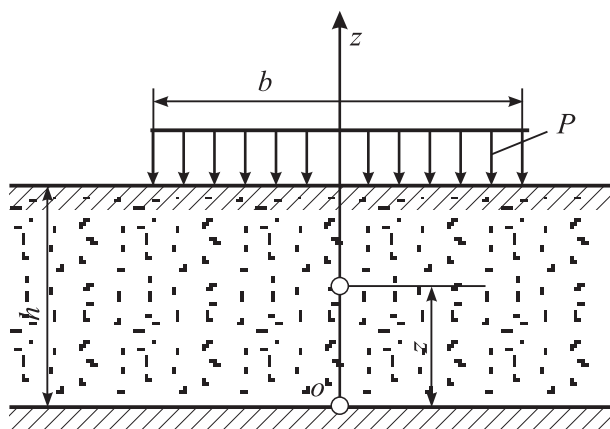
6.5.2. Anizotrop topraklar

Eger E_z , E_x we E_y deňölçegli bolsa, onda ýüklenen meýdanda deň ýaýran güýçden güýjenmäni K.Wolfuň

$$\sigma_z = \frac{2pz^3}{\pi(x^2 + z^2)R_1^2} \cdot K_a \text{ bu ýerde } R_1 = \sqrt{K^2x^2 + z^2}, K_a = \sqrt{\frac{E_z}{E_x}}.$$

aňlatmasy bilen tapýarlar, oňa anizotroplyk görkezijisi diýilýär.

Eger $K_a = 1$ bolanda K.Wolfuň aňlatmasy $\sigma_x = \frac{2pz^3}{\pi(x^2 + z^2)^2}$ aňlatma öwrülýär.



6.13-nji surat. Deňölçegli paýlanan intensiwligi P bolan ýüküň çäklenen galyňlykly (h) topraga täsiri

6.5.3. Aşagynda gysylmaýan gatlak bar bolan toprak

Bu ýagdaýda iki sany gatlagyň degip gysylýp duran ýerinde (M) – güýjenmesini tapmak ugurda köp alymlar işläp, şu güýjenmäni p hasabyna görä hasaplapdyr. Sowet alymy M.I. Gorbunow-Posadowyň bu meseläni çözüň netijeleri tablisalarda berilýär. Güýç merkezden täsir etse, fundament bilen esasyň degip duran ýerindäki topraktaky güýjenme $\sigma_z = \frac{F}{A}$ bolar.

Güýç merkezden daşynda täsir edende

$$\sigma_{z=0} = \frac{F}{A} \pm \frac{M_x \cdot y}{J_x} \pm \frac{M_y \cdot x}{J_y} \text{ bolýar.}$$

Bu ýerde: F – esasyň topragyna fundamentiň aşagyndan geçirilýän ähli ýükleriň deň täsir edijisi; A – fundamentiň aşagynyň meýdany; M_x we M_y güýçleriň esasyň aşagy boýunça O_x we O_y oklara görä täsir edýän güýçleriň pursatlary; J_x we J_y – şol ýagdaýda inersiýa pursatly; x we y fundamentiň aşagynyň güýjenme kesgitlenýän nokadynyň koordinatalary.

6.6. ESASYŇ TOPRAGYNA BERILÝÄN ÇÄK GÜÝÇLER

Topraklardaky daşky güýçden emele gelen güýjenme şu topragyň fiziki ýagdaýy bilen onuň deformirlenişini anyklaýar. Öňde, ýokardan berilýän, ýuwaşdan köpelyän güýjüň astynda toprakda bolan deformasiýany üç hili fazada bolup geçýänini belläpdik. Daşky güýçlerden birinji fazada barýan güýjenme topragyň struktura baglanyşyklaryndan uly bolsa, gaty bölejikleriň bir-birine görä süýşüşine getirýär. Daşky güýjüň artmagy bilen bu süýşmä köp bölejikler gatnaşýarlar. Birinji fazanyň ahyryna, ikinji fazanyň başyna gelip, güýjenmeleriň artyşynda, aýratyn süýşýän meýdanlary emele gelyärler. Bu ýagdaýda şu meýdanlarda ýüze çykyan sürtülme topragyň sürtülmä bolan çäk görnüşinde başlaýar.

Birinji we ikinji fazanyň çägendäki daşdan berilýän güýje başlangyç ýa-da birinji çäk güýç diýilýär. $P_{kr,1}$ ikinji fazanyň ahyrynda ýa-da birinji fazanyň başynda toprakda tutuş süýşüşiň meýdanlary emele gelip, bu meýdanlardaky sürtülme güýjenmeleri topragyň çäk sürtülme garşylygyndan artpdyrlar. Ikinji fazanyň ahyryna ýa-da üçünji fazanyň başyna dogry gelýän daşky goýlan güýje ikinji çäk güýç diýip at berilýär. Topraga ýokardan goýlan güýjüň ikinji çäk güýçden çalaja köpelmegi, topragyň berkliginiň durgunlylygyň ýitirilmegine alyp barýar. Şeýlelikde, birinji we ikinji çäk güýçler topragyň berkligi boýunça çäk ýagdaýy bilen baglydyr. Topragyň berkligi bolan çäk ýagdaýy, ýokarda görkezişi ýaly, onuň çäk deňagramlylyk deňlemesi bilen anyklanýar:

$$\sin \varphi = \frac{\sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 + \sigma_3 + 2\text{ctg}\varphi}.$$

Topraga d çuňlukda girýän, p deň ýaýran güýji esasa berýän fundamentiň aşagyndaky başlangyç çäk güýjüň hasaplanyşyna seredeliň. Bu mesele birinji bolup N.Puzyrewskiý tarapyndan çözüldi.

Fundamentiň gapdalyndaky topragyň agramyny deň ýaýran güýç $P_g = pgd$ bilen çalyşýarys. M nokatdaky P_g güýçden güýjenmäni gidrostatiki ýaýran diýip, tekizligine täsir edýän güýjenmäni $\sigma_{z,g} = \sigma_{y,g} = \sigma_{x,g} = pg(d+z)$ alýarys.

Bu güýjenmäniň toprakdaky M nokatdan onuň agramyndan emele gelýän baş güýjenmeler hem diýilýär. Onda

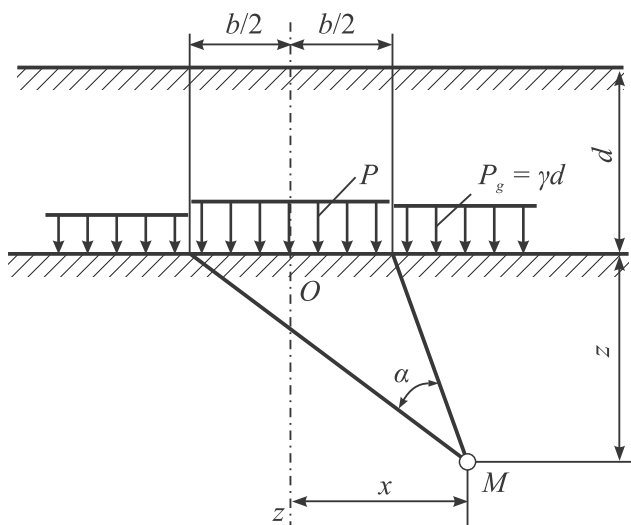
$$\sigma_{1,g} = \sigma_{2,g} = \sigma_{3,g} = pg(d+z).$$

Şeýlelikde, çäkden alnan, koordinatalary z we görülýän burç α bilen tapylýan M nokatdaky umumy baş güýjenmeler.

$$\sigma_1 = \left(\frac{p}{\pi} \right) (\alpha + \sin \alpha); \quad \sigma_3 = \left(\frac{p}{\pi} \right) (\alpha - \sin \alpha)$$

aňlatmalar boýunça şu aşakdaky ýaly ýazylýar:

$$\sigma_1 = \left(\frac{p - \rho dg}{\pi} \right) (\alpha + \sin \alpha) + \rho g(d+z),$$



6.14-nji surat. Birinji çäk güýji kesgitlemek üçin hasap çyzygysy

$$\sigma_3 = \left(\frac{p - \rho dg}{\pi} \right) (\alpha - \sin \alpha) + \rho g(d + z).$$

σ_1 we σ_3 bahalary çäk deňagramlylyk deňlemesine goýup we ony z – boýunça çözssek, taparys:

$$z = \frac{p - \rho dg}{\pi \rho g} \left(\frac{\sin \alpha}{\sin \varphi} - a \right) - \frac{c}{\rho g} \operatorname{ctg} \varphi - d.$$

Bu aňlatma belli bir deň güýjenmeler çyzygyna degişli bolan we p güýçden çäk deňagramlylykda duran M nokadyň, nähili z çuňlukda durşuny görkezýändigini aňladýar.

Praktiki taýdan haýsy çuňlukdan (z_{\max}) soň, çäk deňagramlylyk ýaýraýşy dördedýändigini aňladýar.

Bu çuňlugy (z) tapmak üçin matematikanyň ekstremal bahany tapmak usulyny ulanýarys. Şonuň üçin ýokarky deňlemäniň z we α baglylykdaky birinji önümi tapyp we ony nola deňläp, emele gelen deňlemäni α boýunça çözüp taparys:

$$\frac{dz}{d\alpha} = \frac{p - \rho dg}{\pi} \left(\frac{\cos \alpha}{\sin \varphi} - 1 \right) = 0.$$

Bu ýerde $\alpha = \frac{\pi}{2} - \varphi$; $\sin\left(\left(\frac{\pi}{2}\right) - \varphi\right) = \cos\varphi$; $\cos\alpha = \sin\varphi$ tapýarys.

$$z_{\max} = \frac{p - \rho dg}{\pi \rho g} (\operatorname{ctg}\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}) - \frac{c}{\rho g} \operatorname{ctg}\varphi - d.$$

Bu deňleme p deň ýaýran güýç täsir edýän insiz meýdançanyň aşagynda z_{\max} çuňluga çenli çäk deňagramlylyk oblasty ýaýrar diýip görkezilýär. Bu oblasty aşaky görüňän burç (α) bilen tapýarlar.

Bu aňlatmadan çäk güýjüni tapyp bolýar:

$$P_{cr} = \frac{\pi}{\operatorname{ctg}\varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} (\gamma \cdot z_{\max} + \gamma \cdot d + c \cdot \operatorname{ctg}\varphi) + \gamma d.$$

Eger bu aňlatmada $z_{\max} = 0$ bahasyny goýsak, entäk topragyň bir nokadynda hem çäk deňagramlylyk döremedik ýagdaýyndaky çäk güýji alarys, ol güýç esas üçin düýbünden howpsuzdyr, ol başlangyç, birinji çäk güýçdür.

$$P_{kr,1} = \frac{\pi(\gamma \cdot d + c \cdot \operatorname{ctg}\varphi)}{\operatorname{ctg}\varphi + \varphi - \left(\frac{\pi}{2}\right)} + \gamma \cdot d.$$

Ikinji çäk ýüki indiki aňlatma boýunça kesgitläp bolar:

$$P_{kr,2} = (q + \operatorname{ctg}\varphi) \left(\frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi} \right) e^{\pi \operatorname{tg}\varphi} - c \cdot \operatorname{ctg}\varphi.$$

W.G.Berezanewanyň aňlatmasy boýunça hem tapyp bolar:

$$P_{kr,2} = N_{\gamma} \cdot \gamma \left(\frac{b}{2} \right) + N_q \cdot q + N_c \cdot c.$$

Bu ýerde: N_{γ} , N_q , N_c – topragyň göterip bilijilik ukyplylyk koeffisiýenti; γ – topragyň udel agramy; d – fundamentiň goýluş çuňlugy; c – topragyň udel ýelmeşmesi; q – gapdal ýük, $q = \gamma \cdot d$.

VII BAP

ESASLAR WE FUNDAMENTLER

7.1. ESASLARYŇ WE FUNDAMENTLERIŇ GÖRNÜŞLERI

Topragyň esaslary tebigy ýa-da emeli bolup bilýärler. Emeli esaslar topragyň häsiýetlerini oňatlaşdyrmak usulyna esaslanandyr we olary dykyzlandyrmak, berkitmek ýa-da çalşyrmak ýoly bilen amala aşyrylýar.

Topragyň deformasiýasyny azaldýan başga-da birnäçe goşmaça gurluşlar goýulýar. Bu goşmaca gurluşlar fundamentden esasa berilýän güýjenmelerini geçirilişini üýtgedýärler. Bulara toprak we daş ýassyklary, şuntlar girýärler.

Fundamentler şu aşakdaky talaplary ödemelidirler:

– berk we ömürli bolmaly, ýerasty we ýerüsti suwlaryň täsirlerine we sowuklyk döwluşine durgun bolmaly;

– süýsmä we agdarylyşa durgun bolmaly;

– oturyşy GÇ we D-de görkezilen kadadan uly bolmaly däl;

– tehniki-ykdysady taýdan özüni ödemeli.

Ýerüsti topraklary oňat dykyzlanmadyk bolýarlar, mikrobiologiki hadysalara ýakyn, gysda doňýarlar, tomusda ereýärler, öllenýärler. Şonuň üçin ýeriň üstüne ýakyn bolan topraklar esas görnüşinde ulanmaga ýaramaýarlar. Şol sebäpli fundamentden topraga berilýän güýjenme onuň berk az gysylan gatlaklaryna berilsin diýip, ony ýeriň üstünden belli bir çuňlukdan gurup başlaýarlar.

Birnäçe ýagdaýlarda, aýratyn-da, gidromeliorasiýa gurluşygyn-da göze görnüp duran fundament ýokdur ýa-da ony esasy desgadan aýryp görkezmek kyn. Meselem, toprakdan ýasalan bent gös-göni esasa direlýär. Başga-da desgalarda fundamentiň ýerini aşaky has ýaýran bölegi tutýar.

Fundamentler çuňlugy, güýji, kabul edişi, ony topraga geçirişi, göwresiniň materialy, ulanylyşy we gurluş usuly boýunca toparlara bölünýärler.

Düýbünüň goýluş çuňlugy boýunça çuň däl we çuň fundamentler belleýärler. Eger fundamenti gurmak üçin gazylan fundament çuku-

ryny çuňlугy 5–6 çenli bolsa, bulara çuň däl fundament diýilýär. Çuň fundament diýip şu aşakdaky ýagdaýda aýdylýar:

- çuňlугy 6 m uly we $d_n/b > 1,5 \dots 2$ bolan fundamentlere;
- çuňluga urlup (sokulyp) girizilen fundamentlere;
- fundamentler güýjüň astynda işleýşi boýunca egilmeyän we egilýän bolýarlar;
- göwresiniň görnüşi boýunca aýratyn duran, lenta görnüşinde tutuş massiw görnüşinde, gatyşykly we gazyk (swaý) görnüşinde bolup bilerler.

Fundamentleriň materialy kerpiçden, daşdan, betondan ýa-da demirbetondan bolup bilýär. Köp wagtlarda diregleri (swaý) taýýarlamak üçin turba, ikitagmaly we başga hili görnüşdäki polat, şeýle-de polimerbeton hem ulanylýar. Kä ýagdaýlarda agaç hem ulanylýar.

Fundamentleriň ulanylysy boýunça senagat, raýat, oba hojalyk we başga jaýlaryň fundamentlerine bölünýärler.

Gurluşy boýunça fundamentler monolit (bitewi), ýygnaýan, ýa-da ýygnaýan monolit görnüşinde bolýarlar.

7.2. DESGA BILEN ESASYŇ BILELIKDÄKI DEFORMASIÝASY

Köp desgalaryň esasy bölegi bilen fundamenti bir konstruksiýada bolýar. Şeýlelikde, olaryň her bir nokady topragyň deformasiýasynyň yzyny yzarlap bilenok. Şeýdip, bütin desganyň maýyşgaklygy emele gelýän güýjenmäni azdan tekizläp, topraga deňölçegli geçirýär. Munuň özi esasy desganyň böleklerinde goşmaça güýjenmeleriň emele gelmegine getirýär. Bu güýçler we güýjenmeler özleriniň çäk bahalaryndan uly bolsa, desganyň kadaly işlemegini bozýar, hatda awariýa hem getirmegi mümkin. Şonuň üçin desganyň dogry ulanylyşyny goramak üçin, esas bilen desganyň fundamentiniň birlikdäki deformasiýasyna seretmeli.

Aşakda desga bilen onuň esasyň bilelikde işlemeginde ýüze çykýan deformasiýalary bilen tanşalyň. Bu deformasiýalar dikligine, gapdallygyna, burçlaýyn üstki üýtgeýişler, şeýle-de toprak massiwiň üýtgeýşi ýaly hilde ýüze çykýarlar.

Dikligine deformasiýalar (üýtgeýişler) şu aşakdaky ýagdaýda bolýar:

Oturyşan – ýuwaş we otnositel kiçijik deformasiýa – topragyň strukturasynyň düýpli üýtgemegi bolmazdan daşky güýçleriň täsirinde dykzlaşmagy;

Çöküşi – topragyň strukturasynyň üýtgemegi bilen baglanyşykly tiz, daşky güýçler bilen bir hatarda, başga ýagdaýlaryň hem täsirinde bolup geçýän deňölçeşsiz oturyş.

Ýokarda aýdylan başga ýagdaýlara mele topragyň öllenmegi, hemişe doňup ýatan topraklaryň eremegi, torflaryň guramagy girýärler.

Göterilmek we oturyş deformasiýalary köp hili toýun topraklaryň suwuň (çişmeklik we oturylyşy) we temperaturanyň (sowukdan çişmegi) ýa-da himiki maddalaryň täsiri bilen ýüze çykýar.

Oturmak – ýeriň üstüniň, ýerasty gazys işleri geçirilende, ýerasty suwlar aşak düşende, suffoziýa bilen baglanyşykly aşak düşmelerde bolýar.

Dikligine bolýan deformasiýalaryň fundamentiň tutýan meýdany boýunça deň ýa-da deň däl bolmagy mümkindir.

Desga üçin deformasiýa deň däl bolanda howply ýagdaý döreýär. Beýle ýagdaýyň ýüze çykmagyna, inžener-geologiki, gidrogeologiki işler we desganyň konstruksiýasynyň aýratynlygy sebäp bolýar.

Gapdal üýtgeýişleri (deformasiýalar) gapdaldan täsir edýän güýçleriň täsirinde desganyň ýa-da toprak massiwiniň süýşmeginde bolup geçýärler.

Burç üýtgeşmeleri toprak fundamentiň aşagyndan gysylýp çykanda, kenar gyralarynyň süýşmeginde bolup geçýär.

Bu ýokarda ady tutulan deformasiýalary şu aşakdaky görkezijiler bilen häsiýetlendirýärler:

- aýratyn fundamentiň esasynyň absolýut oturyşy S ;
- desganyň esasynyň ortaça oturyşy \bar{S} ;
- iki sany fundamentiň otnositel deň däl oturyşy $\Delta S/L$, ýagny oturyşy deň bolmadyk desganyň deformasiýasy (gyşarmak) görnüşinde ýüze çykýarlar;
- fundamentiň ýa-da tutuşlygyna desganyň gapdal süýşmegi.

7.3. FUNDAMENTIŇ ESASYNY SAÝLAP ALMAK WE OLARY GURMAK

Fundamentiň esasyňy saýlap almak, ony gurmak üçin çig mal saýlamak jogapkärli meseleleriň biri hasaplanýar. Bu meseläni çözmekde topraklaryň düzülişini we häsiýetlerini anyklaýan tebigy ýagdaýy bilmek zerurdyr. Bu ýagdaýlaryň üýtgeşikligi we meseläniň inžener çözülişiniň köp bolmagy, umumy mesele çözülişinde birnäçe görnüşe seredilmegi olardan az çig mal we zähmet çykdajysy bilen guralýan görnüşini saýlap almaga getirýär.

Fundamentiň görnüşini saýlamak

Fundamentiň görnüşini saýlap almakda desganyň konstruksiýasy we desganyň haýsy pudaga degişlidigini göz önünde tutmak gerekdir.

Fundamentiň çig malyny saýlap almak meselesi kerpiç, beton, demirbeton we beýlekilere degişlidir. Betonyň kysymy 200-den pes bolmaly däl we az sementli bolmaly. İşleýän zonasyna görä 230, 260, 290 kg/m³ sement alynýar.

Esasy saýlap almakda şu meýdanyň inžener-geologiki we gidrogeologiki ýagdaýy esasy orny tutýar. Ýokarda ady agzalan ýagdaýlary shemalaşdyrmak we fundamentiň dogry görnüşini seçmek üçin esaslary berk we gowşak görnüşlere bölýärler.

Ýeterlik berkligi bolan we az dykyzlanan esasa berk esas diýilýär. Berk esaslara (topraklara) daş, iri döwlen toprakly çäge (toz we ýumşak ownuk çägeden başga), gaty, ýarymgaty berk maýyşgak toýun topraklar girýär.

Desgalara oňat esas bolup bilmeýän, ulanyşda köp deformasiýa berýän topraklar gowşak topraklara girýärler. Bu topraklara tozga, torf, torfly we getirilip dökülen topraklar degişlidir.

Ondan başga-da esaslara bir hilli toprakdan we gat-gat köp hilli topraklaryň goşulyp düzülmeginden ybarat bolup bilýärler.

Ýeriň üsti tekiz ýa-da ýapgyt, dag etegi ýaly bolup biler.

Esas saýlap alnanda ýerasty we ýerüsti suwlaryň ýeriň üstünden çuňlughy, olaryň duzlulygy hem esasy orny eýeleýär.

7.4. FUNDAMENTLERI WE ONUŇ ESASLARYNY ÇÄK ÝAGDAÝ BOÝUNÇA TASLAMAGYŇ ESASLARY

Desgalary gurmakda we olary ulanmakda toplanan baý tejribe şu desgalaryň döwrlüşi ýa-da awariýa bolşy, desgalaryň esasy bolan topraklaryň berkliginiň ýa-da durgunlylygynyň ýitmeginde bolup geçýändigini görkezýär. Desgalaryň şu ýagdaýynyň gelmegi bilen desgalary ulanmak mümkinçiligi ýok ýagdaýa çäk ýagdaý diýilýär. Sonuň üçin hem desgalary onuň esasy ýa-da fundamentiniň taslanan wagtda şu aşakdaky ýagdaýyň, fundamentden ýokarky konstruksiýa-da we esasyda, gurluş we ulanyş wagtynda ýüze çykmazlygyny gazanmaly.

Şu nukdaýnazardan fundamentleri we onuň esaslaryny çäk ýagdaý boýunça taslamaklygyň esasy toparlarynyň biri, hususy desgada, onuň aýratyn böleklerinde, fundamentde ýa-da esasyda, güýjenme deformasiýa özüniň çäk bahasyna ýakyn bolmagy emma şu bahalardan uly bolmazlygyny gazanmakdan ybaratdyr. Bu çäk güýjenmeler we deformasiýalar Türkmenistanyň gurluşyk kadalarynda görkezilýär.

Häzirki wagtda ulanylýan TKG 2.02.01. 98-iň görkezilişi boýunça esasy 1 we 2 topar çäk ýagdaý boýunça hasaplamaly.

Göterip biliş ukyby boýunça (berkligini we durnuklylygyny saklamak).

Deformasiýa boýunça (oturyş, egilme, gyşarma).

Göterip biliş ukyby boýunça hasaplamagyň maksady topraklaryň berkligini, durgunlylygyny, fundamentleriň düýbi boýunça süýşmezligini ýa-da agdarylmazlygyny, kenarlaryň süýşmezligini goranmakdan ybaratdyr.

Hasaplama şu ýagdaýyň ýerine ýetirilmegi bilen geçirilýär:

$$F \leq \frac{\gamma_c}{\gamma_n} \cdot F_u.$$

Bu ýerde: F – esasa iň agyr ýagdaýda täsir edýän güýç; γ_n – ynamlylyk koeffisiýenti, desganyň görnüşine baglylykda alynýar; γ_c – topragyň işleýiş şertine bagly koeffisiýent; F_u – topragyň şu alynýan güýçleriniň täsirindäki göterip biljek kiçi güýji.

Ikinji çäk ýagdaýy, ýagny deformasiýa boýunça hasaplamak indiki aňlatmany kanagatlandyrmaly:

$$S \leq S_u.$$

Bu ýerde: S – hasap boýunça anyklanan topragyň oturyşy; S_u – TKG boýunça şu desga üçin çäk deformasiýa tablisalarda berilýär. Çäk deformasiýalar tablisasy desgalary köp ýyllap ulanmak ýagdaýynda çyzylypdyr. Bu tablisalarda absolýut we otnositel deformasiýalar hem görkezilýär.

Esasyň esasy hasaplamaşy deformasiýa boýunça hasaplamaşydyr. Göterijilik ukyby boýunça hasaplama bolsa, barlag hasaplamaşy bolup, desganyň berkligini ýitirmek howpy bolan wagtda hökmany taslama hasaplanýar.

Häzirki wagta çenli desga bilen onuň esasyňyň nazaryýet hasaplanyş usulynyň doly işlenen görnüşi ýokdur. Şonuň üçin hem çäk ýagdaý boýunça hasaplamalarda birnäçe koeffisiýentler bu işiň çözülişiniň ynamlylygyny artdyrmak üçin ulanylýar. Bu koeffisiýentler täsir edýän güýjüň üýtgemegini, desganyň ýa-da onuň aýratyn bölekleriniň işleýişiniň aýratynlygyny, topragyň hemme ýerde bir hilli dälidigini hasaba alýarlar.

Şeýlelikde, esaslary we fundamentleri çäk ýagdaý boýunça taslamak, fundamentiň şeýle ölçeglerini tapmakdan ybarat bolup, bu ýagdaýda güýjenme we deformasiýa бүтін desgany çäk ýagdaýa getirmeýär.

Garaşylan deformasiýa hasaplamak usuly bilen tapylýar. Bu ýagdaýda çyzykly deformirlenen toprak modeli ulanylýandyр. Bu usul, öňden bolşy ýaly, topragyň gysylyşynyň birinji fazasynda anyklanylandыр. Emma desgalary ulanyşyň baý tejribesiniň görkezişi boýunça, esasda plastik deformasiýanyň hem döreýşi kyn bir ýagdaýa getirenok. Şonuň üçin hem hereket edýän TKG fundamentiň gýralarynda L , b çuňluga çenli plastik deformasiýalar ýolbererlik diýip hasaplaýar.

Şeýlelikde,

$$P_{kr} = \frac{\pi}{\operatorname{ctg} \varphi + \varphi - \pi / 2} \cdot (\gamma \cdot z_{\max} + \gamma d + c \cdot \operatorname{ctg} \varphi) + \gamma d.$$

Bu aňlatmada $z_{\max} - \text{ýerine } z_{\max} = b/4$ goýup, topragyň hasaplanýan garşylygyny tapýarlar:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{x2}}{k} \left[M_{\gamma} k_z \gamma_{11} \cdot b + M_q d_1 \gamma'_{11} (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{11} + M_c c_{11} \right].$$

Bu ýerde: γ_{c1} we γ_{x2} – desganyň esasynyň topragyna baglylykda iş şerti koeffisiýentleri; $k = 1 \div 1,1$ kabul edilýär; M_{γ} , M_q , M_c – ölçegsiz GÇ we D-inden alynýan koeffisiýentler; k_z – koeffisiýent $b < 10$ m-de $k_z = 1$, $b \geq 10$ m-de; $k_z = (z_0/b) + 0,2$ ($z_0 = 8,0$ m); b – fundamentiň düýbüniň giňligi; d_1 – fundamentiň goýluş çuňlugy.

7.5. EMELI ESASLAR

Esas topraklary gowşak we tebigy esassa fundament taslamak mümkinçiligi ýok, gazyk we çuň oturdylyan fundamentleri taslamak tehniki-ykdysady tarapdan amatsyz bolsa, emeli esaslar paýdalanylýar. Gowşak topraklaryň häsiýetlerini gowulandyrmak (olaryň berkligini artdyrmak, dykzlandyryşy, suw geçirijiligini peseltmek) şeýle ýollar bilen geçirilýär: fiziki ýa-da mehaniki täsirler arkaly topragyň gaty böleklerini dykzlandyryp, ýagny olaryň göwrüm birligindäki massasyny ulaldyp, berkidip, ýagny dürli fiziki-himiki maddalar arkaly topraklaryň struktura berkligini artdyrýarlar ýa-da topraklaryň öýjükleriniň giňişligini berkidiji maddalar bilen doldurýarlar; topraklary gaýtadan işlemek we dykzlandyryp, ýagny (agdaryp, owardyp, suwlap, gatlap ýatyryýarlar we dykzlandyryýarlar) ýa-da berkidip (owardylan topraga berkidiji maddalary goşup) dykzlandyryýarlar.

Şonuň üçin emeli esasy gurmak usullary üç topara bölünýär:

– topraklaryň häsiýetlerini mehaniki usulda üýtgedýän (düzlemek, depgilemek, gidrodykzlama);

– esas topraklaryny doly ýa-da bölegini çalyşmak ýa-da gaýtadan işlemek (toprakdan düşek, toprak swaýlary, ýollaryň aşagyna toprak döküp dykzlandyrmak);

– esas topraklarynyň häsiýetlerini fizik-himiki gowulandyrmak (suw derejesini peseldip dykzlandyрма, çökýän emeli topraklary suwarma, silikatlaşdyрма, sementleşdirme, ýakma, elektrik berkitme we başgalar).

Emeli esaslary gurmak usullaryny her bir ýagdaýda tehnikykdysady hasaplamalar esasynda aşaky sebäplere: topraklaryň fiziki-mehaniki häsiýetlerine; desganyň konstruksiýa tehnologiýa enjamlarynyň bardygyna baglylykda saýlap alýarlar.

Emeli esaslary hasaplamagyň esaslary.

Emeli esaslar, edil tebigy esaslar ýaly, iki topar çäk ýagdaýlar boýunça hasaplanýar:

– berkligi boýunça hasaplamalar. Hasaplamalaryň maksady desgadan esasa berilýän ortaça güýjenme topragyň hasaplanan garşylygynda esas topragynyň şonuň ýaly hasaplanan $R_{u.o}$ garşylygyny, fundament düýbünüň ölçeglerini bellemekden durýar, ýagny indiki şert ýerine ýetmeli:

$$P_{ort} \leq R_{u.o}. \quad (7.1)$$

Toprak massiwiniň durgunlylygynyň hasaplamalary şeýle geçirilýär: esasynda ýapgytlygy saklamaýan we dykyzlanan toprak massiwinden aktiw gapdal basyşy kabul etmeýän gowşak, opurylýan toprak şertinde, ýagny wertikal guýular täsirinde toprak massiwiniň içinde süýşüş bolan ýagdaýda. Esasyň durgunlylygy ozal seredilen çäk deňagramlyk teoriýasyna esaslanan analitiki ýa-da takmyny grafoanalitiki usullar bilen geçirilýär.

Emeli esasyň dykyzlanan topragynyň berkliginiň häsiýetnamalary (φ we c) esasyň durgunlaýynlygyny gazanmak şerti bilen kabul edilen hasaplaýyş usuly arkaly anyklanýar. (φ we c) görkezijiler bahalarynyň dykyzlanyşyna, çyglylyga baglylykda ulanylyp, gerek bolan dykyzlanyş (öýjüklilik koeffisiýenti) anyklanýar.

Esasyň doly oturyşy S_{doly} (emeli esasyň S_{ee} we onuň aşagyndaky tebigy toprak gatynyň S_a – oturyşlary ýygynyndysy) desganyň çäk oturyşyndan uly bolmazlyk şertinde emeli esas gatynyň beýikligini anyklamak üçin deformasiýalar boýunça hasaplamalar geçirilýär:

$$S_{doly} = S_{e.e} + S_a \leq S_u. \quad (7.2)$$

Emeli esasyň hasaplanan garşylygy ($R_{e.e}$) emeli esasa berilýän dykyzlyga we çyglylyga baglylykda anyklanýar. Esasyň berkligini

we durgunlylygyny üpjün edýän emeli esas topragyň zerur dykyzlygy gaty topragyň dykyzlygy ($\rho_{d.ee}$) arkaly bellenyär we getirilýär.

Desganyň görnüşine, möhümligine we esasyň gurluş usulyna baglylykda çägeler üçin $P_{d.ee} = 1,7 \div 1,9 \text{ t/m}^3$, toýun topraklar üçin $\rho_{d.ee} = 1,55 \div 1,75 \text{ t/m}^3$ alynýar. Bellenen $P_{d.ee}$ üçin öýjükliklik koeffisiýenti aşaky aňlatma arkaly anyklanýar:

$$e_{ee} = (\rho_s / \rho_{d.ee}) - 1. \quad (7.3)$$

Emeli esasyň topragynyň öýjükliklik koeffisiýenti deslapky hasaplamalar üçin GK we D-leriniň tablisalaryndan alýarlar.

Emeli esasyň çyglylygynyň suw bilen doýan topraklarda aşaky aňlatma arkaly anyklanýar.

$$S_r = \rho_s w_{ee} / e_{ee} = 1, \quad (7.4)$$

bu ýerde

$$w_{ee} = e_{ee} / \rho_s. \quad (7.5)$$

Suwdan ganmadyk topraklaryň çyglanyşy dykyzlanyşyň amatly çyglylygyna (w_{amat}) deň edip alynýar. w_{amat} -nyň bahasy dykyzlamakda zähmeti az çekmek üsti bilen kesgitlenýär we şu aşakdaky ýaly alynýar: toýun topraklar üçin $w_{amat} = w_p + (0,01 \dots 0,03)$, çägelerde dykyzlandyryş usulyna baglylykda $w_{amat} = (0,8 \dots 1,0) S_r$. Emeli esasyň topragynyň öýjükliklik koeffisiýenti e_{ee} we çyglylyga w_{ee} anyklanansoň, GK we D-leriň tablisalaryndan emeli esasyň garşylygy R_0 alynýar, soňra fundamentiň düýbüniň ölçegleri hasaplanýar.

Hasaplanyp anyklanan fundamentiň içinde we iň az çuňlugynda emeli esasyň hasaplanan garşylygy, fundamentiň düýbüniň soňky ölçegleri anyklanýar.

Emeli esasyň beýikligini deformasiýasy boýunça hasaplamak. Deformasiýasy saýlap almak usuly bilen anyklanýar, sebäbi (2) aňlatmada emeli esasyň beýikligi bir üýtgeýän ululygyny emeli esasyň beýikliginde iki näbelli $S_{e.e}$, S_a bilen iş salyşmaly bolýar.

Desganyň aşakdaky işeň gysylýan gatlagyň doly beýikligindäki topragyň häsiýeti üýtgedilse, meseläniň doly çözgüdi bolardy, ýagny onuň oturyşy uly bolmazdy. Emma $S < S_u$ şerti göz önünde tutup, köp wagtlar ykdysady pikir esasynda emeli esasyň beýikligi

$H_{e.e} < H_g$ alynýar. Emeli esasyň beýikligini hasaplamak üçin saýlap almak usulyna derek gfafoanalitik usul ulanylýar. Bu usulda meseläni çözmek üçin fundamentiň esasyň aşak oturýan gatlak çäginde $S_{doly} = S_{e.e} + S_a$ -nyň epýuryňy gurýarlar, bu ýerde $S_{doly} = S_u$ emeli esasyň beýikligi bolýar.

7.6. MEHANIKI USULLARDA TOPRAKLARYŇ ÜST WE ÇUŇLUKDAKY DYKYZLANDYRYLYŞY

7.6.1. Üstki dykyzlandyрма

Topraklary üstden dykyzlandyrmak üçin tekiz we kulak katoklara, wibrokatoklara we ýeňil hem-de agyr depgileriň kömegi bilen düzlemek arkaly dykyzlaýarlar, aýratyn ýagdaýlarda suwasty we suwüsti partladýş hem ulanylýar.

Topraklar düzlenip tekizlenende we depgilenende, olar pes çyglylykda we çygly (suwdan ganyş derejesi $S_r \leq 0,7$) bolmaly, sebäbi katokdan we depgiden topraga geçýän dinamiki ýük az wagt täsir edýär, suwdan ganan topraklarda bu wagtyň içinde öýjükdäki suwuň basyşy uly bolup, bölejiklere täsir edýän dykyzlandyryjy güýjenme pes bolýar. Netijede, toprak durgunlylygyny ýitirip, katogyň ýa-da depginiň aşagyndan gysylýp çykýar. Topraklaryň amatly çyglylygynda oňat dykyzlanyş gazanylýar.

Düzlenen tekizlenmede katok bir ýerden birnäçe gezek geçirilýär. Amatly çyglylykdaky dykyzlanýan gatyň beýikligi topragyň görnüşine we ulanylýan enjama baglydyr. Meselem, tekiz katoklar 0,3...0,35, wibrokatoklar 0,3...0,5 m galyňlykda dykyzlaýarlar.

Üstünden depgilenende depginiň massasyna we onuň goýberiliş beýikligine baglylykda, esas topraklaryny 1,5...3,5 m çuňluga çenli dykyzlandyryp bolýar. Depgiler demir betondan kesilen konus görnüşinde, esasyň düýbüniň 1,8 m çenli, massasy 2...7 t aralygynda we agram merkezi aşak ýerleşen edilip taýýarlanylýar. Depginiň ýokarsynda ony ekskawatoryň ýa-da awtokranyň okuna daňmak üçin halka goýulýar. Depgini 4...8 m ýokarlykdaky bir ýere 5...10 gezek gaýtalaý urulýar, toprak üstüniň bir urgudan aşak düşüşiniň gaýtaryşy – toýun topraklarda 1–2 sm çägelde 0,5..1 sm alynýar.

Dykyzlanýan emeli esasyň galyňlygy (H_{ee}) depginiň diametrine we topragyň görnüşine bagly bolup, depginiň esasy düýbi diametri bilen aşaky baglanyşda bolýar.

$$H_{ee} = k d. \quad (7.6)$$

Bu ýerde k – koeffisiýent, ol çägeler üçin 1,55, toýunsow topraklar üçin 1,45, mele çägesow topraklar üçin 1,3, getirilip dökülen toýunlar üçin 1,2, toýunlar üçin 1,0 deň. Depgiler seçilip alnanda topraga berilýän statiki basyş çägelerde 0,015 MPa, toýun topraklarda 0,02 MPa-dan geçmeli däl.

Taslamada görkezilen dykyzlyk ($\rho_d = 1,55 \dots 1,75 \text{ t/m}^3$) dykyzlanýan gatyň düýbünde gazylmaly. Aşak gitdigiňçe dykyzlygyň peselýändigini göz önünde tutsak, gatyň üstündäki topragyň dykyzlygy örän uly bolýar. Eger gaýtaryş çägelerde 5 toýunlarda 8 sm uly bolsa, onda fundamentiň çukurynyň üsti 2...4 t massaly depgi bilen bir gezek urlanda depgileme amatly hasaplanýar.

Fundamentiň çukurynyň düýbünüň aşak düşüşini (gazylanda alynmaýan toprak gatynyň beýikligi ΔH) aşaky aňlatma bilen anyklamak mümkin:

$$\Delta H = \frac{e_0 - 0,5(e_{ee}^b + e_{ee}^H)}{1 + e_0} \cdot H_{ee}. \quad (7.7)$$

Bu ýerde: e_0 – tebigy ýagdaýdaky topragyň öýjüklilik koeffisiýenti; e_{ee}^b – dykyzlanýan topragyň üstündäki iň kiçi öýjüklilik koeffisiýenti; e_{ee}^H – aşagyndaky iň uly öýjüklilik koeffisiýenti.

Hasaplanan göwrümdäki toprak amatly çyglylyga çenli suwlannandan soň, depgileme işleri 12...24 sagatdan geçirilýär. Eger şu wagtyň dowamynda topragyň üsti çygly bolsa, onda onuň üsti 5...10 sm-e barabar gury toprak, kerpiç ownugy ýa-da söndürilmedik hek bilen örtülýär.

7.6.2. Topraklary çuňlukda dykyzlandyrmak

Emeli esasyň beýikligi 3,5 m-den geçse we toprak düşeklerini ulanmak çetin bolan şertlerde, ýagny opurylýan gowşak suwdan ganan doýan topraklarda çuňlukda dykyzlandyрма usuly ulanylýar.

Topraklary çuňlukda dykzlandyrmagyň prinsipi, olara dykzlaýjy girizmekden (inwentar gazyklary) we netijede, olaryň netijeligini dykzlaýjylaryň göwrümüne deň peseltmekden durýar. Eger dykzlaýjylardan edilen guýularyň diwarlary opurylman saklansa, dykzlaýjylar alnandan soň, guýulary toprak guýup dykzlaýarlar. Eger guýularyň diwarlary dönülmegine saklanmasa, onda onuň ýaly guýular içi boş, uýy açylýan metal gazyklar bilen edilýär. Gazyklar ýeke-ýekeden çykarylýar we içine toprak guýulýar. Beýle gazyklar bir-birine ýakyn oturdylanda çuňlugy (20 m çenli) birmeňzeş dykzlanmadyk toprak gazyklary bilen armirlenen emeli esas massiwi döreýär. Emma beýle gazyklaryň we olaryň arasyndaky dykzlanan toprak massiwiň deformirlenişi, takmynan, meňzeş, şonuň üçin beýle massiwe gazykly fundament diýmän esas diýilýär.

Aýratyn şertlerde dykzlaýjy deregine gidrowibratorlar ýa-da elektroimpulsly işçi organly dykzlaýjylar hem ulanylýar. Beýle dykzlaýjylar ýuwuş bilen bilelikde topraga girizilýär.

Ýerli çig mallardan bolan toprak gazyklary çökýän mele topraklarda, çäge gazyklary suwdan ganan toýun, dykz bolmadyk çäge, torfly topraklarda, hekden we şlakdan gazyklar suwdan ganan toýun we läbik topraklarda ulanylýar.

Toprak gazyklary wertikal deregine hem işläp, gysylan suwlary ýeriň üstüne çykarmaga mümkinçilik berýärler. Şeýlelikde, hatda gowşak suwdan ganan toýun we läbik topraklar hem tiz dykzlanýarlar we tiz berkeýärler.

Çäge (toprak) gazyklaryny taslamagyň maksady, olaryň gerek bolan sanyny, diametrini we çuňlugyny anyklamakdan durýar. Çäge gazyklaryny kese-kesiginiň meýdany $A_{s.b}$ -yň, dykzlanýan esas meýdany A_0 -a gatnaşygy we olaryň planda ýerleşigine baglylykda aňlatmalar arkaly anyklanýar:

$$\Omega = \frac{A_{s\omega}}{A_0} = \frac{(e_0 - e_{ee})}{(1 + e_0)}. \quad (7.8)$$

Onda çägeden gazygyň sany indikä deň bolar:

$$n_g = \Omega A_0 / \omega. \quad (7.9)$$

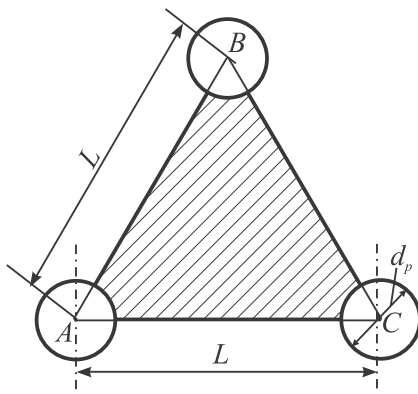
Bu ýerde: e_0 we e_{ee} – tebigy we emeli esas topraklarynyň öýjükli koeffisiýentleri; ω – inwentar gazygyň kese-kesiginiň meýdany.

Dykyzlanýan (A_0) meýdan fundamentiň esasynyň meýdanyndan (her tarapa 0,2 m) artyk alynýar.

Deňtaraply üçburçluklaryň uçlarynda ýerleşen toprak gazyklarynyň aralygyny aşaky aňlatmadan anyklaýarlar:

$$L = d_p \sqrt{\frac{\pi \cdot \rho_{ee}}{2\sqrt{3} \cdot (\rho_{ee} - \rho)}}. \quad (7.10)$$

Bu ýerde: $\rho_{ee} = \frac{\rho_s}{1 + e_{ee}} (1 + W) \cdot W$; ρ – dykyzlanmazdan öň esas topragyň çyglylygy we dykyzlygy.



7.1-nji surat. Gazyklaryň meýilnamada ýerleşşi

Suwdan gowşak ganan toýun topraklardan emeli esas beýikligini işjeň gatlak beýikligine deň edip alýarlar, gönüburçly fundamentlere bu galyňlyk $H_{ee} > 2$ ini, lenta görnüşli fundamentlere $H_{ee} > (3 - 4)$ ini edip alýarlar.

Çäge gazyklary bilen dykyzlandyrylan toprak massiwiniň hasaplanan garşylygy (R_{ee}) synaglaryň görkezişi boýunça 0,2...0,3 MPa ýetýär. Beýle usulda gurlan emeli esaslaryň bahalary demir beton gazyklar oturdylandan 2...2,5 esse arzan bolýar. Beýle emeli esaslary gurmakda iýmitlenen çig mallar bolan metal, sement, agaçlaryň geregi ýok.

Hek gazyklary hem edil toprak gazyklary ýaly şol tehnologiýa-da gurulýar. Torfly, çökýän mele topraklarda guýularyň diwarlarynyň wertikallygy birnäçe wagta çenli saklanýar. Şonuň üçin inwentar turbalaryň geregi ýok. Sönmedik hek 1...1,5 m beýiklikde guýulara guýlup, parabola şekilli, agramy 350–450 kg-li depgi bilen dykyzlanýar. Şeýle edilende gazyklaryň diametri 20% guýynyň töweregindäki toprak dykyzlanýar. Hek sönende onuň göwrümi himiki düzümine baglylykda iki esse artýar, netijede, guýynyň töweregindäki toprak goşmaça dykyzlanýar. Ondan başga-da hek sönende çykýan ýylylyk suwdan ganan topraklaryň öýjüklerindäki suwy buga öwürýär we bug daşa çykýar. Netijede, topragyň gaty bölejikleriniň arasyndaky struktura baglanyşyklary berkäp, onuň berkemegine we dykyzlanmagyna getirýär. Hek gazyklarynyň suw bilen özara täsirinden soň, olaryň gysylamaga garşylygy 1...2,5 MPa ýetýär. Şeýle gazyklar raýat we senagat gurluşygynda giňden ulanylýar.

Çuň gidrowibrodykzylama. Emeli esasyň beýikligi 1,5 m-den beýik bolanda, ürgün çäge we getirilip dökülen topraklarda gidrowibrodykzylanma ulanylýar. Şeýle usul, topragyň gaty bölejikleri arasyndaky baglanyşyklary bozýan we olary herekete getirýän wibrasiýa (titreme) bilen, çümdürilýän wibratora topragyň maňlaý garşylygyny ýuwuş bilen peseldýän, gaty bölejikler hereketini çekmek netijesinde ýeňilleşdirýän suwuň bölejikdäki täsirine esaslanýandyr.

Topraklary beýle usulda dykyzlandyrmak üçin ýokary ýygyllykly wibratorlary ulanýarlar, olary betony dykyzlandyrmakda ulanýarlar. Uly beýiklikdäki emeli esaslary dykyzlandyrmak üçin ýokary kuwwatly konstruksiýaly wibratorlar ulanylýar. Çümdürilýän wibratorlaryň aşagyndaky topragy ýuwmak we topragy doýurmak üçin suw, diametri 19–25 mm bolan, aşaky 30–60 sm böleginde deşikler edilen iňňe – turba arkaly amala aşyrylýar. Aýratyn wibratorlarda zynjyrlý kranyň okuna dakylan kuwwatly wibrobulawanyň lülesinden nasos arkaly 0,5 MPa basyşly suw berilýär.

Işe girizilen gidrowibrator dikligine bellenen çuňluga öz agramyna we aşaky lüleden çykýan suw bilen topragyň ýuwlumagynda düşürilýär. Guýynyň çuňlugy taslamadaky bellige ýetende, suwy ýokarky lülä birleşdirýärler we wibratory 30–40 sm aralykda, çägäniň dykyzlanyş wagtyna deň wagat saklap çykarýarlar. Yrgyldylaryň kiçi

radiusa ýaýrandygy sebäpli, çäge toprak az meýdanda dykyzlanýar. Gerek meýdandaky emeli esas topraklary dykyzlandyrmak üçin gidrowibratorlary synag netijesinde anyklanan tor wibratorlary boýunça topraga girizýärler.

Baglanyşyksyz topraklary çuň dykyzlandyrmak üçin yrgyldylary ulanman, başga usullary hem ulanmak mümkin. Meselem, dykyzlandyrmak çägeleri suwasty partladyş (W.Florin-P.Iwanow usuly) kompressor bilen işleýän pnevmopulsiýa enjamy (D.Trofimow-Ýakowlew usuly), elektrouçgun usullary (G.Lomize usuly) ulanmak mümkin. Häzirki wagtda bu usullar toz (toz çägeleri we mele çägesow we toýunsow) topraklary dykyzlandyryş tehnologiýalary üçin işläp düzüldir.

7.7. GOWŞAK TOPRAKLARY ÇALYŞMAK (TOPRAK DÜŞEKLERI)

Toprak düşekleri gaty gysylýan, çişýän we çökyän topraklary, işjeň gysylýan gatlagyň doly çäginde ýa-da onuň belli bir böleginde çalyşmak üçin giňden ulanylýarlar. Toprak düşeklerine material bolup toýun we organiki garyndysyz iri ýa-da ortaça irilikdäki çägeler (bu ýagdaýa çäge düşekleri diýilýär) ýa-da gaýtadan işlenen toýun topraklar (toprak düşekleri) ulanylýar. Birinji görnüşli düşekler, esasan, senagat we raýat gurluşygy desgalarynyň esasynda ulanylýar, olar ýokary göterijilik ukybyna eýe bolup, drenaj roluny ýerine ýetirýärler we töwerekdäki suwdan ganany toýun topraklaryň berkemegini gowulandyryýarlar. Toprak düşekleri emeli esas dereginde çökyän mele topraklarda gurluşyk geçirilende emeli esas dereginde ulanylýar. Köp ýagdaýlarda toprak düşeklerini gidrotehniki desgalaryň aşagyn-da emeli esas deregine ulanylýarlar, sebäbi dykyzlanan toýun toprak düşegi oňat süzülme garşy ekran bolup hyzmat edýär we özüniň aşagyndaky gaýtadan işlenilmedik tebigy toprak gatynyň deformasiýanyň intensiwligini we deňleşsizligini peseldýär.

Çäge düşekleri fundament çukuryň içine çäklendirilen ýapytylykda (ýa-da fundament çukury, diwarlary berkidilen ýagdaýda) 15–20 sm galyňlykda dökülip, wibrirleme arkaly dykyzlanýar we dy-

kyzlyk $P_d = 1,65 \dots 1,7 \text{ t/m}^3$ ýetirilýär. Agyr depgiler ulanylanda dö-külýän çäge gatynyň galyňlygy 2 m çenli ýetirilýär. Eger çäge, gury fundament çukuryň içine düşelse, onuň amatly dykyzlanmagy üçin çäge öllenýär.

Çäge düşeklerini desganyň çäginde ähli fundamentleriň aşagyn-da goýmak amatlydyr, sebäbi çägelerde deformasiýanyň deňölçeg-sizligi bolman, deformasiýa tiz möhletde geçýär. Ýerasty suwlaryň derejeleri üýtgeýän, fundamentiň goýluş çuňlugy hasaplanan doňuş çuňlukdan ($d_n > H_r$) kem bolanda hem-de düşekdäki çägede suffo-ziýa mümkin bolan şertlerde ýa-da pökgerme howpy bolanda, çäge düşeklerini ulanmak maslahat berilmeýär.

Çäge düşekleriniň hasaplamalary, olaryň galyňlygyny (H_{ee}), ýo-karsynyň ölçeglerini anyklamakdan we düşek aşagyndaky gowşan topraga berilýän güýjenmäni, wertikal we gorizental ýükler täsirinde durgunlylygyny barlamakdan durýar.

Hasaplamalar şu tertipde geçirilýär. Gowşak toprak gatynyň düşek bilen çalşylyandygy göz önünde tutulyp, çuňlugy bellenilýär. Fundamentiň çuňlugy topragyň doňuş çuňlugyna bagly bolmaýar we 0,5...0,7 m-den pes alynmaýar. Çägäniň iriligi onuň taslamada-ky dykyzlygy anyklanandan soň, emeli esasyň hasaplanan garşylygy kesgitlenilýär we fundamentiň ölçegleri hasaplanýar. Çäge düşeginiň galyňlygyny (ýagny H_{ee}) deformasiýa boýunça saýlap almak usuly grafoanalitik usul bilen anyklanýar. Soňra düşek aşagyndaky gowşak toprak berkligi şert boýunça barlanýar.

Çäge düşeginiň esasyňyň ini praktiki hasaplamalarda şu aňlatma bilen anyklanýar:

$$A_{ee} = (1 + 2 c) (b + 2 c). \quad (7.11)$$

Bu ýerde: $c = 0,1 b$, emma 0,8 m-den kiçi bolmaly däl.

Esasyň durgunlylygy hasaplamalary boýunça gaty gysylýan topraklarda çäge düşekleriniň ölçegleri gerek bolsa, olary desganyň bütin işleýän döwründe galdyrylýan şpunt germewleriň içinde ýer-leşdirýärler. Şpunt germewi çäge düşeginiň durgunlylygynyň ýetme-zligine kömek edýär, onuň oturylyşyny peseldýär, topragyň ha-saplanan garşylygyny beýgeldýär, sebäbi R_{ee} hasaplananda emeli esas beýikligi deregine şpuntlaryň çuňlugy alynýar.

7.8. TOPRAKLARY GOWULANDYRMAGYŇ WE BERKITMEGIŇ FIZIKI-HIMIKI USULLARY

Topraklary öňünden gysmak. Topraklary öňünden gysmak (dykyzlamak) olaryň üstüne goşmaça ýük goýmak ýa-da ýerasty suwlaryň derejesini peseltmek arkaly ýerine ýetirilýär.

Goşmaça ýük bilen topraklary dykyzlamak işi onuň üstüne başga topragy getirip dökmegiň üsti bilen amala aşyrylýar. Getirip dökülän topragyň agramy, desganyň, esasan, göterýän ýüküne deň ýa-da ondan uly bolmaly. Ol, esasan, uçarlaryň uçuş we gonuş kanunlaryny, awtomatik we demir ýollary, raýat, senagat we gidrotehniki desgalary gurmakda ulanylýar. Tiz dikeldilýän, getirip, dökülip galdyrylýan beýik toprak polotnosynyň aşagyndan gowşak topragyň gysylyp çykmazlygyny çaltlaşdyrmak üçin olarda wertikal çäge drenleri gurulýar ýa-da ýerasty suwlaryň derejesi peseldilýär.

Beýle usulda gowşak topraklary berkitmegiň esasy ýetmezçilikleri uly göwrümlü topragy getirip dökmekden we pes suw geçiriji toýun topraklardan dykyzlanyş hadysasynyň uzak geçmekliginden durýar. Şonuň üçin suwa doýan topraklarda, uly meýdanda we uly çuňlukda emeli esas gurmak üçin ýerasty suwlaryň derejesini peseltmek amatly bolýar.

Ýerasty suwlaryň derejesini peseltmek arkaly esas topraklaryny dykyzlandyrmak, gidrostatiki çekişi ýitirmek bilen topragyň öz agramynyň artmagy we belli bir çuňlukda ýerleşen süzgüçlere garşy suwuň gidrodinamiki täsir güýçleri netijesinde bolup geçýär.

Suw derejesini peseldiji gurnama esas meýdanynyň perimetri boýunça çümdürilýän inňesüzgüç – katodlardan durýar. Inňesüzgüçleriň ýokarsynda gafrirlenen ýumşak patrupka arkaly, sorujy kollektor bilen birikdirilen, soňky öz gezeginde, nasoslara birikdirilen.

Süzülme koeffisiýenti 10^{-4} sm/s suwdan gananyň toz çägelerinde, läbik, ýeňil toýun we düzüminde torf bolan topraklarda, olaryň pes suw berijiliginde şeýle gurnamalaryň işlemegi mümkin däl. Şeýle topraklaryň suw berijiligini, olaryň üstünden pes naprýaženiýeli hemişelik elektrik toguny goýberip artdyrmak mümkin. Şonuň üçin inňesüzgüçleriň içki tarapyndan metal anod-sterženleri dakylýar, ge-

neratoryň otrisatel polýusyna iňnesüzgüçler dakylýar. Gurnamadan hemişelik elektrik togy geçende toprak gaty bölejikleriniň töweregindäki baglanýan suwuň bir bölegi erkin suwa geçip, ol süzülmä gatnaşmaýan baglanan suw bilen geçirijiligi 10...100 esse artýar, erkin suw katoga tarap hereket edýär we sorulyp daşary çykarylýar. Topraklaryň ownuk kolloid bölejikleri anoda tarap hereket edip, iňnesüzgüç toplarynyň kolmotirlenmezligine getirýär. Bu ýaýdaýa elektroforez diýilýär. Toýun topraklaryň berkemegini we dykylanmagyny çaltlaşdyrmak maksady bilen elektroforeziň we wertikal çäge we toprak drenleriniň bilelikde ulanylmagy mümkin.

Silikatlar bilen berkitmek. Bu usul suwsuz we suwdan ganan çägelerde, çökýän mele we getirip dökülen aýratyn topraklarda ulanylýarlar we toprak 15 m çuňluga çenli aýratyn inýektor-guýular arkaly basyşda silikat natriý (suwuk aýna) itekläp girizmek bilen öýjüklere giňişligini sementlemekden we topraklaryň struktura baglanyşygyny artdyrmakdan ybaratdyr.

Süzülme koeffisiýenti 2...80 m/g-g bolan çäge topraklarda (suwdan ganyş derejesine garamazdan) iki ergin usuly ulanylýar. Ilki silikat natriý $\text{Na}_2\text{O} \times n\text{SiO}_2$ girizilýär, soňra hlorly kalsiý (CaCl_2) duzy. Hlorly kalsiý duzy gatanda topragy sementleriň suwda eremeýän kremniý kislotasy $n\text{SiO}_2, m\text{H}_2\text{O}$ erginini döredýär, erginden aýrylan kalsiý gidrooksi $\text{Ca}(\text{OH})_2$ hem topraklary berkitmäge gatnaşýar we özüniň amorf massasy bilen topragyň ownuk bölejiklerini birikdirýär. Netijede, çäge toprak 1,5...5 MPa güýjenmäni göterýän berklige eýe bolýar we onuň suw geçirmezligi, durgunlygy we agressiw gurşawa çydamlylygy artýar.

Süzülme koeffisiýenti 0,5...5 m/g-g bolan ownuk, toz çägelere we plywunlary berkitmekde bir erginli usul ulanylýar. Şeýle şertde, topragy diňe bir ergin, şepbeşikligi suwuň şepbeşikligine deň şepbeşiklikdäki we öňden bellenen pes döwürde gidrooksil döredýän suwuk çüýşe bilen ony gataldýan (ortofosfor ýa-da kükürt kislotasy bilen kükürtturşy alýuminiý garyndysy) topraga basyş astynda goýberilýär.

Pes çyglylykdaky $K_1 = 0,1 - 0,2$ m/g-g bolan çökýän mele topraklarda selikatlaşdyrma dykzlygy $1,13 \text{ g/sm}^3$ bolan suwuk çüýşe ergini bilen geçirilýär, sebäbi mele topraklar berkitme reaksiýasy üçin

gerek bolan kalsiý duzlarynyň gerek mukdaryny özünde saklaýar. Berkitme geçirilende mele topraklar 1,6...2 MPa berklige eýe bolup, çöküş we suw geçirijilik ukybyny ýitirýärler.

Skwažinanyň töweregindäki berkidilen topragyň radiusy, top-ragyň süzülme koeffisiýentine we girizilýän erginiň şepbeşikligine bagly bolup, iri we ortaça irilikdäki çägelerdäki 1 m-e, ownuk toz çägelerde hem-de çökýän mele topraklarda 0,3...0,4 m-e ýetýär.

Bir skwažina bilen berkidilýän toprak radiusyny artdyrmak üçin gazly silikatlaşdyrma ulanylýar. Beýle berkitmede topraga inýektor arkaly yzygiderli suwuk çüýşe we kömürturşy gazy goýberilýär, soňky gataldyryjy roluny ýerine ýetirýär. Gataýyş reaksiýasy 2...3 minutda geçýär. Başga usullarda bu hadysa, ýagny toprak berkliginiň artyşy birinji on gije-gündizde geçip, üç aý dowam edýär. Gazly sili-katlaşdyrma (ýönekeý bir erginlä seredende) berkeýän toprak göwrü-mi aerasiýa zonada 75% suwdan ganan toprakda 40% çenli artýar. Topraklaryň gysylmaga berkligi görkezijisi, suwa çydamlylygy 2 essä çenli artýar.

Smola bilen berkitmek. Topraga inýektor arkaly, sintetiki (kar-bamid, fenolformaldegid we başga) smolalaryň suwdaky erginine gataldyjylar (kislotalar, turşy duzlar) goşulyp girizilýär. Olar gatan-da topragyň suw geçirijiligi peselýär, sowuga çydamlylygy artýar we topraga ýokary berkligi (1...5 MPa) berýärler. Usul süzülme koeffi-siýenti 0,5...0,25 m/g-g bolan we düzüminde toýun minerallar 2%-den ýokary bolmadyk we $PH < 7,6$ gury we suwdan ganan çägelerde giňden ulanylýar. Silikatlaşdyrma seredende topraga ýokary berklik berşine garanymyzda bu usul häzirki wagtda bahasynyň ýokarydygy üçin aýratyn ýagdaýlarda ulanylýar.

Elektrohimiki berkitmek. Suwdan ganan toýun topraklary beýle usulda berkitmeklik elektroosmotik usulda suw derejesini uzak döwür-de peseltmek arkaly geçirilýär. Geçýän himiki hadysalar netijesinde ion çalşygy reaksiýasy geçýär we toýun minerallar töweregindäki duz-ly perdäniň elektrohimiki çalşygy üýtgeýär, ondan başga-da hemişelik tok täsirinde elektronlar owranýar we onuň önümleri toýun minerallar bilen himiki birigip, topragyň berklik görkezijiligini artdyrýar.

Toprakly elektrohimiki berkitmegiň amatlylygy has artýar, haçan-da iňnesüzgüçler arkaly ýokary walentli metallaryň suwdaky

erginleri topraga geçirilse, ol duzlar toýun minerallaryny koagulirläp agregatlara öwrülýärler, ýagny alýuminiý we demir duzlary mineral bölejikleri sementleýärler. Beýle usulda berkidilen toýun topraklaryň berkligi 4 MPa çenli artýar.

Sementlemek. Sementlemek usulynda jaýrylan daş, iri döwürme we süzülme koeffisiýenti 80 m/g-g bolan ýumşak we ortaça irilikdäki çägeleri berkitmekde ulanylýar. Hadysa gazylan guýular (skwažinalar) ýa-da çekilen turbalar arkaly basyş üsti bilen topraga, sement suspensziýasyny-sement süýdi (kysymy 400 we ondan ýokary sement + suw, suw sement gatnaşygy 0,4–10) ýa-da sement tampon ergini (sement + suw + ownuk çäge we başga dolduryjylar) girizmekden durýar. Ergin inersiýadan çykyp, toprakdaky boşluklary we jaýryklary doldurýar, gatansoň topragy suw geçirmeýän monomere öwürýär. Inýektoryň töweregindäki berkän topragyň radiusy 0,2...1,5 m bolup, jaýryklaryň ölçegleri 0,2 mm-den uly bolanda sement süýdi uly aralyklara baryp ýetýär. Sement süýdüniň topraga giriş derejesi, sementiň ownuklygyna bagly bolup, sement bölejikleriniň ölçegleri 4...5 esse kiçi bolmaly.

Üstki we çuň sementlemegi aýyrýarlar. Üstki sementleme, fundamentiň aşagynda 6 m beýiklige çenli emeli esas gurmak üçin ulanylýar. Çuň sementlemek, desgalaryň esasynda süzülmä garşy wertikal örtgüleri gurmak üçin ulanylýar.

Sementleniş çuňlugyna, jaýryk daş topragyň berkligine we ýagdaýyna, inýektor turbalaryň diwarlanyşyna baglylykda, olaryň diametri 30...200 mm edilýär. Skwažinalaryň hatarlarynyň aralygy olaryň çuňlугy boýunça udel suw siňdirişine göre, ahyrky ýagdaýda adatça 2...3 m we köp alynýar. Sementlenen üçin haçan-da 1 m basgyda 1 m çuňluklardaky udel suw siňme 0,05 l/min bolsa aşaky çäk hasaplanýar.

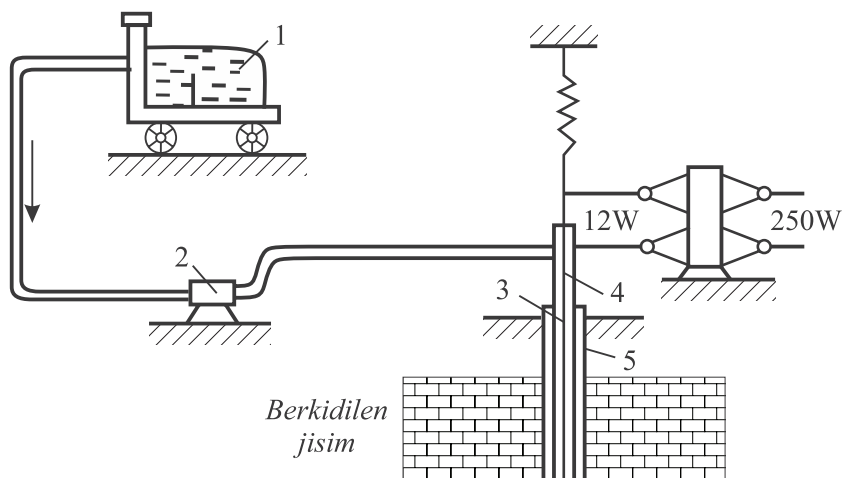
Sementlemek netijesinde çäge topragyň berkligi 3,5 MPa çenli ýetýär.

Toýunlama we bitumlama. Bu usullar jaýryk daşly topraklaryň suw geçirijiligini ulaltmak üçin ulanylýar. Toýunlama, edil silikatlamadaky ýaly, diametri 25...35 mm bolan inýektorlar arkaly, topraga düzüminde 60% montmorillonit bolan çişýän bentonit toýny erginini girizmek arkaly amala aşyrylýar.

Toýunlamadan ön inýektorlara basyş arkaly 10...20 litr suw goýberilýär. Goýberilýän suw jaýryklary ýuwýar we olaryň toýun ergini bilen oňat doňmagyna getirýär.

Bitumlamany ýerasty suwlaryň uly tizliginde we agressiwliginde ($k_{or} > 100 \text{ m/g-g}$) haçan sement suw suspenziýasynyň suw akymy bilen çykmagy, poslamagy mümkin şertlerde ulanylýar. Bitum ähli agressiw gurşawda durgun bolup, ýerasty suwlaryň uly tizliginde hem jaýryklaryň diwarlaryna ýelmeşýär we olary doldurýar hem-de topragy suw geçirmeýän edýär.

200°C töweregi temperaturada gyzgyn bitumy topraga girizmeklige bitumlama diýilýär. Enjam betony gaýnadýan gazandan (1), ony guýa girizmek üçin nasosdan (2), guýy töweregine berkidiji turbadan (3), inýektordan (4), tok generatoryndan (6) durýar. Generator aýratyn goragçylara berkidilen we inýektordan geçýän sim arkaly hemişelik togy geçirmek arkaly bitumy gyzgyn saklamak üçin ulanylýar. Bitumyň turbalardan çogup çykmazlygy üçin inýektor bilen diwarlaryň arasynda tampon goýulýar.



7.2-nji surat. Topragy bitumlamak üçin gural:

1 – gazan; 2 – nasos; 3 – obsad turba; 4 – inýektor;
5 – tampon; 6 – toguň generatory

Esasyň mümkin bolan hasaplanan deformasiýalar ýygýndysy (oturyşy, çöküş i we çökmenden soňky dykyzlanyşy) taslanylýan des-

ganyň çäk deformasiýasyndan uly bolmasa, çökýän mele topraklaryň häsiýetleri çökýän gatlagyň doly çäginde ýa-da onuň ýokarsynda gowulandyrylýar. Şu hasabatda dykyzlandyrylan ýokary toprak gatynyň suw geçirijisiniň peselmegi bilen bagly aşaky gatyň kän öllenmezligi sebäpli pes deformirlenişi göz önünde tutmaly.

Çökýän mele topraklaryň häsiýetlerini gowulandyrmak üçin fundament çukury, esasy agyr depgiler bilen dykyzlanýar, toprak düşekleri gurulýar, çuň toprak gazyklary, öňden suwarmak (aşaky gatlara has uly täsir edýär), portladýş hem-de himiki we tehniki usullarda berkitmeklik giňden ulanylýar.

Agyr depgiler bilen dykyzlamak. Fundament çukurynyň düybüni depgiler bilen dykyzlamak ýokarda görkezilen tehnologiýada geçirilýär. Depginiň massasy, onuň diametri, başlangyç beýikligi, urgy we sany dykyzlanýan toprak gatynyň aşaky çäginde (takmynan 3 m çuňlukda) onuň çöküş häsiýetini ýitirýän belleniş dykyzlygyny gazanmak şertinde hasaplanyp anyklanýar. Raýat we senagat jaýlarynyň fundamentlerinden berilýän ýük çäginde mele topraklaryň çöküş häsiýeti olaryň dykyzlygy $\rho_d = 1,6 \text{ T/m}^3$ bolanda ýitýär.

Meýdan şertlerinde geçirilýän synaglar esas topraklaryň çöküşinde üç sany şertli zonanyň bardygyny görkezýär.

Deformirlenýän birinji zonada esasyň çöküşü fundamente berilýän ýük we topragyň öz agramy arkaly ýüze çykyar. Bu zona fundamentiň esasyndan, fundamentden we öz agramyndan güýjenme topragyň başlangyç çöküş basyşyndan kiçi bolan çuňluga çenli dowam edýär.

Neýtral ikinji zonada esas topragy öllenende ol hiç hili deformasiýa bermeýär, sebäbi onda topragyň başlangyç çöküşü basyşdan kiçi.

Üçünji zonada toprak öz agramy zerarly çökýär.

Çökýän mele topragyň (ýokarda seredilen) deformirlenişiniň umumy häsiýetine baglylykda, gurluşyk meýdanynyň toprak şerti toprak öllenende öz agramyna çöküşü esasynda iki görnüşe bölünýär.

Birinji görnüşli toprak şertinde toprak öz agramyna çökmeýär diýen ýalydyr we onuň bahasy 5 sm-den geçmeýär. Beýle şertde topragyň deformirleniş zonasyndaky çöküşü diňe fundamentden berilýän ýüke baglydyr.

İkinji görnüşli toprak şertinde deformirleniş zonasında fundamentiň we desganyň agramyndan çökmedik başga üçünji zonada topragyň öz agramyndan çöküş bolup, onuň bahasy 5 sm-den geçýär.

Birinji görnüşli toprak şertinde gurluşyk meýdanynda agyr depgiler bilen topragy dykyzlandyrylýar, gysylýan işjeň toprak gaty, ikinji görnüşli toprak şertinde suw geçirmeýän ekran döretmek üçin toprak 1,5 m-den az bolmadyk çuňlukda dykyzlandyrylýar.

Toprak düşekleri. Topragyň çökýän ýokary gatlagyny doly ýa-da onuň bölegini gaýtadan işlenen we dykyzlandyrylan mele toprak bilen çalşyrmak arkaly amala aşyrylýar. Agyr depgileri ulanyp bolmaýan şertlerde dykyzlandyrylýan gatyň beýikligi 3...3,5 m; topragyň çyglylyk derejesine $S_r > 0,7$ bolanda; fundamentiň çukury jaýlarda ýa-da desgalarda 10 m-den kem aralykda bolanda toprak düşekleri ulanylýar.

Çökýän mele topraklardan düşek taslamak, olaryň ölçeglerini bilmek, edil çäge we ýönekeý topraklardan düşek taslanandaky ýaly edilyär.

Fundament çukurynyň düýbünü depgilemek. Bu usuly birinji görnüşli toprak şertlerinde aýratyn duran fundamentleriň we bir gatly jaýlaryň fundament çukurlarynda ulanylýar. Fundament çukury gazyлмаýar, gerek bolan çuňluga onuň düýbi 6...8 m ýokardan gaçyrylýan we agramy 1,5...7 t bolan depgiler arkaly düşürilýär. Beýle fundament çukury esasy depgi bilen 1,5...2 m çenli düşürmek üçin, depgini 12...20 gezek urmaly bolýar. Toýun fundament çukury esasy galypсыз monolit beton gyýylýar ýa-da ýygналып gurnalýan fundament oturdylýar.

Beýle fundamentleriň artykmaçlygy diňe esas topragyň dykyzlanmagy netijesinde esasyň görteribilijilik ukybynyň ýokarlanmagynda bolman, eýsem fundamentiň gapdalyndaky topragyň gapdal reaktiw garşylygynyň hem artmagyndadyr. Fundamentlere gorizont al güýçler täsir edende bu örän möhüm meseledir.

Esaslary toprak gazyklary arkaly dykyzlandyrmak. Çökýän toprak gatynyň beýikligi 10 m-den 24 m-e çenli, çyglylyk derejesi 0,75-den kiçi bolanda amatly hasaplanýar. Beýle usulda topragy dykyzlandyrmak, urgy-kanat burawlaýjy guralyň ştangasyny dykylan konus görnüşli uçluk bilen topragy deşip, skwažinanyň daşynda dykyzlanan zonany döretmek we ony ýerli toprak bilen gat-gat dolduryp we şol enjam bilen dykyzlandyrmak arkaly aşyrylýar.

Dykyzlanýan gatlaklar biriger ýaly, skwažinalaryň arasy takmy-nan 2,5 *d* alynýar. Iş geçirilende, topragyň ýokarky (4...5) *d* gatlagy-nyň dykzlygy ýitýär, şonuň üçin fundament gurulmanka ol dykzlan-ýar ýa-da kesilip alynýar.

Çökýän esaslary öneden ölemek arkaly dykzlandyrmak.

Toprak öllenende berkliginiň ýitmegi we öllenen topragyň agramy-nyň artmagy netijesinde dykzlandyryş hadysasy bolup geçýär. Ölle-nen toprakdaky tebigy güýjenme başlangyç çöküş basyşynda ýokary bolan çökýän topragyň aşaky gaty dykzlanýar. Ýokarky gatlak dy-kzlanman galýar, şonuň üçin bu ýagdaýda fundamentiň aşagyndaky esas öllenende onuň ýene-de çökmegi mümkin.

Şeýlelikde, topragy öneden ölemek 2-nji görnüşli mele topragy 1-nji görnüşlä geçirmäge barabardyr.

Ýokardakyny hasaba alyp, ikinji görnüşli çökýän mele toprakda fundament gurmakda öneden öllemegi başga usullar bilen bilelikde geçirmeli.

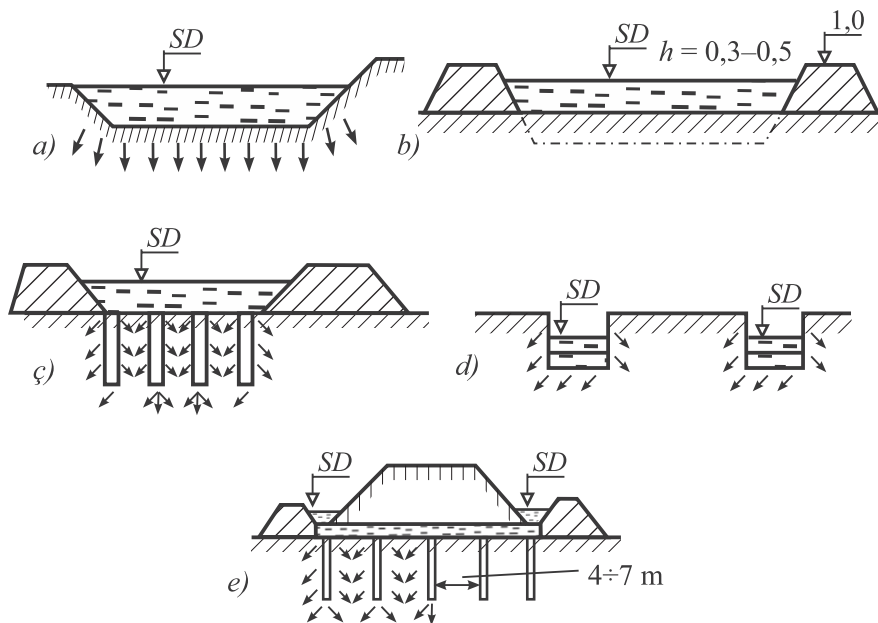
Mele toprakly esasy öneden ölemek, gurluşyk meýdanynda kiçijik fundament çukuryndan aýratyn karta ýa-da çillenen meýdança gurmak bilen geçirilýär. Şonuň üçin esasyň ösümlük ösýän gaty (0,4...0,8) m kesilip aýrylýar. Suw syzylmasyny çaltlaşdyrmak maksady bilen, fun-dament çukuryň düýbüne galyňlygy 10 sm çenli çäge dökülýär ýa-da ölçegleri 4×4-den 7×7 m-e çenli bolan tor boýunça diametrle-ri 14...18 sm, çuňlugy 0,5...0,7 m bolan skwažinalar gurulýar, sk-wažinalary köp wagtlap işçi ýagdaýda saklamak üçin olar çäge bilen doldurylýar. Öllenme tamamlanandan soňra, skwažinalardaky drenaž materialy 2 m çuňluga çenli aýrylyp, ol suwuk mele toprak bilen dol-durylyp dykzlanýar.

Esas topraklaryny berkitmek üçin turbalaryň durýan ýapyk su-waryş ulgamynda öllenmek işi tranşeyalar arkaly geçirilýär. Tran-şeyanyň ölçegleri turbalaryň oturdylyş tehnologiýasyna baglydyr. Hasaplanan gat doly öllenilýär we bu hadysa 1...3 aý dowam edýär.

Berkitmäniň kombinirlenen usuly. Bu usul, haçan-da, sere-dilen öneden ölemek usulynda, hasaplanan umumy deformasiýany taslanýan desga üçin GK we D-lerinde görkezilen çäk deformasiýa çenli azaldyş ýagdaýynda geçirilýär.

Beýle ýagdaýda esas topragyň ýokary bölegini dykyzlandyrmak üçin öňden öňlemegi başga usullar bilen bilelikde geçirmeli.

Mele toprak öňden öňlenende onuň aşaky gaty dykyzlanýar, ýokary gaty bolsa dykyzlanmaga amatly çyglylyga çenli öňlenilýär. (Onuň gerek bolan bahasy topragy gerek bolan wagta çenli öňlenenden soňra guratmak arkaly amala aşyrylýar).



7.3-nji surat. Öňden öňlemek arkaly çökyän topraklary dykyzlandyrmagyň çygzylary:

a – ownuk çukurda; b – göneldilen meýdana; ç – skwažinanyň we şurfyň üsti bilen; d – çukuryň üsti bilen; e – goşmaça gumdan guýlan ýükli skwažinanyň üsti bilen

Topragyň ýokary gatlagynyň dykyzlandyryş (çökmesini ýitirmek) usuly dykyzlandyrmasy gerek bolan gatyň beýikligine baglylykda anyklanýar. Eger ol beýiklik 3 m-den uly bolmasa, toprak guransoň fundament çukury esasyna tekizläp depgilemek arkaly agyr depgiler bilen amala aşyrmak mümkin. Onuň beýikligi 3 m-den ýokary bolanda öňlenen meýdanyň üstünde toprak düşegini oturtmak arkaly amala aşyrmak mümkin.

7.9. ÇÖKÝÄN MELE TOPRAKLARY PARTLADYŞ USULYNDÄ DYKYZLANDYRMAK

Bu usulda mele topraklary dykyzlandyrmak iki usulda amala aşyrylýar. Birinji usul I.Litwinow tarapyndan hödürilenip, aşaky tertipde ýerine ýetirilýär: dykyzlandyrylýan massiw dik kesikler arkaly toprakdan aýrylýar; dykyzlandyrylan massiwde gerek çuňlukda skwažinalar burawlanyp, olarda dikligine uly bolmadyk partlaýjy maddalar goýulýar, meýdançada suw getirilýär we partlaýjy maddalar öllenende olar partlaýar we toprak dykyzlanýar. Partlaýjy maddalaryň kuwwaty we sany, toprak ýokary atylýp çykmaz ýaly we diňe topragyň döwürmegini we owranmagyny gazanmak üçin hasaplanyp anyklanýar. H.Askarow we Z.Ýadgarow tarapyndan hödürlenen ikinji usulda partlaýjy maddalar suwuň aşagynda topragyň üstünde gorizontal goýulýar.

Maddanyň üstünde suw gaty bolanlygy sebäpli, partlaýs döwüründe partlaýyş tolkuny, diňe aşak ugurlanyp, 3...5 m çuňlukda topragy dykyzlaýar.

Termiki berkitmek (topragy ýakmak). Bu usul, esasan, pes çyglylykdaky uly çöküşe eýe bolan topraklary бүтін çöküş beýikliginde berkitmek üçin ulanylýar. Bu usul topragy 800°C ýokary temperaturada termiki berkligi onuň çöküş we özüniň häsiýetlerini ýitirip, 10 MPa çenli artdyrmakdan durýar.

Praktikada berkitmek 15...20 m çuňluga çenli gazylan we diametri 10...20 sm bolan skwažinalaryň agzynda ýangyç ýakmak arkaly amala aşyrylýar. Ýangyç we gysylan howa skwažinanyň agzyny berkidýän ýokary temperatura çydaýan betona berkidilen pürküji arkaly berilýär. Netijede, 5...10 günň dowamynda skwažinanyň töwereginde bişen kerpije meňzeş diametri ýokarsynda 1,5...2,5 m aşagynda 0,2...0,4 m barabar berkän toprak massiwi döreýär. Skwažinalaryň aralygy berkidilen zonalar biri-biri bilen tutuşar ýaly edip goýulýar.

Toprak termiki berkidilende onuň öýjükçiligi we suw geçirijiligi artýar. Şonuň üçin çökýän toprak gaty tehniki mümkin bolan termiki berkidilýän gatyň beýikliginden uly bolanda, ondan syzylma bolup, aşaky gatlaryň çökýänligi sebäpli, bu usuly ulanmak bolmaýar. Ter-

miki usul gymmat durýar. Ol işiň hilini berk barlamak maksady bilen, jogapkärli senagat we raýat gurluşygynda we eýýam awariýa ýagdaý-daky binalaryň we desgalaryň esaslaryny berkitmekde ulanylýar.

VIII BAP

TEBIGY ESASLARYŇ HASAPLAMALARY

8.1. ESAS TOPRAKLARYNYŇ AHYRKY OTURYŞYNY ANYKLAMAK

Esas topraklarynyň soňky oturyşyny hasaplamakda maýyş-gaklyk teoriýasy aňlatmalary ulanmak, fundamentleriň uly bolmadyk ölçeglerinde, bir jynsly topraklarda ýa-da fundamentiň aşagyndaky gysylýan topragyň beýikliginiň uly bolmadyk bahasynda meseläni dogry çözmäge mümkinçilik berýär. Hasaplaryň netijeleriniň dogrulygyny artdyrmak maksadynda fundamentiň aşagyndaky deformirlenýän gatyň çuňlugyny çäklendirýärler (gaty esasyň üstündäki maýyş-gak gat modeli) ýa-da başga çäklendirijiler ulanylýar.

Senagat we raýat desgalary oturyşlaryny fundamentiň topraga oturdylyş çuňlugyny hasaba alyp anyklaýarlar. Sebäbi olaryň düýbünüň aşagyndaky topraklar özleriniň dörän döwründen başlap tebigy güýjenme (öz agramynyň hasabyna) astynda seredilýän wagta çenli dykyzlanandyrlar. Sunuň üçin fundamentiň düýbünüň derejesindäki soňky dykyzlandyryjy basyş (güýjenme) „ P_{es} ” hökmünde, fundament düýbündäki ortaça güýjenme „ P_{or} ” minus tebigy güýjenme „ $\sigma_{gz,o}$ ” – alynýar, ýagny

$$P_{es} = P_{or} - \sigma_{gz,o}. \quad (8.1)$$

Bu aňlatma laýyklykda, nazaryýet taýdan, oturylyşy nola deň desga taslamak mümkin. Onuň üçin fundamenti şonuň ýaly çuňlukda oturtmaly, niredesgada döreýän güýjenme „ $\sigma_{gz,o}$ ”, „ P_{or} ” tebigy güýjenmä deň bolýar. Bu ýagdaýda esas goşmaça güýjenme täsirinde bolanok. Beýle çözgütler tejribede jogapkärli (mysal üçin, beýik jaýlar) taslananda ulanylýar.

Gidrotehniki desgalaryň oturyşlary hasaplananda we belli galyňlykdaky göni deformirleniş usulynda hasaplanýan esaslarda esasyň oturyşy fundamentiň aşagyndaky doly ortaça güýjenme “ $\sigma_{gz,0}$ ” täsirinde (tebigy güýjenme aýrylman) ýüze çykýar diýip hasaplanýar.

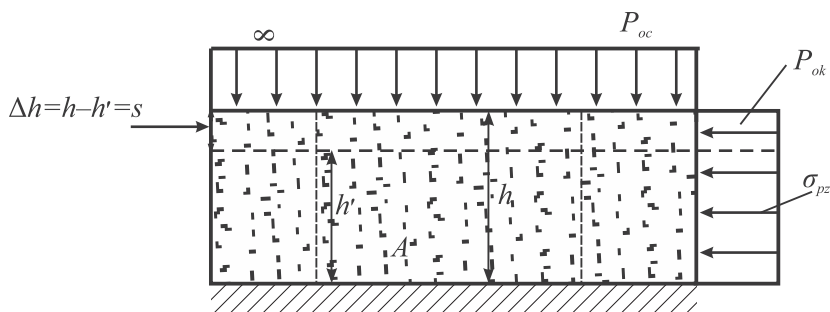
8.2. MEÝDAN BOÝUNÇA TUTUŞLAÝYN DEŇ ÝAÝRAN ÝÜKDE TOPRAK GATYNYŇ OTURYŞYNY ANYKLAMAK (ESASY MESELE)

Eger-de gysylmaýan we suw geçirmeýän (daşly toprak) üstüne düşen dürli tarapa çäksiz ýaýraýan “ h ” galyňlykdaky toprak gaty şu meýdan boýunça deň ýaýran güýjüň täsirinde dykyzlansa, onda ol gapdala giňelmezden diňe dikligine dykyzlanýar. Bu ýagdaý suwa ganan topraklaryň doly jebisleşen oturyşyny anyklamak üçin ulanylyp, toprak nusgalaryny öňde seredilen beýik bolmadyk gaty diwarly silindre meňzeş kompres enjamlarynda gysylyşyna meňzeýär. Topraklary kompres enjamlarda gysylmaga synag etmek, ini “ b ” bolan ýüklenen fundamentleriň düýbünde beýik bolmadyk galyňlykdaky ($h \leq 0,5 b$) we aşagynda bolsa gysylman suw geçirmeýän toprak ýatan, toprak gatynyň gysylyşyna meňzeşdir. Beýle toprak gatyna бүтін beýikligine üýtgemeýän bahasy “ P ” bolan güýjenme täsir edýär diýmek bolar. Şol sebäpli kompres synaglarynyň netijelerine meýdan boýunça deň ýaýran güýjüň täsirinde dykyzlanýan toprak gatynyň doly durgunlaşan oturyşyny hasaplamak üçin ulanýarlar. Beýle toprak gatynyň oturyşy “ S ” onuň ilkinji “ h ” beýikliginiň peselip, “ Δh ” deň basyşy bilen anyklanýar:

$$S = h - h^1 = \Delta h. \quad (8.2)$$

Belli bolşy ýaly, topragyň öýjükliligi näçe uly bolsa, onuň oturyşy şonça-da uly bolar hem-de onuň doly oturyşyny kompres egrisi arkaly “ e ” öýjüklilik koeffisiýentine baglylykda anyklamak bolar.

Toprak oturanda onuň gaty bölejikleriniň (skeleti) göwrümi üýtgetmeýär we topragyň oturyşy diňe öýjüklär göwrüminiň peselişiniň hasabyna bolup geçýär.



8.1-nji surat. Meýdan boýunça deň ýaýran ýükden toprak gatynyň dykzylanyş çyzgysy

Eger-de öýjüklilik koeffisiýentiniň üýtgeýşi basyşyň üýtgeýşi-ne göni proporsional diýsek we topragyň dykzylanyş koeffisiýentini ulansak, onda $\left(C_c = \frac{e_1 - e_2}{P_2 - P_1} \right)$ hasaba alyp ýazýarys:

$$S = \frac{C_c \cdot P \cdot h}{1 + e_1}. \quad (8.3)$$

Dykzylanyş koeffisiýenti C_c – ýerine otnositel dykzylanyş koeffisiýentini, ýagny $C_{co} = C_c / (1 + e_1)$ ulansak, onda topragyň doly jebis oturyşyny hasaplamak üçin aňlatma ýazýarys:

$$S = C_{co} h P. \quad (8.4)$$

Gowşak topraklara öýjüklilik koeffisiýentiniň üýtgeýşi basyşyň üýtgemegine göni proporsional bolman, egri çyzyk kanuny esasynda bolar. Şonuň üçin gowşak (çökýän mele) topraklaryň oturyşy hasaplananda, dykzylanyş başga görkezijisini, otnositel gysylyş $\varepsilon = \Delta h / h = C_{co} \cdot P$ ulanylýar. Onda beýle topraklar üçin ýazýarys:

$$S = \varepsilon \cdot h. \quad (8.5)$$

Fundamentleriň ölçegleri kiçi bolan ýagdaýda, nirede toprak gapdala gysylyp dykzylananda, kompres enjamlarynda anyklanan dykzylanyş koeffisiýenti C_c deregine, deformasiýanyň moduly E ulanylýar. Onda ýazýarys

$$S = h \cdot \frac{P}{E} \cdot \beta. \quad (8.6)$$

β – topraklaryň gapdal giňişligini hasaba alýan koeffisiýent 2.02.01.–83 GK we D-ne laýyklykda β -nyň bahasy ähli topraklar üçin hemişelik 0,8-e deň diýip alynýar.

Eger-de $\beta = 1 - 2v^2/(1-v)$ aňlatmany ulansak, onda β -nyň bahasy toýun topraklary üçin 0,43, çägeler üçin 0,76 bolardy. Şeýlelikde, gapdal giňeliş bolmadyk şertinde toýun topraklarda olaryň oturyşy 2 esse ýokarlandy we üýtgeşiksiz galardy. Ähli topraklarda β -nyň bahasyny 0,8 diýip almaklyk hasaplamalaryň netijelerini, desgalaryň hakyky oturyşy bilen gabat getirýär.

Gowşak (çökyän mele) topraklarda ýerleşýän ini uly bolmadyk fundamentleriň esaslary üçin gapdal giňişligiň bolmagy işleýiş şertiň koeffisiýenti K_g arkaly hasaba alynýar.

Bu ýagdaýda oturyş aňlatmasy aşaky görnüşde ýazylýar:

$$S_g = K_g \varepsilon_g h. \quad (8.7)$$

Nirede ε_g gatyň otnositel çöküşi; işleýiş şerti koeffisiýenti – K_g -niň deformirlenýän gatyň çäginde (bu gatyň galyňlygy 1,5 fundamentiň ini alynýar) 1,3–1,5-e deň diýip alynýar.

Örän gysylýan topraklarda, basyşyň uly interwallarda üýtgeýiş şertlerinde işleýän desgalaryň oturyşy hasaplananda (meselem, dö-külen ýa-da torflardan esaslarda) kompres egrisiniň logorifm häsiýeti hasaba alynýar.

$$e_2 = e_1 - \frac{1}{B} e_n (P + C). \quad (8.8)$$

Nirede, B we C bahalary synag netijesinde anyklanýan ululyklar. Professor N.Iwanow beýle topraklar üçin $C = 0$ şerti üçin aňlatmany şeýle ýazýar:

$$e_2 = e_1 - \frac{2,3}{B_1} l_g \cdot P. \quad (8.9)$$

Onda deformasiýanyň göni dældigini nazara alyp, kompres synaglary netijesi boýunça esas topragynyň oturyşyny hasaplamak üçin aşaky aňlatmany ýazýarys:

$$S \leq \frac{2,3 \lg \left(\frac{P_2}{P_1} \right) h}{B_1(1 + e_1)}. \quad (8.10)$$

Nirede P_1 we P_2 basyşyň başdaky we ahyrky bahalary.

8.3. BIRJYNSSYZ (GAT-GAT) ESASLARYŇ DOLY OTURYŞYNYŇ GATLAR JEMI USULY BILEN HASAPLAMALARY

Fundamentleriň aşagynda işjeň gysylýan gatlak, dürli derejede gysylýan topraklar gatlary ýatan şertinde esasyň doly oturyşynyň, galyňlygy uly bolmadyk gatlar üçin hasaplap, soňra olary jemläp anyklaýarlar. Güýjenmeleriň çuňluk boýunça ýaýraýşynyň (her gatyň ortasynda) göni deformirlenýän ýarym giňişlik usuly aňlatmalary bilen anyklaýarlar. Bu ýagdaýda diňe fundamentiň merkezinden geçýän wertikaldan (dik çyzykdaky) maksimal güýjenmeler hasaba alynmaýar. Beýle etmeklik başga normal güýjenmeler bolan (σ_x, σ_y) – y topragyň gapdala giňeliş, gysylýan gatyň beýikligine çäklendirmegiň hasaba alynmandygyny kompensirleýärler. Esasyň beýle usulda hasaplanan oturyşy, gözegçilik edilýän hakyky oturyşa ýakyndyr.

Her bir gat çäginde güýjenme, ondaky ortaça güýjenmä deň diýip alynmagyň diňe olaryň galyňlygy $h \leq 0,5 b$ (b – fundamentiň ini) bolan şertinde ýerine ýetýär.

Şol sebäpli işjeň gysylýan topraklar gaty her bir aýratyn toprak gaty çäginde beýiklikleri $h \leq 0,4 b$ bolan elementar gatlaklara bölünip, bir jynssyz esas esasy meseläniň şertine gabat getirilýär.

Işjeň gysylýan topraklar gatlary beýiklikleri fundamentiň düybünden şeýle çuňluklara alynýar, ondan aşakdaky ýerleşen toprak te-

bigy güýjenme bilen şeýle dykyzlanan desganyň goşmaça güýjenmesi ony kănbir ulaldyp bilenok, ýagny

$$\sigma_{zp} < K \cdot \sum_{i=1}^{i=n} \gamma_{//i} \cdot h_i. \quad (8.11)$$

Bu ýerde: n – işjeň zonadaky gatlaryň sany; K – 2.02.01–83 GK we D laýyklykda 0,2 deň diýip alynýan koeffisiýent, eger-de $E < 5,0$ MPa bolanda, $K = 0,1$; gidrotehniki desgalar üçin $K = 0,5$.

Ýokardan belli bolşy ýaly, işjeň gysylýan gatyň beýikligini anyklamak üçin häzirki wagtda doly işlenen pikir ýok. İşjeň gysylýan gatyň çuňlugy onuň aşagyndan güýjenmä, topragyň dykyzlanyş derejesine; struktura berkligine baglydyr. Bu barada şertiň fiziki tebigatyna dogry gelýän N.Sytowiçiň hödürlenmesine dogry diýmek mümkin, ýagny işjeň gatyň fundamentiň aşagyndan çuňlugyny $\sigma_{gr} < P_{str}$ şert boýunça aňlatmaly.

Nirede P_{str} toýun topraklaryň struktura berkligi. Ondan başga-da işjeň gatyň çäginä haýsy çuňlukda aşaky topraklaryň oturyşyny, esasyň doly oturyşyndan 1%-ini tutsa, geçirmeli diýip pikir hem bar.

Aýdylanlary hasaba alyp, gatlar jemi usuly bilen esasyň oturyşyny anyklamak üçin ýokarda getirilen galyňlykdaky gat oturyşynyň aňlatmalary hödürlenýär, ýagny:

$$S = \sum_{i=1}^n h_i \frac{(e_1 - e_2)}{(1 + e_1)}; \quad (8.12)$$

$$S = \sum_{i=1}^n C_{c,oi} \sigma_{zp,i} h_i; \quad (8.13)$$

$$S = 0,8 \sum_{i=1}^n h_i \frac{\sigma_{zp,i}}{E_i}; \quad (8.14)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i h_i K_i; \quad (8.15)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{C_{ci} \sigma_{zp,i} \cdot h_i}{(1 + e_1)}; \quad (8.16)$$

$$S = \sum_{i=1}^n \frac{2,3 \left(\lg \frac{\sigma_{zp,zi}}{\sigma_{zp,li}} \right) \cdot h_i}{B_{li}(1 + l_i)}. \quad (8.17)$$

H_c -a gysylýan gatyň fundamentiň düýbünden şertli çäklendirilýän beýiklikde 2.02.01-83 GK we D-dan hödürlenýän göni deformirlenýän ýarym giňişlik modelinde desganyň oturyşyny hasaplamagyň çyzgysy getirilen. Ini ýa-da diametri 10 m-den uly bolmadyk fundamentlerde (desgadan) esasa berilýän güýjenme bilen, topragyň öz agramynda emele gelýän tebigy güýjenmäniň tapawudynda ýüze çykýar diýip aýdylýar.

8.4. UMUMY MAÝYŞGAK DEFORMASIÝA USULYNDASASLARYŇ OTURYŞYNY ANYKLAMAK

Umumy maýyşgak deformasiýany aşagynda gysylmaýan toprak gaty bolan çäkli galyňlykdaky maýyşgak gat üçin maýyşgaklyk teoremasyny ulanyp hasaplaýarlar. Bu taýda bir jynsly toprak göni deformirlenýän giňişlik ýaly seredilýär.

Deňölçegli ýük bilen ýüklenen meýdan üstünde ýerleşen nokatlaryň oturyşyny, elementar ýygnaýan güýçlerden üýtgeýşini şu meýdan boýunça integrirläp anyklaýarlar.

Fundamentiň düýbi gönüburçly ýagdaýda esasyň oturyşy üçin Şleyheriň aňlatmasyny görkezmek mümkin.

$$S_{may} = \frac{\omega P \cdot b(1 - v^2)}{E_{may}}. \quad (8.18)$$

Bu ýerde: ω – esasyň aşagyň meýdanynyň görnüşini hasaba alýan koeffisiýent; b – fundamentiň ini.

IX BAP

ESASLARY BIRINJI TOPAR ÇÄK ÝAGDAÝ WE GÖTERIBILIJILIK UKYBY BOÝUNÇA HASAPLAMAK

9.1. ESASLARY BIRINJI TOPAR ÇÄK ÝAGDAÝ BOÝUNÇA TASLAMAK

Desgalar gurulýan we ulanylýän döwründe olaryň esaslarynyň berkligini we durgunlylygyny üpjün etmek maksady bilen esaslary birinji topar çäk ýagdaý boýunça hasaplaýarlar. Aşakda sanalan şertlerde bu hasaplamalar hökmandyr:

- esaslary uly bahaly gorizontaý ýük, şu hatarda seýsmiki ýük täsir edende (direg diwarlary we şuňa meňzeş desgalarda);

- desga ýa-da onuň fundament ýapgytlykda ýa-da eňňit gaýdýan toprak gatynda ýerleşende;

- toprak desgasyň konstruksiýasynda ýapgytlyk bolup, onuň öz agramyna, syzylma we başga ýükler täsirinde durgunlylygynyň ýitmegi mümkin bolanda;

- esas suwa ganana toýun ýa-da torfly toprakdan durup, onuň çyglylyk derejesi $S_1 > 0,85$ we jibisleniş koeffisiýenti $C_v \leq 1 < 10^7 \text{ sm}^2/\text{ýyl}$ bolsa;

- esas daşly toprakdan bolanda.

Esasyň göteribilijilik ukyby ýa-da çäk garşylygy (F_u) çäk basyşy ($P_{\text{çäk}}$) ýa-da çäk ýüki (F_u) bilen bahalandyrylýar.

Daşsyz esaslaryň göteribilijilik ukyby topragyň çäk deňagramlylyk ýagdaýyna laýyk bolup, haçan-da güýjenme sähelçe köpelende toprak dürli süýşüş üstleri boýunça döwürler (fundamentiň aşagyn-dan gysylp çykmagy, ýapgytlyklaryň süýşmegi, fundamentiň esas bilen bilelikde süýşmesi).

Hasaplamalardan berklik kriteriýasy hökmünde Kulon şerti alynýar, ýagny

$$\tau_{\text{çäk}} = P_{\text{çäk}} \text{tg} \varphi_1 + c_1. \quad (9.1)$$

Az ýa-da haýal dykyzlanýan, suwdan ganan toz-toýun we biogen topraklarda (çyglylyk derejesi, $S_r \geq 0,85$, konsolidasiýa koeffisiýenti $c_r \leq 10^7 \text{ sm}^2/\text{ýyl}$), esasyň çäk garşylygy öýjüklerdäki suwuň artykmaç bagly stabilleşmedik ýagdaýyna baglylykda anyklanmalydyr. Onda aňlatma aşaky görnüşde ýazylýar:

$$\tau_{\text{çäk}} = (\sigma_{\text{çäk}} - u) \text{tg} \varphi_1 + c_1. \quad (9.2)$$

Desgalar ýokary depginde gurlanda ýa-da oňa ulanylýan intensiw ýükler ýüklenende (berklik ätiýaçlygyny gazanmak üçin) toprak öýjüklerindäki suwuň artykmaç basyşyny süýşüş üstlerindäki normal güýjenmä deň ($u = \sigma$) ýa-da φ_1 we c_1 -leriň bahalary esas topragyň stabilleşmedik ýagdaýyna laýyk alýarlar.

Çäk basyşy $P_{\text{çäk}}$ (esasyň çäk garşylygy F_u) we topraklaryň durgunlylyklaryny anyklamak usullary kändir. Muňa seretmezden, taslanýş döwründe desganyň hakyky işleýiş şertini şol usullarda alynýan esasyň işleýiş şerti bilen deňeşdirip, hakyky çyzgyny saýlap almalı.

Esas topraklaryň görteribilijilik ukybyny hasaplamak üçin hödürilenýän ähli usullary iki topara bölmek mümkin:

– *birinji topara* çäk basyşy we süýşüş üstleriniň çäkligini çäk ýagdaýyň differensial deňlemeleri ulgamy arkaly anyklaýan örän dogry usullar girýär;

– *ikinji topara* süýşüş üstleri şekilli takmynan bellenýän we çäk basyşy esasyň durgunlylygy ýitirilen şerti bilen anyklaýan usullar girýär.

Iki topara hem girýän bu usul hem aşakdaky meseleleri çözmäge, ýagny: başlangyç aýgytlaýjy P_{cr} – güýji we esas topragyň hasaplanan R – garşylygyny; topraga çäk aýgytlaýjy güýji P_{cre} we topragyň F_u – çäk garşylygyny, toprak massiwi we ýapgytlyklaryň durgunlylygy; desgalaryň süýşmäge durgunlylygy; topragyň direg diwarlaryna basyşy tapmaga mümkinçilik berýär.

Başlangyç aýgytlaýjy ýük N.Puzyrewskiniň aşaky analitiki aňlatmasy arkaly anyklanýar:

$$P_{cr} = \frac{\pi(\gamma d + c \text{tg} \varphi_1)}{\text{ctg} \varphi + \varphi - \frac{\pi}{2}} + \gamma d. \quad (9.3)$$

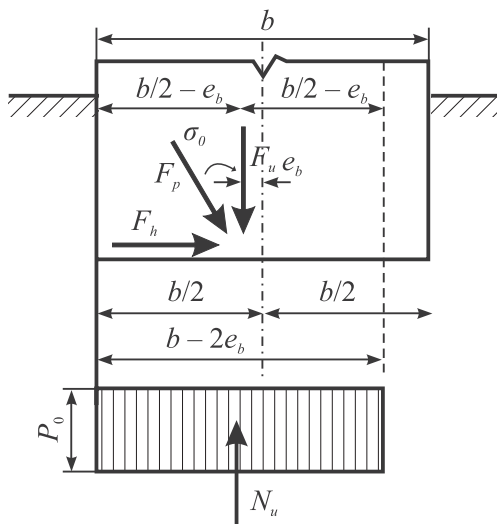
Çäk aýgytlaýjy ýük W.Berezanskiniň aşakdaky aňlatmasy arkaly anyklanýar:

$$P_{cr2} = N_v \cdot \gamma \left(\frac{b}{2} \right) + N_q \cdot q + N_c \cdot c. \quad (9.4)$$

Topragyň hasaplanan garşylygynyň anyklanyşyna öň seredildi. Topraklaryň direg diwarlaryna basyşy Desgalar nazaryýeti dersinde seredilýär. Biz tejribede giňden ulanylýan usullar bilen tanşarys.

9.2. ANALITIKI USULLAR

Gurluşyk kadalary we düzgünleri (GK we D) 11–15–74 boýunça eger fundamentiň aşagyndaky toprak fundamentiň inine deň çuňlukda birjynsly we fundamentiň dürli taraplarynda täsir edýän wertikal güýçleriň iň ulusynyň intensiwligini esasyň hasaplanan “ R ” garşylygynyň ýarymyndan uly bolmadyk ýagdaýda esasyň çäk garşylygy N_u -ny analitiki usulda anyklamany hödürleýär. Deň täsir ediji güýç F merkezden daşary goýlan şertde, hasap şerti shema boýunça geçirilýär, ýagny onuň şol bölege nirede fundament merkezden ýüklenen we fundamentiň aşagyndaky güýjenme “ P_0 ” onuň hasaba alynýan böleginiň düýbünde deň ýaýran diýip alynmaly.



9.1-nji surat. Hasaplanan ýüküň merkezden daşary goýlan şertinde esasyň çäk garşylygyny anyklamakda fundamentiň şertli ölçegleri

$$\operatorname{tg} \delta_0 \leq \sin \varphi_i; \quad (9.5)$$

$$\operatorname{tg} \delta_0 = \frac{P_h}{P_v}. \quad (9.6)$$

şerti ýerine ýetirende hasaplamalar geçirilýär.

Bu ýerde: P_h we P_v – fundamentiň düýbüniň derejesindäki täsir ediji P_{has} güýjüň gorizonta düzüjileri.

Esasyň çäk garşylygyny anyklamak üçin aňlatma

$$N_u = b^1 l^1 (N_v \cdot \zeta_v \cdot b^1 \cdot \gamma_1 + N_q \zeta_q d \gamma_1 + N_c \zeta_c c_1). \quad (9.7)$$

görnüşde ýazylyar.

Bu ýerde b, l' – fundamentiň düýbüniň şertli ölçegleri, m:

$$b^1 = b - 2e_b; \quad (9.8)$$

$$l^1 = l - 2e_l.$$

Bu ýerde: e_b, e_l – deň täsir ediji güýjüň fundamentiň ini we uzaboýuna goýluş eksentritetleri, m; N_v, N_q, N_c – esas topragynyň içki sürtülme (φ_1) we eňnitlik burçuna (δ_0) burçuna baglylykda GK we D-lerinden alynýan ölçeg birleksiz koeffisiýentleri; γ_1 we γ_1'' – fundamentiň düýbünden aşakda we ýokarda ýerleşen topraklaryň hasaplanan udel agramy, kN/m³; c_1 – udel ilinişikligiň hasaplanan bahasy, Kpa; d_p – fundamentiň goýluş çuňlugy, m; $\zeta_v, \zeta_\varphi, \zeta_c$ aşakdaky aňlatmalar bilen anyklanýan fundament şekili koeffisiýentleri

$$\zeta_v = 1 - 0,25 / \eta;$$

$$\zeta_q = 1 + 1,5 / \eta; \quad (9.9)$$

$$\zeta_c = 1 + 0,3 / \eta.$$

Bu ýerde: $\eta = \frac{l}{b}$, l we b deňişlilikde fundamentiň düýbüniň ölçegleri merkezden daşary ýüklenen fundamentlerde ol indiki ýaly

bolar. $\eta = \frac{l^1}{b^1}$ Hasaplama (9.5) aňlatma boýunça ýerine ýetirilýär, haçan-da indiki şert ýerine ýetirilen ýagdaýynda, ýagny

$$\operatorname{tg} \delta_0 < \sin \varphi_i. \quad (9.10)$$

Şert (10) ýerine ýetirilmedik ýagdaýynda fundamentiň durgunlylygy onuň düýbi boýunça süýşmegi hasaplanýar, ýagny

$$K_{dur} = \frac{P_v f}{P_n}. \quad (9.11)$$

Bu ýerde: K_{dur} – durgunlylyk koeffisiýenti, f – fundament materialynyň esas topragyna sürtülme koeffisiýenti.

Esasyň görteribilijilik ukyby

$$F_{u,has} \leq \frac{F_u}{K_0} \quad (9.12)$$

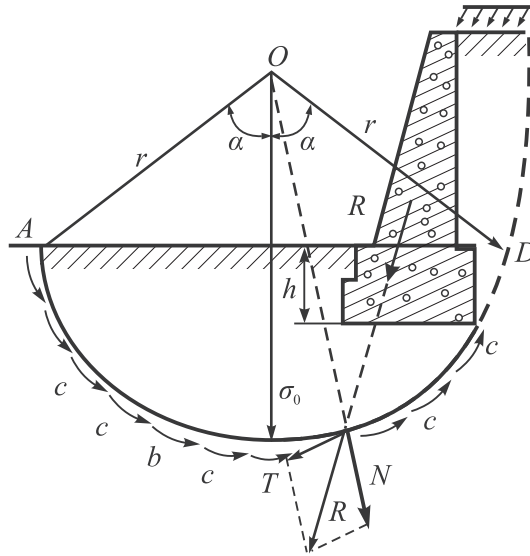
şertler boýunça barlanýar, bu ýerde K_0 – ähtibarlyk koeffisiýenti.

9.3. GRAFOANALITIK USULLAR

Eger analitik usuly ulanyp bolmasa, ýagny esas topragy bir jynsly bolsa, onuň stabilleşmedik ýagdaýynda gapdaldan täsir edýän basyşyň intensiwligi 0,5 R -den uly bolsa we desga ýapgytlykda ýa-da oňa ýakyn ýerleşse, onda esaslaryň görteribilijilik ukybyny hasaplamakda grafoanalitik usullar ulanylýar, bu ýagdaýda meseläni çözmek üçin M.M.Grişiniň hödürän tegelek silindrik süýşüş üstler usuly has ýönekeý we uniwersal usuldyr. Hödürülenýän usula laýyklykda, esas topragyň görteribilijilik ukyby onuň süýşmäge çäk garşylygyna deň diýilmän, topragy süýşmekden saklaýan we süýşürýän güýçler momentleriniň gatnaşygy bilen anyklanýar. Saklaýan güýçler momentleriniň süýşýän güýçler momentlerine gatnaşygy **ygtybarlylyk-durgunlylyk koeffisiýenti** γ_a diýip atlandyrylýar we onuň bahasy 1,2 -den kiçi bolmaly däl. Ol

$$\gamma_{\bar{a}} = \gamma_n / \gamma_c \quad (9.13)$$

aňlatma bilen kesgitlenýär, bu ýerde: γ_n we γ_c – deňişlilikde topragyň görnüşini, ýagdaýyny we desganyň toparyny hasaba alýan koeffisiýentler.



9.2-nji surat. Gruntda tegelek silindrik süýşüş üstler usuly boýunça desganyň süýşmeklige durnuklylygyny hasaplamak üçin çyzgy

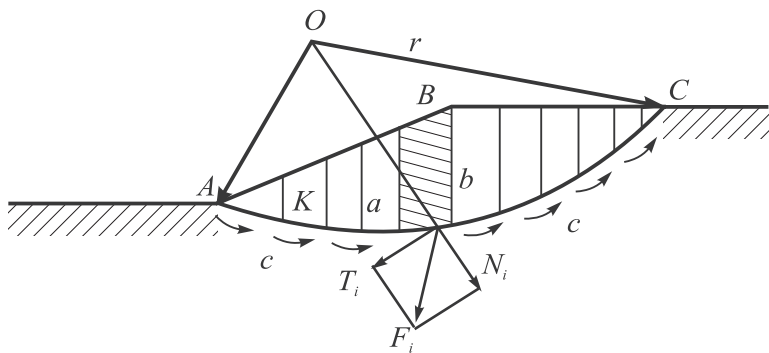
Esas topraklaryň süýşmäge durnuklylygyny anyklamak üçin bir wertikalda ýerleşen özbaşdak saýlanyp alnan, (O) merkezden süýşme garaşylýan radiusly tegelek ýaýyny (tegelek silindrik süýşme üsti) geçirilýär. Fundamentiň gyrasyndan hem-de toprak ýapgytlygynyň aşagyndan munuň ýaly tegelek silindrik üstleriň köpüsini geçirmek mümkin. Şonuň üçin durgunlylygynyň garaşylýan erbet şerti, ($\gamma_{\bar{a}}$ -nyň minimal bahasy) yzygiderli birnäçe gezek tegelek silindrik üsti geçirmek we $\gamma_{\bar{a}}$ -nyň bahasyny hasaplamak bilen anyklanýar. Desga tegelek silindriki üsti bilen çäklenen esasyň bir bölegi we desganyň arkasyna guýlan toprak bilen O nokada oňnositel aýlanýar diýip kabul edilýär. Soňra ähli täsir edýän (saklaýan we süýşürýän) güýçleri süýşüş üstüne täsir edýär diýip, durgunlylyk koeffisiýenti anyklaýarlar.

ABSD toprak segmentiniň agramy bolan G_0 -y we desganyň agramy R -i täsir ugry boýunça süýşüş üstüne geçirýärler. Desganyň öz we onuň arkasyndaky topragyň agramdan we şol topragyň desga gapdal basyş güýçleriniň jemleýjisi bolan R güýji süýşüş üstüne gorizontál “ T ” we vertikal “ N ” täsir ediljilere dargadýarlar. *ABSD* toprak segmentiniň agramy bolan G_0 ýük süýşüş üstüne diňe normal täsir edýär diýip alynýar.

Şeýle ýagdaýda saklaýan güýçlere sürtülme ($N \cdot \operatorname{tg} \varphi_1$) we *ABSD* ýaý uzynlygyna täsir edýän ilinşeklilik güýçleri, süýşürýän güýçlere galtaşýan T güýçler girýär. Soňra O nokady oňositel saklaýan we süýşürýän güýçler momentleriniň gatnaşygy hasaplanyp, durgunlyk koeffisiýenti anyklanýar:

$$\gamma_a = K = \frac{M_{sak}}{M_{siýý}} = \frac{[(N + G_0) \operatorname{tg} \varphi_1 + c_1 L] r}{T \cdot r} = \frac{(N + G_0) \operatorname{tg} \varphi_1 + c_1 L}{T}. \quad (9.14)$$

Durgunlyk koeffisiýentiniň minimal bahasyny anyklamak üçin aýlanyş merkeziniň orny üýtgedilip, ýokarky ýaly täze tegelek silindriki süýşüş üstleri geçirilýär we hasaplamalar gaýtalanýar.



9.3-nji surat. Toprakdan eňňidiň durnuklylygyny hasaplamagyň çyzygy

Eger, γ_a bahasy desganyň durgunlylygyny gazanmak üçin ýeterlik bolmasa, onda fundamentleriň çuňlugy ýa-da ini ulaldylýar we R -güýjüň ýapgytlylygy peseldiler.

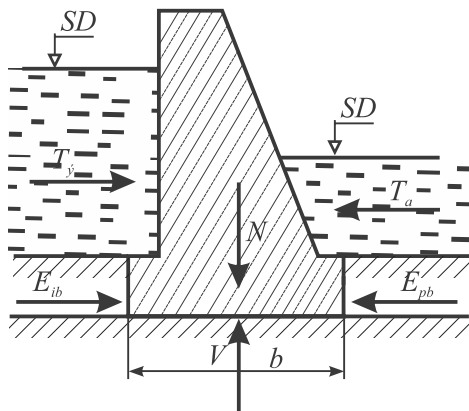
Tegelek silindriki süýşüş usuly bilen toprakdan galdyrylan desgalary (kanallaryň, toprak bentleriniň) ýapgytlyklarynyň durgunlyklary hem barlanýar.

Gruntyň her böleginiň agramyny süýşme egri çyzygyna normal (N_i) we sürtülme (T_i) ýerleşdirilýär. Onda eňňidiň durnuklylygyny indiki aňlatma bilen bahalandyrylýar.

$$\gamma_{\bar{a}} = K_{dur} = \frac{\sum M_{sak}}{\sum M_{siýý}} = \frac{\sum N_i \operatorname{tg} \varphi_{li} + c_{li} L}{\sum T_i}. \quad (9.15)$$

9.4. DESGALARYŇ TEKIZ SÜÝŞMÄGE DURNUKLYLYGY

Desgalaryň tekiz süýşmäge durnuklylygy olaryň düýbünüň esasy bilen baglanyşygy boýunça anyklanýar (haçan-da desga uly bahaly gorizontaý güýçler täsir edende, ýagny bu güýçler baglanyşyk meýdanyndaky sürtülme ilinişiklilik güýçleriniň çäk garşylygyndan uly bolanda).



9.4-nji surat. Hidrotehniki desgalaryň tekiz süýşüşini hasaplamak üçin çyzgy

Bu ýagdaýda durgunlyk koeffisiýenti K_{dur} aşakdaky aňlatma boýunça anyklanýar:

$$\gamma_{\bar{a}} = K_{dur} = \frac{\sum T_{sak}}{\sum T_{siýý}} = \frac{(N - V) \operatorname{tg} \varphi_l + A \cdot c_l + E_{p \cdot b}}{T_y - T_a + E_{i \cdot b}} \geq 1, 2. \quad (9.16)$$

Bu ýerde: N we T – degişlilikde grunta iň amatsyz ýükleriň toplumynyň dikligine we keseligine düzüjileri; V – gidrostatiki we

gidrodinamiki garşylyklardan basyş; $E_{i,b}$ we $E_{p,b}$ – degişlilikde grunta işjeň we pes basyşlar.

Eger fundamentiň düýbünden aşakda gowşak toprak gaty bar bolsa, onda desganyň şu gatyň üsti boýunça süýşmäge durnuklylygy ýokarka meňzeş çyzgyda geçirilýär.

9.5. GIDROTEHNIKI DESGALARYŇ DAŞ DÄL ESASLARYNYŇ HASAPLAMALARY

Gidrotehniki desgalaryň esaslary iki topar çäk ýagdaý boýunça hasaplanýar.

Jeki esasynyň we ýagtylyklarynyň durgunlylyklarynyň görteribilijilik ukyby boýunça hasaplanýar. Bu ýagdaýda aşaky şert ýerine ýetmeli:

$$\eta_c F \leq (\gamma_c / \gamma_n) F_u. \quad (9.17)$$

Bu ýerde γ_n we n_c – ähtibarly we güýçleriň utgaşdyrylan koeffisiýentleri, GK we D-lerinden alynýar. γ_c – işleýiş şertini hasaba alýan koeffisiýent, desgalaryň we esasyň görnüşine baglylykda 0,75...1,5 alynýar. Daşsyz esasdaky gidrotehniki desgalar we toprak eňňitleri üçin $\gamma_c = 1$.

Ikinji topar çäk ýagdaý, ýagny deformasiýasy boýunça hasaplama indiki şerti kanagatlandyrmaly:

$$S \leq S_u. \quad (9.18)$$

Esaslaryň durgunlylygynyň hasaplamalary.

Gidrotehniki desgalaryň esaslarynyň görteribilijilik ukyby (esaslaryň süýşmäge berkligi) aşakdaky üç sany çyzgynyň biri boýunça hasaplanýar.

Diňe tekiz (aýlanmazdan) süýşüş çyzgysy boýunça desganyň durgunlylygy esas topraklary çäge, iri döwlen we pes çyglylykdaky toýun topraklarda aşaky şert ýerine ýetende,

$$N_\sigma = \frac{\sigma_{\max}}{b \cdot \gamma_1} \leq B \quad (9.19)$$

we suwuň toýun topraklarda (18)-den başga-da aşaky

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \operatorname{tg} \varphi_1 + \frac{A_1}{\sigma_{or}} \geq 0,45; \quad (9.20)$$

$$c_g^0 = \frac{k_f(1+e)t_0}{c_c \gamma_\omega \cdot h_0^2} h \geq 4. \quad (9.21)$$

şertler ýerine ýetende barlanýar.

(9.19), (9.20), we (9.21)-lerde: N_0 modelirleme sany; σ_{\max} we σ_{or} – fundamentiň burçlaryndaky maksimal we onuň meýdany boýunça ortaça güýjenme; l – fundament düýbüniň süýşürji güýje parallel ölçegi; B – ölçeg biriksiz aýgytlaýjy, dykyz çägeler üçin $B = 1$, başga topraklaryň ählisi üçin $B = 3,0$; $\operatorname{tg} \varphi_1$ – süýşüş koeffisiýentiniň hasaplanan bahasy; c_g^0 – jebisleniş derejesi koeffisiýenti; t_0 – desganyň gurluş döwri; h_0 – jebislenýän toprak gatynyň hasaplanan galyňlygy; c_c – topragyň dykyzlanyş koeffisiýenti.

Desgalaryň konstruksiýasyna laýyklykda süýşüş üsti hökmünde onuň gorizonta düýbi ýa-da dişleriň düýbünden geçýän gorizonta meýdan ýa-da daş düşegüsti alynýar.

Desganyň durgunlylygy gazanylýan hasaplanan göteribilijilik ukyby (tekiz süýşmäge çäk garşylygy) $F_{u,m}$ we süýşürýän güýçler $F_{s,a}$ aşaky aňlatmalar bilen anyklanýarlar:

$$F_{u,m} = P \cdot \operatorname{tg} \varphi_1 + 0,7 E_{p,b} + F \cdot c_1; \quad (9.22)$$

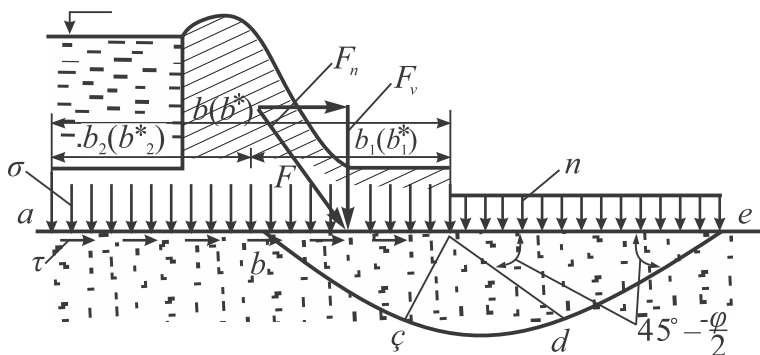
$$F_{sa} = T_y + E_{i \cdot b} + T_a.$$

Bu ýerde: $E_{p,b}$ we $E_{i \cdot b}$ – degişlilikde desganyň aşaky eňňidinde pes bolşy, ýokarky eňňitden işjeň basyşyň hasap bahalary; T_b we T_u – degişlilikde bu taraplaryň hasap işjeň güýçleriniň gorizonta düzüjileri.

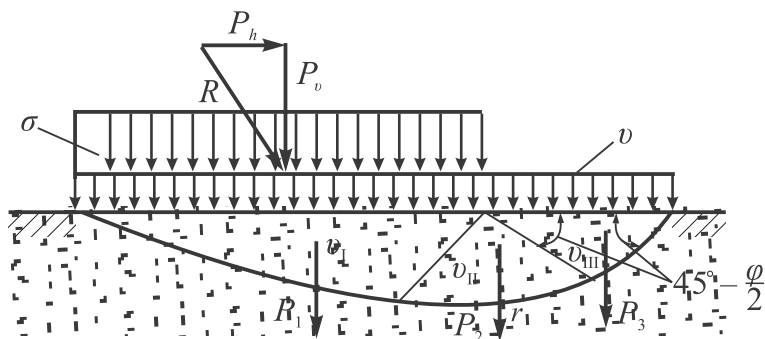
Soňra desganyň (esasyň) durgunlylygy (9.17) – arkaly barlanýar.

Gatnaşykly süýşüş çyzygysy boýunça bir jynsly topraktan duran esasdaky desgalaryň durgunlylygy, haçan-da (9.19–9.21) şertler ýerine ýetmände barlanýar.

a , b – tekiz süýşme bölegi, $b_1 e$ – gruntyň çykma bilen süýşme bölegi, $b - \omega - g - d - b$ – çykma zonasy.



9.5-nji surat. Gidrotehniki desgalaryň garyşyk süýşmede durnuklylygynyň we esasyň görteribilijilik ukybynyň hasap çygzysy



9.6-njy surat. Çuň süýşüş çygzysy boýunça esasyň görteribilijilik ukybyny we desganyň durgunlylygynyň çygzysy

Desganyň aşagynda, esasyň b_2 -inli $a-b$ böleginde, toprak sökölip tekiz süýşme, b böleginiň asagynda $b-\omega-g-d$ böleginde bolsa süýşme toprak çykma görnüşinde bolup geçýär, şonuň üçin süýşme çäk garşylyk güýjüni (F_u , süý) görkezilen iki bölek garşylyklar ýygyndysy görnüşinde aşakdaky aňlatma arkaly anyklaýarlar:

$$F_{u,süý} = (\sigma_{or} \operatorname{tg} \varphi_1 + c_1) b_2 l + \tau_{çäk} b_1 l. \quad (9.23)$$

Bu ýerde: $\tau_{çäk}$ – topragyň sökölip süýşýän bölegindäki çäk sürtülme güýjenmesi, çäk deňagramlylyk usuly boýunça şu bölegiň görteribilijilik ukyby F_u bahasyna baglylykda anyklanýar. $\tau_{çäk}$ we b_1 bahalarynyň anyklanyşy (2)-de doly getirilen. Normal güýç eksentrisitetli goýlanda b_1 we b_2 -leriň ornuna b^* , b_1^* , b_2^* -lar goýlar ($b^* = b - 2eN_1 ab_1^* = b_1 \cdot b^*/b$).

Çuň süýşüş çyzgysy boýunça esaslaryň durgunlylyklary hasaplamalar (9.19–9.21) şertler ýerine ýetmände, diňe wertikal hem-de wertikal we gorizontal ýükleri göterýän we bir jynssyz esasyda ýerleşen desgalar üçin geçirilýär.

Çuň süýşüş çyzgysy boýunça hasaplamalar, çäk ýagdaýda esas topraklaryň deňagramlyk şertini kanagatlandyryýan usul boýunça geçirilýär. Hasaplamalaryň geçiriliş usuly (9.19) we (9.20) şertlerde doly görkezilen.

9.6. GIDROTEHNIKI DESGALARY IKINJI TOPAR ÇÄK ÝAGDAÝ (DEFORMASIÝA) BOÝUNÇA HASAPLAMAK

Gidrotehniki desgalaryň ýerini üýtgetmekligi (oturyşy we gorizontal ýer üýtgediş) hasaplamalary normal güýçleriň ähli düzüjilerini hasaba alyp geçirilýär. Öňki seredilen, ýagny diňe fundamentiň merkezinden geçirilen ok boýunça ýaýran dykyzlaýjy güýjenmeler arkaly esasyň oturyşy anyklanandakydan bu usul dogry netije berýär.

Gurluşyk kadalary we düzgünleriň (GK we D) II–16–76 hödürnamalaryna laýyk, gidrotehniki desgalaryň esasyňyň gruntynyň çylşyrymly güýjenme ýagdaýy modul deformasiýa gatnaşyklary arkaly alynýar. Desgalaryň görnüşlerine we kabul edilen hasaplaýyş çyzgysyna baglylykda deformasiýa modullarynyň dürli bahalary (E.Eor, E.getir) ulanylýar. Esasy başlangyç deformasiýa moduly derejine, kompres enjamynda ýa-da meýdan şertlerinde ştamplar arkaly anyklanan deformasiýa modullary kabul edilýär.

Kompres enjamyndaky toprakdaky dartgynlylyk ýagdaýy bilen, hakyky gidrotehniki desganyň esasyňyň dartgynlylygynyň gabat gelmeýänligi, (olaryň bahalarynyň tapawudy) deformasiýa modulynyň hasaplanan bahasy anyklananda ulanylýar.

$$E_i = \bar{E}_i \beta m_0; \quad (9.24)$$

$$\bar{E}_i = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{e_1 - e_2} (1 + e_1). \quad (9.25)$$

Bu ýerde: \bar{E}_i – umumy deformasiýa moduly, kompres egrisiniň birinji gysylyş şahasyndan anyklanýar; $e_1 = f(\sigma_{gz} = g_1)$; $e_2 = f(\sigma_{gz} + \sigma_{pz}) = G_2$, $m_0 = m_c$ -ini 20 m-den kiçi, meýdany $A < 500 \text{ m}^2$ bolanda 1,0, ondan uly ölçeglerde 1,5 alynýan koeffisiýent.

Umumy deformasiýanyň ortaça moduly E_{02} gysylýan gatlak çäginde gat-gat toprak bolan ýagdaýda aşaky aňlatma arkaly alynýar.

$$E_{or} = \frac{\sum E_i \alpha_i \cdot h_i}{\sum \alpha_i \cdot h_i}. \quad (9.26)$$

Bu ýerde: α_i – fundament düýbünden aşak gitdigiçe güýjenmäniň işini hasaba alýan koeffisiýent.

Gidrotehniki desgalar gurlanda fundament çukury (kotlowan) gazylýar, ýagny toprak üstünden ýokary bölek aýrylýar, diýmek, tebigy güýjenme kemelýär. Onuň netijesinde fundament düýbündäki topragyň dykzlygy gowşaýar. Bu ýagdaýda topragyň getirilen umumy deformasiýa moduly $E_{get.}$ aşaky aňlatma bilen anyklanýar:

$$E_{get.} = E_{0r} \frac{\sigma_0}{\sigma_0 - (1 - \frac{E_{or}}{E_{t,or}}) \sigma_{zgr,0}}; \quad (9.27)$$

$$E_{t,or} = \frac{\sum E_{b,i} \cdot \alpha_i \cdot h_i}{\sum \alpha_i h_i}; E_{t,i} = E_i \frac{e_1 - e_2}{e_1^1 - e_2^1}. \quad (9.28)$$

Bu ýerde: σ_0 – daşky ýüklerden desganyň düýbündäki ortaça güýjenme ($\sigma_0 = \sigma_{or}$); $\sigma_{gz,0}$ – fundamentiň çukuryňy gazmakda fundamentiň düýbünüň derejesindäki tebigy güýjenme: e_1 we e_2 – σ_0 we $\sigma_{gz,0}$ -lara laýyklykda emele gelýän öýjüklilik koeffisiýenti, kompres çyzygynyň ikinji şahasyndan alynýar.

Haçan-da aşaky iki görnüşde bolsa esasyň oturyşy hasaplanýar:

1) Esas tiz dykzlanýan we suw geçirmeýän baglanyşyksyz we jebisleniş koeffisiýenti $c_v^0 \geq 4$ bolan baglanyşykly toprakda duranda:

2) Esas $c_v^0 < 4$ bolan dykz baglanan hem-de süýnýän topraklardan duranda.

Birinji ýagdaýda esaslaryň doly oturyşy, gatlar jemi usuly bilen aşakdaky arkaly alynýar:

$$S = 0,8 \frac{E_{ort}}{E_{gt}} \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{pzi} h_i}{E_i}. \quad (9.29)$$

Ikinji görnüşli esaslarda esasyň doly oturyşy S jebisleniş hadysasynyň gutaryş momentine laýyk, ýagny birinji görnüşli esas ýaly hasaplanan S_1 oturyş we topragyň süýnüşi bilen bagly bolan S_2 oturyş ýygindysyndan durýar diýip anyklanýar.

$$S = S_1 + S_2. \quad (9.30)$$

Akgynlyk görkezijisi $0 < L_2 \leq 0,5$ bolan topraklar üçin süýnüş bilen bagly $S_2 = 0,35 S_1$ diýip alynýar; $L_2 > 0,5$ bolanda S_2 topraklaryň süýnüşi barlaglary netijesinde anyklanýar.

Topraklaryň jebisleşmedik, ýagny belli bir wagt içindäki oturyşy, beton, demir beton desgalary üçin statiki materiallaryň netijeleri arkaly tapylan aşaky empiriki aňlatma bilen hasaplanýar:

$$S_t = S_1(1 + e^{-\rho t}). \quad (9.31)$$

Bu ýerde: $\rho - 1/t$ ölçeg birlikli koeffisiýent H_g/B_f baglylykda alynýar.

Desgalaryň gyşarmasynyň hasaplamalary. Beton, demirbeton desgalaryň gönüburçly düýbi we esasta birjynsly ýa-da gorizont gatly topraklar ýatan şertinde, syzylma güýçleri hasaba alman desgalaryň gyşarmasy şu aşakdaky aňlatmalar bilen anyklanýar:

1. Fundamentleriň merkezinden daşary ýüklenen şertinde

a) fundamentiň ulý tarapyna

$$\text{tg} W_i = K_1 \frac{M_l}{b^3} \cdot \frac{1 - \mu^2}{E_{op}}; \quad (9.32)$$

b) fundamentiň inine

$$\text{tg} W_b = K_2 \frac{M_b}{b^3} \cdot \frac{1 - \mu^2}{E_{op}}. \quad (9.33)$$

Bu ýerde: K_1 we K_2 fundamentiň l_f/b_f baglylykda (2)-niň 4-nji suratynda alynýar.

Beton, demirbeton gidrotehniki desgalaryň hasaplanan we çäk gorizont süýüşleri GK we D-lerinde (2) getirilen aňlatmalar arkaly wariasiýa usulynda (süýşýän) gat modelinde anyklanýar.

Süýşmäniň geçýän bölegi desganyň düýbi bilen çäklenmän, ondan daşary çykyar we onuň hasaplanan ölçegi synag ýa-da tebigy gözlegler arkaly alynýar.

Birinji görnüşli birjynsly esaslarda desgalaryň gorizontall süýşüşi aşakdaky aňlatma bilen anyklanýar:

$$U_1 = \Theta(Q/2\delta E_c). \quad (9.34)$$

Bu ýerde: Q – desga gorizontall goýlan güýç; δ süýşüşiň hasaplanýan bölegi; E_c – deformasiýa moduly, toýun topraklar üçin $E_c = 1,2 E_{get}$, çägeler üçin $E_c = 1,5 E_{get}$ alynýar; Θ – funksiýa $m_{or} = H_c/B/2$ bolanda, aşakdaky formula bilen anyklanýar:

$$\theta = (1-\nu) \frac{2}{\pi} \left[(1-\nu) \ln(1+m_{or}^2) + m_{or} (3-2\nu) \arctg \frac{1}{m_{or}} \right]. \quad (9.35)$$

Esas topraklary birjynssyz, gorizontall we wertikal gat-gat bolanda (9.33) şert üýtgeýär. Olar üçin aňlatmalar edebiýatlarda getirilýär.

Ikinji görnüşli esaslarda gorizontall süýşme aşaky aňlatma bilen anyklanýar:

$$U = U_1 + U_2. \quad (9.36)$$

Bu ýerde: U_1 – (9.33) arkaly anyklanýan gorizontall süýşme; U_2 – topragyň süýşmegine bagly bolan süýşme onuň bahalary konsistentligi $0 \leq l_1 \leq 0,5$ topraklar üçin $0,35 \cdot U_1$; $l_1 > 0,5$ şertde – tebigy gözlegler netijesinde alynýar.

Desgalaryň çäk gorizontall süýşmesi $U_{\text{çäk}}$ aşakdaky aňlatma bilen anyklanýar:

$$U_{\text{çäk}} = \frac{2(1+\nu)}{E_H \delta \cdot b} Q_{\text{çäk}} \left(H_{\text{çäk}} + 0,3 H_i \frac{m_u}{1-m_u} \right). \quad (9.37)$$

Bu ýerde: $O_{\text{çäk}}$ – çäk süýşüriji güýç; H_a – işjeň gysylýan gatlagyň beýikligi; E_H – H_a çägindeki topragyň deformasiýa moduly. $H_{\text{çäk}}$ desganyň çäk ýagdaýa düşendäki gysylýan gatlagyň beýikligi $H_{\text{çäk}} 0,3-0,4 H_a$ alynýar; m_i – ölçeg birliksiz koeffisiýenti, şamlaryň süýşüş usulynda topraklary synag etmek netijesinde anyklanýar (2) netijede, $U \leq U_u$ çäk berjaý bolmaly.

X BAP

ÇUŇ OTURDYLYŇAN FUNDAMENTLERI TASLAMAGYŇ ESASY UGURLARY

10.1. PAÝA FUNDAMENTLERIŇ GÖRNÜŞLERI, PAÝALARYŇ GÖRNÜŞLERI WE KONSTRUKSIÝALARY

Paýa desgadan berlen ýükleri çuň ýerleşen dykyz topraga geçir-mek üçin topraga dikligine ýa-da ýapgytlygyna girizilen ýa-da buraw skwažinasynyň içinde berk çig maldan döredilen inçe düýpdür.

Paýalar aýratyn fundamentleriň aşagynda ýeke, birnäçe, lenta görnüşli fundamentiň aşagynda bir ýa-da birnäçe hatar, meýilnama-da uly massiw fundamentiň aşagynda paýa meýdany görnüşli bolup biler. Desgadan berilýän ýükleri paýalara geçirmek üçin paýalaryň başlary rostwerka diýen plita bilen birleşdirilýär.

Paýalar rostwerka bilen bilelikde paýadan fundamenti döre-dýärler. Bu wagtda esas paýalaryň ujundan aşaky toprak hasaplan-ýar. Paýalar dik meýdanda ýerleşişine, topraga ýükleriň geçirilişine, taýýarlanyşyna we topraga girizilişine, materialyna, kese-kesigine hem-de uzynlygyna, görnüşine we ölçeglerine, armirlenişine görä to-parlara bölünýärler:

Dikligine meýdanda ýerleşiş boýunça. Dik we ýapgyt paýalar bolup bilýär. Ýapgyt paýalar, haçan-da desga uly kese güýçleri goý-lan mahaly ulanylýar.

Ýapgyt paýalar, esasan, beýik ýerleşen rostwerqli fundamentler-de alamaty üýtgeýän ýüklerde ulanylýar. Beýle ýagdaýda paýalar egilme, merkezi, merkezden daşary gysylmana we dartylmana (go-parlyşa) işleýärler.

Yokardan ýük alyp, topraga geçirilişi boýunça paýalar direg we asylyp duran paýalara bölünýärler.

Taýýarlanyşy we topraga oturdylyşy boýunça taýýar (zawod şertlerinde taýýarlanan soň topraga girizilen) buraw skwažinasynda dykyp doldurylýan, kombinirlenen paýalara bölünýärler.

Materialy boýunça paýalar: agaçdan, betondan, demirbetondan, kombinirlenen metaldan we toprakdan bolan paýalara bölünýärler.

Paýaly fundamentleriň taslanýş ugurlary. Paýaly fundamentler (rostwerk – paýalar we paýalar ara giňişlikdäki toprak) we olaryň esaslary 2.02.03–85 GK we D “Paýaly fundamentler. Taslama kadalaryna” laýyklykda iki topar çäk ýagdaýlar boýunça hasaplanylýar:

1. Paýa we rostwerk konstruksiýasynyň berkligi boýunça; paýalaryň we esas topraklarynyň göteribilijilik ukyby boýunça eger-de fundamente gorizonta güýçler täsir etse, onda bütewi fundamentiň durgunlylygy.

2. Asylyp duran paýalar şertinde esasyň oturyşy boýunça.

Paýalaryň esas toprak bilen bilelikdäki ýerini üýtgetmesi boýunça fundamentiň beton, demirbeton konstruksiýasynda jaýryklaryň emele gelşi we jaýryklaryň açylyşy boýunça ýeke-täk paýanyň göteribilijilik ukyby paýanyň materialynyň we onuň saklaýan topragyna kiçi berkligi bilen anyklanýar.

Material we toprak boýunça berklikler ýakyn bolsa, onda şeýle paýalar ykdysady taýdan amatly paýa hasaplanylýar.

Paýalaryň toprak boýunça göteribilijilik ýagdaýy paýalaryň aşagyndaky topraklaryň garşylygy (N_R) we gapdal üstüne ýüze çykýan sürtülme garşylyk (N_f) jem toplum ýygındysyndan durýar:

$$F_{y,p} = N_R + N_f.$$

Paýalaryň aşagyndaky toprak näçe ýumşak bolsa, sürtülme şonça köp, näçe gaty bolsa sürtülme şonça pes bolýar. Diýmek, direg paýalarda (N_p) ýüze çykmaýar.

Paýalaryň materialy boýunça göteribilijilik ukyby rostwerk aşak ýerleşende merkezden täsir edýän gysyjy güýç täsir edýän steržen görnüşinde anyklanýar. Ýokary ýerleşen rostwerk şertinde ok boýunça täsir edýän güýç täsir edýän steržen görnüşinde anyklanýar.

Rostwerqli we fundamentleri birinji topar çäk ýagdaý boýunça hasaplamak.

1. Direg paýalar üçin.

Gysylmaýan topraklara direlýän ýa-da oňa girýän direg paýalaryň toprak berkligini gazanmak bilen anyklanýan göteribilijilik hasaplanan ýük aşakdaky aňlatma boýunça hasaplanylýar:

$$F_p = \frac{F_{u,p}}{\gamma_g} = \frac{\gamma_c}{\gamma_g} R \cdot A.$$

Bu ýerde: γ_c – paýalaryň toprakda işleýiş şertini hasaba alýan koeffisiýent; γ_g – ähtibarlyk koeffisiýenti, eger-de paýalaryň göteri-bilijilik ukyby hasaplamalaryň üsti bilen anyklansa, $\gamma_g = 1,4$; meýdan şertlerinde synag üsti bilen anyklanylsa, $\gamma_g = 1,25$; köprüleriň beýik rostwergleri şertinde $\gamma_g = 1,4 - 1,75$.

2. Asylyp duran paýalar üçin.

Asylyp duran paýalar toprak berkligini gazanmak bilen hasaplamak ýük:

$$F_p = \frac{F_{up}}{\gamma_g} = \frac{\gamma_s}{\gamma_g} (\gamma_{s,r} R \cdot A + U \sum_{i=1}^n \gamma_{s,f} l_i f_i).$$

Bu ýerde: $\gamma_{s,r}$ we γ_{cf} – paýalaryň aşagyndaky we gapdalyndaky topraklaryň işleýişini hasaba alýan koeffisiýentleri; f_i – paýalaryň gapdalyndaky i-gat topragyň garşylygy; l_i – paýalaryň gapdalyndaky sür-tülmesi hasaplanýan gatyň beýikligi.

Goparylma işleýän paýalar

Gapdaldan täsir edýän gruntyň garşylyk güýjiniň hasabyna goparylma işleýän paýalaryň hasap ýüki indiki aňlatma bilen kesgitlenýär

$$F_p = \frac{\gamma_s}{\gamma_g} F_{u,p} = \frac{\gamma_s}{\gamma_g} U \sum_{i=1}^n \gamma_{s,fi} \cdot f_i l_i.$$

Bu ýerde: γ_c – paýalaryň işleýiş şertini hasaba alýan koeffisiýent. Eger-de paýalar 4 m çenli çuňlukda girizilen bolsa, $\gamma_c = 0,6$; eger $l \geq 4$ m onda $\gamma = 0,8$.

Demir beton rostwergler. Paýaly fundamentleriň demir beton rostwergleri materialynyň berkligi boýunça hasaplanýar.

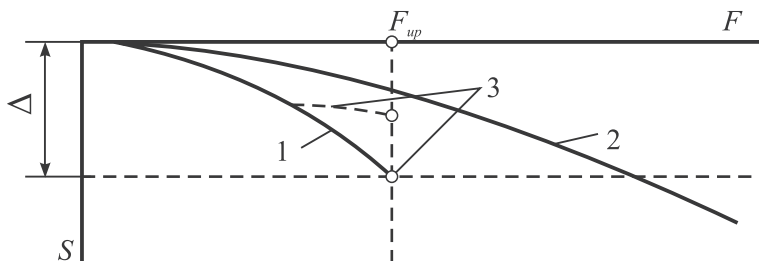
Tutuşlygyna paýa fundamenti berklik şerti boýunça çuň goýlan fundamentleriniňki ýaly hasaplanýar.

Paýalaryň göterijilik ukybyny olaryň statiki we dinamiki ýüklerini synag edip anyklamak.

Ýokarda görkezilen aňlatma bilen anyklanan paýalaryň görteribilijilik ukyby, hakyky meýdandakysyndan üýtgeşik bolmagy mümkin. Şol sebäpli gurluşyk meýdanynda bar bolan paýalaryň 1%-e çenlisi (eger-de sany 100-den az bolsa, azyndan ikisi) synag ýükünde barlanmaly. Synag wagtynda taslamada görkezilen usul bilen paýalary topraga girizilmeli.

Statiki ýüke barlag (synag). Synagy, esasan, paýalaryň başynda oturdylan gidrawliki bölek gatlaryň ýa-da kesgitlenen ýük platformalaryň üsti bilen geçirýärler.

Taslamada görkezilen ölçegdäki we taslama çuňluga girizilen paýalary, oňa islän wagty beriljek çäk ýüki ($1/10$ /, $1/15$ we başg.) basgançakda goýýarlar we her bir basgançakda stabilizasiýadan soň onuň oturyşyny ölçýärler.



10.1-nji surat. Paýanyň ýüke baglylykda çöküşiniň çyzgysy

1 – $S = f(F_p)$ gowşak grunt üçin; 2 – şol ýagdaýda dykyz grunt üçin;
3 – $S = f(F_p)$ çyzygyň döwrlüşine paýanyň üzülmegine baglylykda aňladýar

Çyzgyda paýanyň süýşüş nokady anyklanýar we süýşüş başlanyş nokady $F_{u,p}$ diýip alynýar.

Eger paýany süýnüşe ýetirip bolmasa we onuň oturyşy $\Delta > 20$ mm ýetse, onda bu ýagdaýda onuň görteribilijilik ukyby çäk deformasiýa usuly bilen anyklanýar. Ýeke paýanyň oturyşynyň (S_p) 5–10 gezek paýa fundamentiň oturyşyndan kiçidigi kesgitlenen, ýagny

$$S_p = \zeta S_{u,or}.$$

Bu ýerde: ζ – desganyň umumy oturyşyndan paýanyň oturyşyna geçiş koeffisiýenti $\zeta = 0,2$ deňdir.

Şeýlelikde, çäk deformasiýa (S_u) paýanyň oturyşyna hem-de ($\Delta = \zeta S_u$) göre çyzgyda paýanyň göteribilijilik ukyby anyklanýar.

Şonuň bilen bir hatarda, paýalara beriljek ýük hasaplanyp, aşakdaky aňlatma bilen alynýar:

$$F_p = \frac{F_{u,p}}{\gamma_g} = \frac{\gamma_c}{\gamma_g \gamma_n} \cdot F_{u,p}.$$

Bu ýerde: γ_c – işleýiş şertini hasaba alýan koeffisiýent, $\gamma_c = 1,0$; γ_n – ähtibarlyk koeffisiýenti, $\gamma_n = 1,25$; γ_g – toprak boýunça howpsuzlyk koeffisiýenti, synag şertlerine göre $1 \div 1,4$ aralykda alynýan koeffisiýent.

Dinamiki ýüke synag. Dinamiki usulda paýalaryň göteribilijilik ukyby anyklananda onuň topraga girişiniň we çekijiň bir gezekki urşy energiýasy arasyndaky ýa-da wibragirizijiniň 1 minutdaky işi arasyndaky baglanyşyga esaslanandyr. Paýyň topraga giriş bahasy gurluşyk tejribesinde paýalaryň “garşylygy” diýlip, olaryň wertikal güýje garşylygyny görkezýär. Bu nazary barlanyş energiýanyň saklanyşy bilen 1917-nji ýylda N.Gersewanow tarapyndan düzülipdi. Gaçýan çekijiň energiýasyny QH ol aşakdaky deňleme bilen görkezildi:

$$QH = F_{u,p} e + Qh + \alpha Qh.$$

Bu ýerde: Q – urýan çekijiň agramy; H – çekijiň gaçyş beýikligi; $F_{u,p}$ – paýanyň ýüke çäk garşylygy; e – paýanyň garşylygy, onda $F_{u,p} e$ – paýany e-çuňluga girizmek üçin harçlanan iş; Qh – paýalaryň maýyşgak deformasiýasyna harçlanan energiýa; h – çekijiň böküş beýikligi; αQh – gymzama, galyndy deformasiýalara we başga zyýanly garşylyklara harçlanýan energiýa.

Häzirki wagtda bu aňlatma birnäçe zatlary hasaba alman, N.M.Gersewanow tarapyndan ulanmaga oňaly görnüşlere getirilen.

$$F_{u,p} = -\frac{nA}{2} \sqrt{\left(\frac{nA}{2}\right)^2 + \frac{nA}{e} QH \frac{Q + k_g^2 \cdot q}{Q + q}}.$$

Bu ýerde: A – paýanyň kese-kesiginiň meýdany; q – paýanyň we başyna geýdirilýän zadyň agramy; k_g – urgynyň gaýtalanşy koef-

fisiýenti, polat we agaç üçin $k_g = 0,45$; n – synag netijesinde anyklanýan, paýa materialyna bagly koeffisiýent.

Paýa fundamentleri we olaryň esaslaryny ikinji topar çäk ýagdaýy bilen hasaplamak. Paýaly fundamentleriň oturyşyny hasaplamak üçin ony tebigy esasyda ýerleşen şertli fundament bilen çalşyryp, öňde aýdylan usullardan peýdalanylýar.

10.2. ÇUŇ FUNDAMENTLERI TASLAMAKLYGYŇ UGURLARY

Çuň fundamentler uly wertikal we gorizontal ýükleri çuňda ýerleşen berk topraklaryň gatyna bermek üçin haçan-da paýaly fundamentleri ulanmak ykdysady taýdan amatsyz ýa-da toprakda paýalary topraga girizmäge päsgel berýän iri daşlar bolan ýagdaýynda ulanylýar.

Çuň fundamentleriň şu aşakdaky görnüşlerini belleýärler:

1. Ýygnalyp gurulýan demirbeton gabyklardan durýan öz agramyna düşürilýän guýular we uly düşürilýän guýular.

2. Kesson fundamentler.

3. Buraw diregleri.

Buraw diregleri görnüşli çuň fundamentler uly diametrli monolit betondan ýa-da demirbetondan buraw paýalaryny aňladýar.

Agyr, öz agramyna aşak düşýän guýular mundan 2000–2500 ýyl biziň eramyzdan ozal giňden ulanyldy. Mysal üçin, Hindistanda şeýle ýagdaýda uly çökyän-guýy fundamentleri metjitler gurmakda ulanylan. Beýle fundamentler içinden topragyň alynmagyndan öz agramyna aşak düşýär. Toprakda uly garşylyklar (iri daşlar, gömlen agaçlar we suwdan ganan topraklar bar ýagdaýynda) az möçberde kesson fundamentler gurulýar.

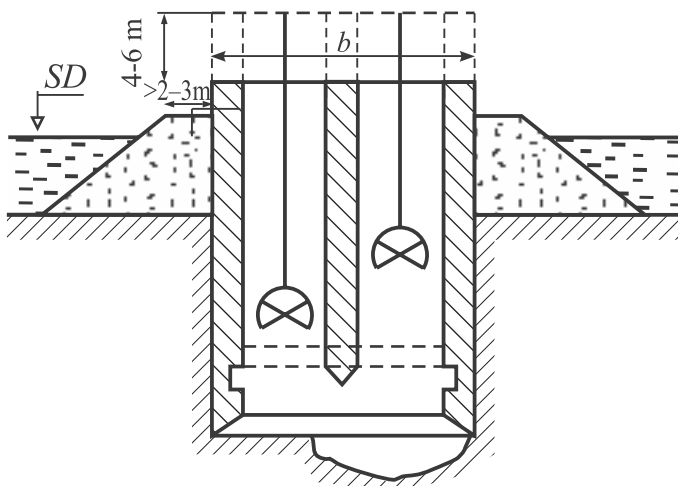
Häzirki wagtda uly agyr düşýän guýular we kessonlar toprakda-ky diwar konstruksiýalary bilen bir hatarda, desganyň çuň ýerleşen böleklerini nasos stansiýalaryny, suw alyjy desgalary, ýerasty garažlary gurmakda ulanylýar.

Düşýän guýular. Agyr uly düşýän guýy, aşagyndan we ýokarsyndan açyk demir betondan diwary galyň, diwarynyň aşaky bölegi inçeldilen konstruksiýasyny görkezýär. Guýular topraga, içindäki topragy almak bilen öz agramyna aşak düşýärler.

Tejribede düşýän guýularyň suwuň aşagyna 70 m (topraga 40 m) düşürilendigi barada maglumatlar bar. Bular çäk çuňluk hasaplanmaýar.

Gerek bolan çuňluk alnansoň, guýynyň içi betondan doldurylýar we guýynyň özi fundamentiň konstruksiýasyna girýär. Eger desganyň aşagynda bir sany düşýän guýy oturdylsa, onuň kese-kesiginiň ölçegleri desganyň kese-kesiginiň ölçeglerine deňleşdirilýär. Ol topraga oňat girer ýaly, meýilnamada simmetriýä görnüşde (tegelek, owal görnüşde, burçlary aýlanan gönüburçluk we b.g.) alynýar.

Guýynyň meýilnamadaky uly ölçeglerinde aşagyna ýetmeýän diwarlar bilen onuň içini bölýärler. Guýularyň 1,5–2,5 m galyňlykdaky beton, 1–1,5 m demirbeton daşky diwarlaryny dik ýa-da sürtülme az bolar ýaly aşaklygyna giňeldýän edip taslanýlar.



10.2-nji surat. Massiw düşürilýän guýy

Duş gelýän kynçylyklary (suwdan ganan topraklar bolan ýagdaýynda) ýeňip geçmeli ýagdaýda onuň aşaky böleginde ony kessona öwürmek üçin gerek bolan örtügi ýerleşdirmek maksady bilen paz goýulýar.

Perde guýularyň we buraw direg sütünleriň ikisiniň hem konstruksiýasynyň işleýiş şerti we guralyş tehnologiýasy paýaly fundamentlere meňzeş bolýarlar.

Perde görnüşli guýularyň kese-kesigi halka görnüşli bolup, içki diametri 1–6 m edip ýasalýar. Häzirki wagtda güýçli wibragirizi-

jileriň barlygy sebäpli, zawod şertlerinde taýýarlanan demirbeton perde görnüşli guýulary 50 m we ondan hem ýokary çuňluga girizmäge mümkinçilik bar.

Ykdysady taýdan içki diametri 3 m bolan gabykly (oboloçkaly) guýular amatly hasaplanýar. Olar taslama bellige ýetensoň, içi beton bilen doldurylýar. Betonyň kysymy M–150-den pes bolmaly däl.

Perdeler seksiya görnüşinde uzynlygy 6–10 m, diwarlarynyň galyňlygy 12–20 sm edip, markasy 400-den pes bolmadyk betondan ýasalýar. Armatura ýönekeý we öňden dartylan bolup biler.

Aşaky seksiany demir uçly edip ýasaýarlar. Perdeli guýularyň üsti bilen fundamentler aşakdaky tertipde gurulýar:

1. Aşaky seksiany kranlaryň kömeginde gönükdirýän gurnama goýulýar.

2. Perdäni güýçli (güýji 40–300 t) wibratrlaryň kömegi bilen topraga girizýärler.

3. Seksiyalary ulaltmak boltlaryň ýa-da kebşirlemäniň kömegi bilen amala aşyrylýar.

4. Her 3–5 m girensoň, perdäniň içindäki toprak greýferleriň kömegi bilen (ýa-da başgalar) alynýar (şol wagt wibrator alnyp goýulýar).

5. Perde taslama bellige ýetensoň, onuň içi betonlanýar.

Direg sütünleri. Direg sütünleri diýip, aşagy bilen daşly topraga girizilen we onuň bilen armirlenen, serdeçnik bilen baglanan dik çuň fundamentlere aýdylýar. Daşly topragy aýyrmak burawlamak bilen amala aşyrylýar.

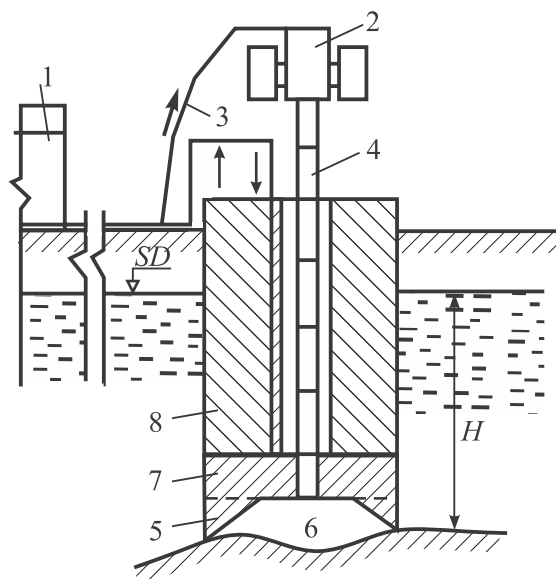
Buraw direg sütünlerine, göteriji konstruksiýalaryň diametri 1,6 m-den uly bolanlar degişlidir. Daşly toprak diýilýän direg sütünlerini öňünden burawlanan wentil deşiklere, taýyn prizmalı, silindrli demir beton elementleri goýup gurup bolýar. Bu wagtda galan daşky 5–10 sm boşluk sement-çäge ergini bilen dykyzlanýar.

Kesson görnüşli fundamentler. Kesson diýlende, gaty demirbeton (käbir halatda metaldan) tegelek ýa-da gönüburçly gapyrjak: ýokarsy 7 potolokly, 5 gapdal diwar konsoly, kessonyň ýokarsyndaky örme, şlýuz apparaty 2 bolan konstruksiya düşünmeli.

Howanyň basyşy $P > H$. Kessonyň görnüşi we meýilnamadaky ölçegleri desganyň ölçeglerine laýyk gelmeli. Işçiler işläř ýaly işçi kamernanyň beýikligi 2,2 m ýokary edilýär. İn ýokary basyş işçiler üçin 0,4 MPa uly bolmaly däl.

Gurluşyk tejribesinde kesson fundamentler şu aşakdaky ýagdaýlarda ulanylýar:

1. Ýerasty desganyň, öň gurlan desga ýakyn gurlanda, öňki desga fundamenti aşagyndaky topragyň fundamentiniň aşagyndan gapdala süýşip döwürmezligi üçin.
 2. Eger fundament suwdan ganan topraklarda gurulsa we bu ýagdaýda düşýän guýynyň görnüşi ykdysady taýdan amatly bolmasa.
 3. Düşýän guýular görnüşinde daşlar ýa-da gömlen agaçlar düşgelse.
 4. Suwdan ganan topraklarda gorizontal tunneller geçirilende.
- Aşak düşürilişi boýunça kessonlar ýerüstünde düşürilýän we kotlowandan düşürilýän, emeli adalardan düşürilýän, kessonyň özüni suwa siňdirýän düşürilýänlere bölünýärler.



10.3-nji surat. Kesson:

- 1 – kompression beket; 2 – şlýuz enjamy; 3 – turba;
 4 – şahta görnüşi turba; 5 – diwar çykymy; 6 – işçi kamera;
 7 – potolok; 8 – kessonüsti gurluş

Çuň fundamentleriň hasaplamalary. Başga fundamentler ýaly olar hem iki topar çäk ýagdaýlar boýunça hasaplanýar. “Aýgytlaý-

gy” çäk basyşyny anyklamagyň çylşyrymlydygy sebäpli, olar aýratyn edebiýatlarda görkezilen, belli bir şertlerindäki hasaplamalaryň usullary bar.

Fundamentiň aşagyndaky ortaça güýjenme fundamentiň gapdallaryndaky ýüze çykýan sürtülme güýjüni hasaba alyp anyklanýar. Dikligine güýçleriň jeminden (N) aşagyndaky ortaça basyş P_{ort} indiki aňlatma bilen tapylýar:

$$P_{ort} = (\Sigma N - T) / A_{\phi}.$$

Bu ýerde: $A_{\phi} - P_{ort} < P_h$ bolanda fundamentiň düýbüniň meýdany; T – sürtülme güýçleriniň jemi; $T = \tau \cdot U (d - 2,5 \text{ m})$; τ – ortaça udel sürtülme güýji; $\tau = 0,02 - 0,03 \text{ MPa}$; U – fundamentiň kese-kesiginiň perimetri; d – goýluş çuňlugy.

XI BAP

SUW ÝATAN MEÝDANLARDA, MAŞYNLARYŇ AŞAGYNDA FUNDAMENTIŇ GURLUŞY

11.1. SUW ÝATAN ÝERLERDE FUNDAMENTLERIŇ GURLUŞY

Desganyň suwuň aşagyndaky böleklerini we fundamentlerini, suw ýatan ýerlerde gurmagyň kynçylyklarynyň esasy suwunyň aşagyndaky ýere, ýagny suw howdanynyň düýbüne ýetmek hasaplanýar. Gidrotehniki gurluşykda, köplenç, bu mesele iş geçiriljek ýeri böwetleriň kömegi bilen kesip, ony guratmakdan durýar. Köp halatlarda germewlemek üçün düýpsüz ýaşik ýaly konstruksiýalar hem pontonlar ulanylýar.

Üstünde suw ýatýan akwatoriýalarda desgalary we olaryň fundamentlerini gurmakda ön seredilen çuň fundamentleri (buraw diregleri, düsýän guýular, kessonlar) giňden ulanmak mümkin. Ondan başga-da paýaly fundamentleri, daş taşlaýşy, suwasty betonlamagy ulanmak mümkin. Ýokarda agzalan çäreleriň görnüşi tehniki-ykdysady hasaplamalar esasynda saýlap alynýar.

11.2. BÖWETLER

Wagtláyn basgylý gidrotehniki desga hasaplanýar. Akwatoriýa, suwunyň çuňlugyna, akymyň tizligine, gämi ýolunyň (farwateriň) gysylyşyna, fundament çukurynyň ölçeglerine, iş geçiriş usullaryna baglylykda böwetler şu aşakdaky görnüşde: toprakdan, içine toprak guýlan bir ýa-da iki hatar agaç spunt diwardan, bir hatar içi boş metal spuntdan we başgalardan bolup biler. Olaryň ulanyş şertleri *GMIG* we *T* dersinde seredilýär.

11.3. DÜÝPSÜZ ÝAŞIKLER

Düýpsüz ýaşikler, esasan, fundament düýbi gruntda çuňlaşdyrylman goýlanda daşly topraklara daýananda ýa-da düýpdäki gyrmançalary ýaşik goýulmanka suwasty usuly bilen aýrylanda gurulýar. Olaryň konstruksiýasy suw geçirmeýän diwarlardan we içki berkitmelerden durýar. Suwuň çuňlugy 5–6 m çenli bolanda agaç ýaşikler ulanylýar.

Esas daşly toprak bolanda ýaşik bilen esas galtaşmasynyň suw geçirmezligi üçin howdan düýbüne çägeli ýaşik we perimetri boýunça halkadan beton ýa-da toprak goýulýar. Eger esas suw geçiriji bolsa ýaşik ornadylmazdan öň, howdan düýbi suwasty usuly boýunça betonlanýar we onuň üstüne ýaşik goýulýar.

Betonlaýyş gutarandan soň, ýaşik pozulyp aýrylýar we gaýtadan ulanmak üçin taýýarlanylýar.

11.4. PONTONLAR

Pontonlar diýlende, suwa çümmeýän agaçdan, demirbetondan, käbir wagtlarda metaldan ýasalan, diwary we düýbi suw geçirmeýän konstruksiýa düşünmeli. Agaç pontonlaryň diwarlary demirbeton guýlandan soň alynýar. Demirbeton we metaldan pontonlar fundament göwresinde galýar. İçine fundament materiallary goýmak bilen pontonlary suwa çümdürüp bolar. Daş esasyň nädogry üstünde pontonlar öňden taýýarlanan daş ýapylan üste goýulýar.

11.5. MAŞYNLARYŇ AŞAGYNDAKY FUNDAMENTLER, OLARY TASLAMAGYŇ WE KONSTRUKSIÝALARYNYŇ AÝRATYNLYKLARY

Mälim bolşy ýaly, stasionar maşynlar (nasoslar, gidroturbinalar, kompressorlar, elektroheretlendirijiler we başgalar) fundamentiň üstünde ýerleşdirilýär. Bu maşynlar işlän mahaly olaryň hereketi netijesinde ýüze çykýan durgun bolmadyk, massasyna baglylykda dinamiki güýç emele gelyär. Şol dinamiki täsirler fundamenti we desgalary yralaýar we netijede, esasyň we ondaky fundamentiň denölcegsiz oturmagyna getirýär. Eger bu oturyş çäksiz bolsa, maşynyň normal işleýşini bozýar, işleýän adamlara zyýanly täsir edýär. Şonuň üçinem maşynlaryň aşagyndaky fundamentler maşynlaryň döredýän dinamiki täsirine II–B.7–70 GK we D laýyklykda taslanýar.

Maşynlar olaryň döredýän dinamiki täsirine baglylykda 3 topara bölünýär:

1. Durgun aýlanýan massaly (turbageneratorlary, elektroheretlendirijileri merkeze ymtylýar nasoslar we ş.m.) maşynlar.

2. Porşenli kriwoşip-şatunly we aýlaw sany 500 minutdan pes bolan durgunsyz (porşenli kompressorlar, dizeller, owradyjy maşynlar, agaç kesýän ramalar we ş.m.) maşynlar.

3. Urup täsir edýän maşynlar, birinji topara girýän durgun maşynlar hem durgun bolmadyk merkezden goşma inersiýa güýji ýüze çykyp, fundamente berilýäni sebäpli aýlanýan bölekler massasy merkezden aýlawyň oky bilen gabat getirilýär.

Maşynlaryň aşagyndaky fundamentler konstruksiýasy boýunça agyr, gaty, kese we boýuna diwar görnüşli, ýokarsy gaty bolmadyk kese berkidilen agaç görnüşinde bolup biler. Gidromelioratiw gurluşykda, esasanam, agyr, gaty fundamentler ulanylýar.

Dinamiki täsir astynda işleýän maşynlaryň aşagynda işleýän fundamentleriň hasaplamalary fundamentiň aşagyndaky ortaça ýitgi güýjenmesiniň topragyň hasaplanan garşylygyna laýyk gelmeginden, fundamentiň aýratyn bölekleriniň birligine garamazdan fundamentiň ýokarky bölekleriniň yraldyş amplitudasyny anyklamakdan ybarat.

11.6. FUNDAMENTİN ESASYNYŇ HASAPLANYLYŞY

Fundamentiň esasy

$$\sigma_{or} < \gamma_{s.d} \cdot R$$

şerti boýunça hasaplanýar.

Bu ýerde; $\gamma_{s.d}$ – täsir edýän güýjüň dinamiki häsiýetiniň hasaba alýan işleýiş şerti koeffisiýenti, birinji topar maşynlar aşagyndaky fundamentler üçin $\gamma_{s.d} = 0,8$; ikinji topar üçin $\gamma_{s.d} = 1,0$; üçünji topar üçin $\gamma_{s.d} = 0,4$.

Yokarky görkezilen şert aňsat ýerine ýetirilýär. Şol sebäpli hem şeýle fundamentleri deformasiýasy boýunça hasaplamagyň geregi ýok. Diňe fundamentleriň merkezden uzakda gysylmagyndan we şol bir hatarda fundament gosmaça aýlaw yraldyşy bolmaz ýaly, onuň umumy massa merkezini we maşyn massasy merkezini fundamentiň düýbünüň merkezinden geçýän okda ýerleşdirmeli.

Agyr maşynlaryň aşakdaky fundamentleriniň yrgyldysy hasaplananda fundament erňeginiň hasaplanan yrgyldy amplitudasy (A_i) onuň çäk bahasyndan (A_{ui}) uly bolmaly däl, ýagny

$$A_i < A_{ui}.$$

Yrgyldynyň çäk amplitudasy maşynlaryň toparyna bagly bolup, birinji topar maşynlar üçin $A_{ui} = 0,1 - 0,2$ mm; ikinji topar maşynlar üçin $A_{ui} = 0,1 - 0,25$ mm; üçünji topar maşynlar üçin $A_u = 0,8 - 1,2$ mm alynýar.

Dinamiki güýçleriň täsirindäki yrgyldylar gapdaldan, dikligine, aýlaw we aýlaw bilen süýşme bilelikde bolup biler. Şolara baglylykda, amplituda A_{ui} -ni anyklamaly bolýar. Hasaplamalarda fundament bilen esasyň işleýişine şeýle görnüşde seredilýär: maşyn fundament ulgamy umumy görkezilen massasy absolyut gaty jisim ýaly seredilýär; esas topragy göni deformirlenýän ýerde hasaplanyp, onuň inersion häsiýetleri hasaba alynmaýar.

Topragyň maýyşgak häsiýetleri umumylaşdyrylan görkezijiler bilen görkezilýär, ýagny maýyşgak deňölçegli gysyş C_z bahasy topragyň hasaplanan gurluşygyna baglylykda geçirilýär. Mysal üçin, $R = 0,1 - 0,5$ MPa aralygynda $C_z = 2000 - 7000$ t/m² bolan koeffisiýentler C_z baglylykda anyklanýar, ýagny $C_x = 0,7 C_z$; $C_w = 2 C_z$. Mysal üçin, dikligine yrgyldy bolan ýagdaýynda A_z -in ýönekeý aňlatmasyny getirýäris:

$$A_z = \frac{F_z}{C_z A - M_c \omega^2}.$$

Bu ýerde: F_z – maşynyň yraldyjy güýjüniň wertikal meýdana proyeksiýasy; A_z – fundament düýbünüň meýdany; M_c – maşyn bilen fundamentiň massasy; ω – maşynyň aýlanyşynyň burç tizligi, rad/s; $\omega = 0,105 n_{ay}$; n_{ay} – aýlanys sany. Ýokarda ýazylan aňlatmadan görnüşi ýaly, yrgyldy amplitudasyny kiçeltmek üçin onuň massasyny kiçeltmeli we şonuň bilen bir hatarda onuň düýbünüň meýdanyny ulaltmaly ýa-da onuň gatylygyny artdyrmaly.

Maşynlaryň aşagynda fundament taslananda şu aşakdaky düzgünleri saklamaly:

1. Maşynlaryň fundamentlerini başga fundamentlerden aýyrmaly.
2. Fundamentiň çuňlugyny minimal edip, maşynyň anker nuratlaryny göni ýerleşdirmeli.
3. Yrgyldylar amplitudasyny kiçi we ykdysady taýdan amatly bolar ýaly birnäçe maşynyň aşagynda bir fundament oturtmaly.
4. Yrgyldyny azaldýan kompensatorlar goýmaly.
5. Fundamentiň umumy (birligi boýunça) armaturasyndan başga konstruktiw armaturalar goýmaly.

XII BAP

ÇÖKÝÄN MELE TOPRAKLARDA WE ÖZBOLUŞLY ÝAGDAÝLARDA ESASLARY WE FUNDAMENTLERI TASLAMAK WE GURMAK

12.1. ÇÖKÝÄN MELE TOPRAKLARDA FUNDAMENTLERIN GURLUŞY WE TASLANLYŞY

Raýat we senagat desgalarynyň mele topraklarda gurnap ulanmak sertleri gidrotehniki desgalary gurmak we ulanmak sertlerinden has tapawutlanýar.

Senagat kärhanalary desgalary ulanylandaky esas topraklarynyň öllenişi tötänden bolup geçse, gidromelioratiw desgalarynyň esaslarynyň öllenişi hemişe bolup geçýär we öllenende çökýän mele topraklardan uly we uzak dowam edýän çyzylma bilen baglydyr. Netijede, mele topraklar öllenende ýüze çykýan çöküş deformasiýalary gidrotehniki desgalar esasynda has uly we denölçeşsiz bolup, köp wagtyň dowamynda geçýär. Ondan başga-da gidrotehniki desgalaryň aşagyn-dan geçýän uzak dowam edýän syzylma topraklar az wagt öllenende ýüze çykýan goşmaça çöküşden soňky deformasiýany döredýär. Beýle deformasiýalar senagat desgalary taslanylanda hasaba alynmaýar.

Şeýlelikde, senagat kärhanalary gurlandaky mele toprakdan esaslary gurus usullary gidrotehniki desgalaryň gurluşygynda tehniki-ykdysady tarapdan ýaramsyzdyr. Şonuň üçin senagat-raýat desgalary taslanylanynda ulanylýan GK we D-lerini godromelioratiw gurluşykda ulanmak mümkin däl.

2.02.01.83 GK we D laýyklykda çökýän mele topraklardan ybarat gurluşyk meýdanlary topragyň öz agramyndan ýüze çykýan çöküş ölçeglerine baglylykda iki topara bölünýärler:

- haçan-da topragyň öz agramyna döreýän çöküş ýa-da 5 sm kiçi çöküş diňe daşky güýç hasabyna ýüze çykýar;

- daşky güýçden döreýän çöküşe goşmaça öz agramyndan döreýän çöküş 5 sm uly.

Intensiw öllenme wagtyndaky çöküşüň bahasy çöküşüň gatlar boýunça jemi usuly bilen anyklanýar:

$$S_{sl,i} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{sl,i} \cdot h_i \cdot k_{sl,i}.$$

Bu ýerde: n – çökýän H gatlagyň bölünen gatlar sany; $\varepsilon_{sl,i}$ -i – gat topragyň oňnositel çöküşü; h_i -i – gatyň beýikligi; $k_{sl,i}$ – koeffisiýent; $b \geq 12$ m bolanda $k_{sl,i} = 1,0$; $b \leq 3$ bolanda aşaky aňlatma bilen anyklanýar:

$$k_{sl,i} = 0,5 + 1,5(P - P_{sl,i})/P_0.$$

Bu ýerde: P – fundamentiň asagyndaky ortaça basyş, kPa; $P_{sl,i}$ -i – gatyň başlangyç çöküş basyşy, kPa.

Eger-de $12 > b > 3$ bolsa, interpolasiýa arkaly anyklanýar.

Çökýän gatlagyň beýikligi H_{sl} nirede doly basyş

$$\sigma_z = \sigma_{zg} + \sigma_{zp} \leq P_{sl}.$$

bolanda $\varepsilon_{sl} = 0,01$ şertinde anyklanýar.

Gidrotehniki desgalaryň esaslaryny taslamak. Çökýän mele topraklardaky gidrotehniki desgalaryň esaslaryny birinji topar çäk ýagdaýlar, ýagny göteribilijik ukyby boýunça hasaplanýar, öň görkezilen usullar bilen çökmeýän topraklardaky ýaly geçirilýär. Emma hasaplamalar wagtynda mele topragyň berkligini häsiýetlendirýän görkezijiler garaşylýan suwdan ganany ýagdaýynda alynýar.

Ikinji çäk ýagdaý boýunça hasaplamalar umumy ýagdaýda aşakdaky aňlatma bilen geçirilýär:

$$S_{jem} = S_p + S_{sl} + S_{wt} - S_{artyk} \leq S_u.$$

Bu ýerde: S_{jem} – çökýän esasyň jemi oturyşy; S_p – desganyň agramyndan ýüze çykýan tebigy çyglylykdaky esasyň, gysylýan gatlak çägindeki oturyşy; S_{sl} – mele toprakly esasyň öllenen çuňluk çägindeki çöküşü; S_{wt} – mele toprakly esasyň köp wagtlaýyn syzylma netijesinde çöküşden soňky suffoziýa we maýyşgak-süýnüş deformasiýasy; S_{artyk} – her hili usullar bilen desga gurulmanka geçirilen deformasiýa; S_u – GK we düzgünlerinde görkezilen çäk deformasiýa.

Topraklaryň çöküş häsiýetlerini öňden aýyrmak usullary (emeli esas). Çökýän mele toprakda gidrotehniki desgalar gurlanda olaryň çöküş häsiýetlerini ýitirmek maksadynda geçirilýän çärelerden iň giň ýaýranlary, olaryň üstüne suw goýberip dykyzlandyрма we dykyzlanan mele toprakdan fundamentiň aşagynda düşek ýasamakdan durýar.

Mele toprakly esaslarda ýeňil gidrotehniki desgalar gurlan mahaly desga gurulmanka fundamentiň aşagyndaky topragy öňden başlangyç çöküş basyşy astynda öllemek özbaşdak çäreleriň biridir. Esasa agyr basyş berilýän agyr desgalar gurlanda olary öllemek goşmaça basyş (üstüne dökülen topragyň agramyna) we ondan soňky dykyzlama usuly bilen geçirilýär.

Ýerli çökyň meňe topraklardan emeli düşekler iki sany inžener-geologiki şertde ýasalýar:

1) Suwuň mukdary 3 m³/s uly, çökyň gatlagyň galyňlygy (10 ÷ 12 m çenli) suw geçmeýän gatлага ýa-da suw çykyşy kyn bolan suwdan ganan topraga direlen esasdaky gidrotehniki desgalar-da ýasalýar. Beýle ýagdaýda düşegiň aşagyndaky çökyň gatlak az wagtyň içinde ýerasty suw derejesinde galmagynda tiz öllenýär we ol doly deformirlenýär;

2) Suwuň mukdary 3 m³/s köp bolmadyk kanallardaky desgalar-da we galyňlygy 20 ÷ 30 m we ondan uly hem-de aşagynda suw geçirýän toprak we ýerasty suwlar derejesi çuň ýerleşende ýasalýar. Beýle ýagdaýda “düşek” aşaga çökyň topraklar üçin ekran bolup hyzmat edýär. Netijede, onuň aşagyndaky çökyň toprak suwdan ganmaýar we topragyň doly çöküş-i ýüze çykmaýar.

Köp halatlarda, esasy desga ýerine wagtlaýyn desga gurulýar. Wagtlaýyn desga işlän döwründe ondan geçýän suw hasabyna esasy desga guruljak ýer deformirlenýär.

Öňden suwa gandyryp topraklary dykyzlandyrmagyň hasaplamalary. Öňden topraga suw goýberip öllenilende diňe topragyň çökmegi bolup geçmän, eýsem çöküşden soňky deformasiýasy hem bolup geçýär.

Onda umumy deformasiýa

$$S_{sl}^1 = S_{sl,g} + \beta_3 S_{ot} = \sum_{i=1}^{n_2} \varepsilon_{sl,g} h_i'' + \beta \sum_{i=1}^{n_3} \varepsilon_{ot} \cdot h_i''' \text{ bolar.}$$

b_3 – çöküşden soňky deformasiýanyň geçiş koeffisiýenti tejribe üsti bilen anyklanýar. Mysal üçin, Baş jülgesi we Ýalaňaç sährasy üçin kartalara iki aýyň dowamynda dik skwažinalar goýlup öllenende $b_3 = 0,75$; skwažinalarsyz $b_3 = 0,45$.

Desga gurlan mahaly öllenen meýdanyň ýokary gatlagy iş geçirmek üçin guradylýar. Ikinji gezek öllenende (desga gurulan soň) umumy deformasiýa indiki aňlatma boýunça hasaplanar:

$$S' = S_p'' + S_{sl}'' + (1 - \beta_3) S_{ot} = \sum_{i=1}^{n_1} \varepsilon \cdot P_{Bl} h_i' \gamma_c + (1 - \beta_3) \cdot S_{ot}.$$

12.2. HEMIŞE DOŇ TOPRAKLARDA FUNDAMENTLERIŇ GURLUŞY

GK we D II-18-76 laýyklykda hemişe doň topraklary desgalara aşakdaky iki şertde esas hökmünde ulanyp bolar:

1. Topraklaryň doň ýagdaýy gurluşyk we ony ulanyş wagtynda saklanmaly.

2. Topragy gurluşyk döwründe belli bir galyňlyga çenli eremegini göz önünde tutmaly.

Birinji ugurda fundamentleri gurmakda desgalaryň konstruktiv şertlerinden başga (sowuk ýerzeminler, sowadyjy turbalary goýmak we başg.) paýaly fundamentler oturtmalydyr.

Haçan-da tehniki-ykdysady tarapdan deň hatarda topragy doň ýagdaýda saklamak mümkinçiligi bolmasa, ikinji ugurda fundamentler gurulýar.

Bu halatda ýüze çykJak deformasiýalary azaltmak mümkinçiligi bolýar, haçan-da:

1. Öňünden elektro, ýa-da gidrawliki usulda eredilen topraklary dykyzlandyrylanda ýa-da berkidilende.

2. Buzly topraklary doly ýa-da bir bölegini karýerden alnan çäge ýa-da iri döwlen toprak bilen çalşyrylanda.

3. Köp gysylýan topraklar gatyny kesip geçip, fundamenti berk aşaky az gysylýan gatlagla ýa-da daşly topraga dirände.

Öňünden eredilen gatyň galyňlygy ýa-da çalşyrylýan topragyň galyňlygy esasy iki çäk ýagdaý boýunça anyklanylýar. Eredilýän gatyň meýilnamadaky ölçegi desganyň çäginde eredilýän gatyň ýarymyça çykmaly.

12.3. PÖKGERÝÄN, ÇIŞÝÄN, LÄBIK WE LENTA GÖRNÜŞLI TOPRAKLARDA FUNDAMENTIŇ GURLUŞYNYŇ AÝRATYNLYKLARY

Pökgerýän topraklarda desga gurlanda fundamentiň çuňlugy doňýan gatlagyň galyňlygyndan ýokary bolmaly.

Çişýän topraklarda desga gurlanda çişýän topraklaryň öllenilse-de çişiş suw gidende, tersine onuň göwrüminiň kiçeliş häsiýetini hasaba almak hökmanydyr.

Il topraklarda desgalar gurlanda (taslananda) olaryň ýüküň artmagynda güýçli gysylyşyny, oturysyň wagta baglydygyny, topragyň berklik görkezijileriniň ýük täsirinde örän üýtgeýändigini, dinamiki ýük netijesinde onuň tiksotronlygynyň artmagyny göz önünde tutmaly. Il topraklary esas hökmünde ulanylanda aşakdaky iki ýagdaýyň bolmagy mümkin:

1. Howdanyň düýbünüň ýokary gatlagy toprakdan durup, onuň aşagynda çäge ýa-da toýun toprak ýerleşen.

2. Il toprak çäge ýa-da toýun toprak gatlaryň arasynda ýerleşen.

Birinji halatda howdanyň düýbüne gidromehanizasiýa kömeginde il meýdany basýan uly çäge gaty gurulýar. Çäge gat aralygynda il topragyň suwy çykar we ol dykyzlanýar.

Çäge gatynyň galyňlygy esasyň göteribilijilik ukyby boýunça anyklanýar. Dykyzlanýş hadysasynyň çalt geçmegi üçin il toprakda drenaj skwažinasy edilip, onuň içi suwy çalt geçiriji material ýa-da toprak we başgalar bilen doldurylýar. Çäge üstünden çagyl ýa-da daş taşlanyp, onuň üstünden esasy desga gurulýar.

Ikinji halatda beýle esasyň göteribilijilik ukyby hasaplanylýar, eger ol ýetmezçilik etse, onda beýle esasy dykyzlandyrmaly.

Lenta görnüşli topraklarda fundamentiň gurluşy. Beýle topraklarda fundament gurlan mahaly topragyň tebigy düzgünini saklamak esasy wezipe hasaplanylýar.

Pozulmadyk düzgünde beýle topraklar desga üçin oňa esas bolup 0,2–0,5 MPa güýjenmelere çydamalydyrlar. Emma gaty ýokary kolloid bölejikleri kän saklandygy anizotroplylygy üçin ýeňil döwürler we dinamiki güýçler täsirinde tiksotroplyk ýagdaýyna geçýärler, çişýärler we pökgerýärler.

Ýokarda görkezilen ýetmezçilikleri üçin olarda fundamentleri gurmak üçin aşakdaky çäreleri geçirýärler:

1. Fundament üçin çukur gazylanda suw gaçyrylyş işleri oňat ýola goýlup, açyk suw gaçyryşda fundamentiň çukurynyň perimetri-ne laýyk suw ýygnaýjy kanalyk gazylyp, olar ýerasty suwlaryň derejesini fundamentiň çukuryny düýbünden 0,3–0,4 m aşakda, ýakyn gaçyrylsa 0,5 m aşakda saklamaly.

Fundamentiň düýbünüň soňky 0,3–0,4 m-i fundament goýulmasynyň önünde alynmaly, topragy doňdurmaly däl.

2. Fundament goýulmazdan ozal çagyldan ýa-da iri çägeden 10–15 sm galyňlykda taýýarlap, goýlan çagyl gatlagy dykyzlandyrylmaly däl. Gurluşyk materiallaryny fundamentiň çukuryna atmaklyk rugsat berilmeýär.

3. Fundamentiň konstruksiýasy uly deformasiýalaşdyrylmagyna taýýarlamaly.

Şor topraklarda fundament gurluşy. Şor topraklarda gidrotehniki desgalar gurlanda topraklaryň suwuň täsirinde ýüze çykýan aýratynlyklaryny, umumy deformasiýasyny, fiziko-mehaniki, fiziki-himiki häsiýetleriniň üýtgemegini göz önünde tutmaly. Ondan başga-da beýle topraklaryň fundament materialynyň täsirine garşy çäreleri görmeli.

Torflarda fundamentiň gurluşy. Torflarda gidrotehniki desgalaryň fundamentleri gurlanda olaryň aýratynlyklaryny (olaryň suwa doldugyça, gaty gysylýandygyny, otursyň wagt boýunça kem-kemden geçýändigini, anizotroplygyň goýlan ýük täsirinde berklik, deformirleniş häsiýetleriniň üýtgeýşini) göz önünde tutmaly.

Torfdaky suwlaryň fundament materialyna howplulygyny (agressiwligini) göz önünde tutup, konstruktiv çäreler görmeli.

Fundamentleri edil torfa oturtmak maslahat berilmeýär. Eger fundamentiň aşagyndaky torf 2 m-e çenli bolsa, ony çägeden ybarat düşek bilen çalysmak maslahat berilýär. Ondan ýokary ýagdaýda aşakdaky mineral topraga azyndan 2 m girýän paýaly fundamentleri ulanmak maslahat berilýär.

12.4. ÝOKARY SEÝSMIKI ETRAPLARDA GIDROTEHNIKI DESGALARYŇ FUNDAMENTLERINI GURMAK

Seýsmiki işjeňligi 7, 8, 9 bal bolan etraplarda desgalaryň esaslary we fundamentleri seýsmiki ýüküň täsirine I topar çäk ýagdaý boýunça II A. 12-69 GK we D düzgünlerine laýyklykda geçirilmeli. Aýratyn gurluş meýdançasynyň geologiki-gidrogeologiki düzülişi boýunça gurluş meýdanynyň seýsmiklik işjeňligi anyklanýar. Hemişe doň, ýe-

rasty suwlaryň derejesi ýokary ýerleşende, meýdançanyň seýsmiklik işjeňligi 1 m ýokarlandyrylýar.

Seýsmiki ýagdaýda amatly gurluş meýdanyny saýlap almak bilen bir hatarda, durgunlylygy, desganyň we onuň fundamentiniň seýsmika durgun konstruksiýasyny ulanmagy talap edýär.

Konstruktiv çärelere amatly konstruktiv gyzgyny ulanmakda, ýagny desganyň massasynyň deň ýaýramagyny, gatylygyny gazanmakdan, desganyň agramyny peseltmekden, berk ýygnaýp gurulýan demir betony ulanmakdan ybaratdyr.

Ýeriň yrgyldamagynda emele gelyän seýsmiki ýük desganyň erkin ýygnaýp massa üstlerinde goýlan güýçler bilen çalşyrylýar. Şol nokatlarda hem seýsmiki ýükler goýulýar.

Seýsmiki ýükler ugrunyň dürli bolup bilýänligi sebäpli, olar desga täsir edýän ýükleriň in amatsyz ugry diýip kabul edilýär.

Seýsmiki ýüküň hasaplanan bahasy

$$F_{ik} = Q_k k_c \beta_i \eta_{ik}$$

aňlatmasy arkaly anyklanýar.

Bu ýerde: k_c – seýsmiklik koeffisiýentiň in ýokary seýsmiki tizlenmäniň, erkin düşen tizlenmesine gatnaşygyny häsiýetlendirip, seýsmiklik 7, 8, 9 bal bolanda 0,025; 0,05; 0,1 alynýar. β_i -i görnüşli erkin yrgyldysyna laýyk gelyän desganyň dinamiki koeffisiýenti

$$\beta_i = 1 / T_i.$$

Bu ýerde: T_i – desganyň erkin yrgyldysy döwri. T_i we η_{ik} – desga dinamikasyna laýyklykda anyklanylýar.

Topragyň hasaplanan garşylygyny γ_c – koeffisiýentine (işleýiş şertini hasaba alýan) köpeldip alýarlar. Daş, pes öllenen çäge, iri döwlen we dykyz toýun topraklar üçin $\gamma_c = 1,2$, ýumşak suwa doýan topraklar üçin $\gamma_c = 0,7$, başga topraklar üçin $\gamma_c = 1,0$ deňdir.

EDEBIÝAT

1. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. V tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2012.
2. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. VI tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2013.
3. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. VII tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2014.
4. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2008. – 360 sah.
5. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. I tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010. – 446 sah.
6. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Türkmenistanyň durmuş-ykdysady ösüşiniň döwlet kadalaşdyrylyşy. II tom. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010. – 208 sah.
7. *Gurbanguly Berdimuhamedow*. Suw – ýaşaýsyň we bolçulygyň çeşmesi. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2015. – 320 s.
8. Türkmenistanyň XX Halk Maslahatynyň resminamalarynyň ýygyny. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2007. – 183 s.
9. “Türkmenistanyň 2030-njy ýyla çenli durmuş-ykdysady ösüşiniň esasy görkezijileri”. – A.: Türkmen döwlet neşirýat gullugy, 2010. – 16 s.
10. *Далматов Б.И.* Основания и фундаменты. – Изд. АСВ, 2002. – 392 с.
11. *Дорошкевич Н.М., Клейн Г.К., Смиренин П.П.* Основания и фундаменты. Учебник для техникумов. – М.: «Высшая школа», 2008.
12. *Ухов С.Б., Семенов В.В., Знаменский В.В. и др.* Механика грунтов, основания и фундаменты. – М.: «Высшая школа», 2007. – 56 с.
13. Строительные Нормы Туркменистана. 2.02.01.– 98. Основания зданий и сооружений. Национальный комитет архитектурно-строительного контроля при Кабинете Министров Туркменистана. 1998 г. – 58 с.

GYSGAÇA DÜŞÜNDİRİŞLİ SÖZLÜK

А

Аэрация – suwuň aerasiýasy, suwy howanyň kömegi bilen arassalamak.

Адиабатик – ýylylyk çalşyksyz hadysa.

Агрессивная вода – agressiw suw – zyýan ýetiriji suw.

Аккумуляция – akkumulýasiýa, ýygnamak, toplanmak, meselem, howdanlara suwy ýygnamak.

Акватория – akwatoriýa, belli bir maksat üçin ulanylýan suw üstüniň bölegi.

Акведук – akweduk, suwy tebigy we emeli päsgelçilikden, zeykeşlerden, kanallardan we ş.m. geçirmek üçin pürsleriň üstünde gurlan nowa, göterme ýap.

Аллювиальные почвы – alýuwial toprak, derýa çökündileriň üstünde emele gelýän toprak.

Анализ почв – topragyň analizi, topragyň häsiýetlerini öwrenmek.

Анализ воды – suwuň analizi, suwuň häsiýetlerini öwrenmek.

Анкер – anker, desganyň böleklerini birleşdiriji şaý.

Анкерная опора – ankeriň daýanjy, desganyň böleklerini birleşdiriji şaýyň daýanjy.

Антифильтрационные мероприятия – süzülmä (syzylma) garşy göreş çäreler arabaglanyşygyny çyzygynyň kömegi bilen aýdyň suratlandyrmak, arassalamak.

Арка – arka ýaý görnüşli desga.

Артезианская скважина – artezion guýusy (skwažinasy) çüwdürilip çykýan ýerasty suwlaryny alyjy guýy.

Арочные плотины – ýaý görnüşli bent, planda egri çyzykly (ýaý görnüşli) bolup, suwuň basyşyndan keseligine ýükli kenara geçirýär.

Артезианские воды – artezion suwlary, suw geçirmeýän gatlaklaryň aşagynda ýerleşen gidrawliki basyşly suwlar.

Арык, канава – aрык, ýap.

Асфальтобетон – asfaltbeton, asfaltyň, çägäniň we çaglyň garyndysy.

Атмосфера – atmosfera, Ýer şarynyň gaz görnüşli örtügi.

Б

Бассейн напорный – basyşly howuz.

Бассейн реки – derýanyň basseýni, ýeriň astyndan we üstünden gelýän suwuň meýdany.

Берегоукрепление – kenary berkitmek.

Береговые устои – kenardaky diregler.

Берма – eňňek.

Бетон – beton, sement, çagyl garyndysy esasynda alynýan gurluşyk materialy.

Бровка канала – kanalyň eňňegi (gyrasy).

Бур почвенный – toprak burawy.

Бьеф – býef, gidrotehniki desgada ýokarda we aşakda ýerleşen derýanyň kanalyň bölegi.

Быстроток – gatakar.

В

Вакуум – boşluk (seýreklenme).

Варьировать уклонами – ýapgytlyklaryň üýtgedilişi (özgerdilişi).

Вегетационный период – wegetasiýa döwri, ösüş döwri.

Вегетационный полив – wegetasiýa suwy, ösüş suwy.

Вертикаль – dik, wertikal goýlan, dik goýlan.

Влажный – çygly.

Водный кадастр – suw kadastry, suw ýazgysy.

Выпор – çykma, sökme.

Выпор грунта – topragyň (gruntyň) çykmagy.

Г

Геодезия – geodeziýa, ýeriň görnüşlerini we üstüni ölçemegiň usullaryny öwredýän ylym.

Геология – geologiýa, ýer gabygy we ýeriň has çuň gatlaklary baradaky ylymlaryň topary.

Геомагнизм – ýeriň magniti.

Гидравлики пресс – uly basyşly suwuklyk bilen işleýän enjam.

Гидравлика – gidrawlika suwuklyklaryň hereket we deňagramlyk kanunlary hem-de ol kanunlary amaly, meseleleri çözmek üçin ulanmak usullary baradaky ylym.

Гидродинамика – gidro dinamika, gysylmaýan suwuklyklaryň hereketini we olaryň gaty jisimler bilen özara täsirlerine garşy göreşmek meseleleri bilen meşgullanmak, ylmyň we tehnikanyň bir pudagy.

Гидрогеология – gidrogeologiýa ýerasty suwuň gelip-çykyşyny, hereketini we fiziki-himiki häsiýetini öwrenýän ylym.

Гидроизоляция – gidroizolýasiýa, suw geçirmezlik üçin örtgi.

Гидромеханизация – gidromehanizasiýa, suw akymynyň kömegi bilen ýer we daş işlerini ýerine ýetirmek.

Гидромонитор – gidromonitor, turbogeçirijidäki suwuň potensial energiýasyny kinetik energiýa öwürýän ylm.

Гидростатика – suwuklyklaryň deňagramlylygyny we olaryň gaty jisimler bilen özara täsirini öwrenýän ylm.

Гидротехнический узел – gidrotehniki desgalar toplumy.

Гидротехника – gidrotehnika, ylmyň we tehnikanyň suw baýlyklaryny ulanmak, suwuň ýaramaz täsirine ýörite desgalaryň we enjamlaryň kömegi bilen göreşmek boýunça pudagy.

Гидротурбина – gidroturbina, suwuň kinetik energiýasyny onuň aýlanmagy bilen mehaniki energiýa öwürýän maşyn.

Гигрометр – çyglylygy ölçeýji abzal.

Гигроскоп – higros-çygly, skoreo seredyärin, çyglylyga gözegçilik edýän abzal.

Гигроскопичность – gigroskopiklik, jisimleriň howadaky bug görnüşli çygy almak ukyby.

Глина – toýun.

Глубина заложения – guýma ýa-da guýulma çuňluk.

Градиент – gradiýent haýsy hem bolsa bir ululygyň başga bir ululyk bilen arabaglanyşygyň kömegi bilen aýdyň suratlandyrmak.

График водопотребления – suw talap edilişiniň çyzgydy.

График водооборот – suw aýlanyşygynyň çyzgydy.

Гребний – geriş.

D

Дамба – gaçy.

Дебит колодца – guýynyň debiti, wagt birliginde guýudan alynýan suwuň mukdary.

Деформация – maddanyň güýjüň täsiri astynda öz görnüşini üýtgetmesi.

Деформация русел – hanalaryň deformirlenmegi (görnüşini üýtgetmek), zaýalanmagy.

Дейгиш – deýgiş, derýanyň kenarynyň çalt depgin bilen ýuwulmagy.

Добегание – ýaýratmak.

Дождевальная машина – ýagyş ýagdyryjy maşyn.

Дренаж – zeýkeş.

Дренаж биологический – biologik дренаž, ağaç oturtmak arkaly ýe-rasty suwuň derejesini peseltmek üçin çäre.

Дюкер – dýuker, kanalyň dürli päsgelçilikler bilen kesişende suwy päsgelçiligiň aşagyndan geçirmek.

Ж

Железобетон – demir beton, beton bilen polat ulanylyp alnan gurlu-şyk materialy.

Железобетонный – demirbeton.

Жёсткий – gaty.

Живое сечение – kanalyň kese-kesiginiň suw geçirýän bölegi.

З

Задвижка – turbageçirijileri bölekleyin ýa-da doly ýapmak üçin ula-nylýan suw geçiriji armatura.

Запруд – howdan, howuz (böwetleme).

Зарастание канала – kanalyň ösümlükler bilen dolmagy.

Затвор – gatlanyň gapagy agyz ýapysy.

Зеркало грунтовых вод – basyşsyz suwly gatlagyň ýeriň ýüzüne iň ýakyn ýerleşen ýokarky araçägi.

Зеркало водохранилища – suw howdanynyň suwunyň üsti (aýtymy).

И

Идеальный газ – özara täsir güýçleri ýok gazlar.

Ирригация (орошение) – suwaryş.

Искусственные шероховатости – emeli бүдүр-сүдүрлик.

Искусственные насыпи плотин – bendiň emeli gum düşegi.

Источники водоснабжения – suw bilen üpjün etmek üçin çeşmeler.

Измерение расхода воды – suwuň mukdaryny ölçemek.

Изоляция труб – turbalaryň daşyny örtmek.

Изыскания – gözleg barlag.

К

Калькуляция себестоимости капитального строительства – düýpli gurluşygyň özüne düşýän gymmatyny hasaplamak.

Калькуляция стоимости строительных материалов – gurluşyk materiallaryň bahasyny hasaplamak.

Канал – kanal – dogry görnüşli emeli hana.

Капилляр – gyl ýaly geçiriji.

Каптаж – ýeriň ýüzüne çykýan ýerasty suwy oba hojalyk suw üpjünçiliginde ulanmak üçin niýetlenen suw desgasy (çeşmäniň çykýan ýeriniň üstündäki bina-desga).

Коррозия – poslamak.

Кавитация – kawitasiýa hereket edýän suwuklyklaryň içinde bug ýa-da gaz bilen doly bölekleriň emele gelmegi.

Кинетическая энергия – jisimiň öz hereketi netijesinde alýan energiýasy

Коэффициент – filtrasiýa koeffisiýenti (süzülme sany).

Колодец – guýy.

Констант – hemişelik ululyk.

Констант тела плотности – bent göwresiniň hemişelikleri.

Конус выноса – konus görnüşli çökündiler.

Конденсатор – toplaýjy.

Корпускуляр – bölejik.

Критическая глубина грунтовых вод – ýerasty suwuň howply çuňlugy.

Критическая точка – howply nokat, suwuklygyň doly doýgunlama bug halyna geçýän nokady.

Кривая подпора – suw çişmeginiň egrisi.

Круговорот воды – suw aýlanyşygy.

Крупный – iri.

Кавальер – çil, gaçy.

Л

Лихтер – uly gämilere ýük daşaýan ýelkenli kiçijik gämi.

Лимонное орошение – liman bilen suwarmak – erän gar suwy bilen ýaz aýlary topragy bir gezek çuň yzgarlandyrmak.

Линза – iki ýa-da bir tarapy sferik üst bilen çäklenen dury jisim.

Ложе водохранилища – suw howdanynyň hanasy.

Ложбина – käl.

Лог – jar, uly köw ýer.

Лотковые каналы – nowa kanallary.

Ледоход – buzlaryň hereketi.

Ледосброс – buz geçiriji.

Ледостав – buz doňuş.

Лот – lot, suwuň çuňlugyny ölçemek üçin gural, trosuň ujuna berkidilýär.

М

Магистральный канал – magistral kanal (esasy kanal).

Маловодье – az suwlulyk.

Маловлажный – pes çygly.

Меженный период – derýanyň ýyllyk düzgüninde suwuň iň az bolýan döwri.

Мелиорация – meliorasiýa (latynça; gowulandyrmak).

Мелкий – ownuk.

Местные потери напора – basyşyň ýerli ýitgileri.

Мгновенная скорость – tizlik, wagt nula ymtylan ýagdaýyndaky tizlik.

Микроскоп – maddalaryň gurluşyny ulaldyp görkezýän abzal.

Морозостойкость – doňaklyga çydamlylyk.

Мост служебный – gulluk köprüsi.

Мощность водоносного слоя – suwly gatlagyň kuwwatlylygy.

Мутность воды – suwuň bulançaklygy.

Мёртвый объём водохранилища – howdanyň eldegrilmesiz göwrümi.

Н

Насосы донные – suwuň düýbündäki gyrmançalar.

Насосы взвешанные – suwda gaýyp ýören gyrmançalar.

Напорного фронта – basyşly hatar, basyşly tarap (öň).

Напорный откос – basyş eňňidi, (basyşly eňňit), basyşly ýapgyt üst.

Напорный тракт – basyşly ýol.

Насосная станция – nasos bekedi.

Наносы – gyrmança (ykgyň, sürüp getirilen).

Насыщен водой – suwdan doýgun.

Насыпь – ýasama depe, gum düşek.

Натурное наблюдение – natura gözegçilik (hakykatda gözegçilik).

Неосветлённая вода – durlandyrylmadyk suw.

Нескальном основании – daşsyz esasda.

Несущая способность грунтов – topraklaryň göterijilik (çekijilik) ukyplylygy.

Нагон воды – ýeliň bir ugurdan ösmegi netijesinde suwuň derejesiniň bir taraplaýyn galmagy.

Норма – kada, paý.

Норма осушения – guradyş kadasy, guradyş paýy.

Норма водопотребления водоснабжения – suw üpjünçiliginde suw talap edişni kadasy.

О

Обратных стен – tersine diwar.

Обратный фильтр – ters süzgüç.

Обрез – kesik.

Обратный уклон – ters ýapgytlyk.

Обратный клапан – ters klapan, suwuň diňe bir tarapa akmagyny üpjün edýän enjam.

Обвалование – gaçy gurmak.

Обводнение – suwlulandyrmak.

Объём – göwrüm.

Очистка биопрудов и биопластов – howdanlary (biokölli) we biogatlaklary arassalamak.

Омоноличиваемых в несущей конструкции – göteriji (çekiji) konstruksiýa bitewileşen.

Ороситель – okaryk.

Оросительная система – suwaryş ulgamy.

Осаждение наносов – çyrmançalaryň çökdürilmegi.

Основа – esas.

Осушительно-увлажнительная система – guradyjy-yzgarlandyryjy ulgam.

Осушительная система – guradyjy ulgam.

Отключение сооружения – desganyň işe ýarawsyzlygy.

Относительное удлинение – temperatura baglylykda jisimiň başlangyç ýagdaýa göre uzalmasy.

Отстойник – durlandyryjy.

Отвал – agdarma, düňderme.

Отвалы грунта – topragyň agdarylany (düňderileni).

Отвод – sowma, ugruny üýtgetme, turbageçirijiniň ugruny üýtgetmek üçin fason bölegi.

Осиллограф – yrgyldyny ýazmak.

П

Паводок – daşgyn, joşgun.

Пал – gämileriň urganyny baglaýan ýogyn gazyk.

Парапет – parapet – germew, gorag seňňeri.

Пастбище – öri meýdany.

Перемычка – böwet.

Перенос проекта в натуру – taslamany iş ýüzünde geçirmek.

Перепад – şarlawuk.

Песчаный – çägesöw.

Плотность – dykyzlyk.

Плотина – bent.

Плывунность – plywunlygy – topraklaryň fundament çukury ýa-da her hili çukurlar gurlan wagtynda olaryň durgunlygyny ýitirip, şepbeşik suwuklygyň häsiýetini alyp akmaklygy.

Подпор – çişgin.

Подпорный – çişginli.

Подтопление – suw basmak (ýerasty suwlaryň galmagy netijesinde pes ýerleri suw basmagy).

Подземный – ýerasty.

Полувыемка, полунасыпь – ýarym gazma, ýarym göterme.

Потери напора в трубах – turbalarda basyşyň ýitgisi.

Потеря воды на фильтрацию из каналов – kanallarda suwuň süzülmä (syzylma) bolan ýitgisi.

Пойма – arna.

Предел – aňryçägi.

Прессование – uly basyşda gysmak.

Природный – tebigy.

Промерзание – doňma.

Промывной полив – ýuwuş suwy.

Просадочность – çökmeklik, çyglananda topraklaryň birden göwrümini kiçeltmegi

Противофильтрационные мероприятия на каналах – kanallarda süzülmä (syzylma) garşy göreş.

Проект – taslama.

Пруд – howdan, kiçijik köl.

Пьезометр – basyş ölçeýji gural.

Пьезометрический уровень – ýerasty suwuň absolýut ýa-da otnositel derejesi bilen aňladylýan ululyk.

Пылеватый – tozan görnüşli.

Р

Радиус влияния – täsir ediş radiusy.

Распостанным наливным плотинам – ýaýbaň läbik bendi (suwuň kömegi bilen galdyrylan ýaýbaň bent).

Растрескивание – jaýrylmagy.

Разбивка сооружений на местности – desgalary ýerinde bölmek.
Разуплотнение – gowşatma.
Реальная плотность – hakyky dykyzlyk.
Реальные газы – tebigatda bar gazlar.
Регулирование стока – akymyň mukdaryny sazlamak. akymy sazlamak.
Русловые процессы – hana emele geliş ýagdaýy (prosesi).
Рыбохозяйственная мелиорация – balyk hojalyk meliorasiýasy.
Рыбозащитные сооружения – balyk goraýjy desgalar.
Рыбопропускные сооружения – balyk geçiriji desgalar.

С

Самотечное орошение – öz akymy bilen suwarmak.
Сброс паводковых расходов – joşgun (daşgyn) suw mukdarlarynyň sowulyşy
Сбросная сеть – sowuş ulgamy.
Сбросные воды – zyňyndy suw.
Сель – sil.
Смета – göz öňünde tutulan işleriň bahasyny kesgitleýji hasaplanan resminama.
Смоченный периметр – öllenen perimetr.
Солончаки – şor ýerler.
Сопряжение бьефов – býefleriň galtaşmagy (galtaşdyrylmagy, birikdirilmegi).
Сопрягающие сооружения – galtaşdyryjy desga.
Спонтан (spontankus) – öz özünden.
Структура – struktura – düzüm.
Судоходных пролётов – gämi gatnawly geçelgeler (örtükler).
Суперпозиция – üsti-üstüne düşmek.
Суглинок – toýunsow toprak.
Супес – çägesow toprak.
Суффозионность – süzüm akymyň täsirinde topragyň fiziki we mehaniki ýagdaýyny üýtgetmegi.
Свайные работы – diregpaýa işleri.

Т

Текучесть – akyjylyk.
Тигель – erediji.

Транзистор – garşylykly geçirmek.
Трубопровод – turbageçiriji, turbaly suwaryş.
Твёрдый – gaty.
Твёрдый сток – gyrmançanyň mukdary.

U

Уклон – eňňitlik
Укреплять – berkitmek
Уплотнение тела плотины – bendiň göwresini dykyzlandyrmak
Уравнительный резервуар – deňleşdiriji rezerwuar (gap)
Увязка горизонтов воды – suwuň derejesini utgaşdyrmak

Ф

Фильтрация – süzülme, syzylma
Фрагмент – fragment, bölek

Н

Хаос – tertipsizlik
Хаотичное движение – tertipsiz hereket
Характеристика – häsiýetnama
Холодильник – sowadyjy

Ш

Шероховатость русла – hananyň бүdür-südürligi

Э

Энергия – jisimleriň iş başarjaňlyk ukyby
Эпюр нагрузок – ýükleriň epýurasy, ýükleriň täsirini tekizlikde proýeksiýasyny çyzyp görkezmek

MAZMUNY

Giriş	7
Esaslar we fundamentler dersiniň mazmuny we ähmiýeti	9

I BAP

INŽENER TOPRAGY ÖWRENİŞ WE TOPRAKÇYLYK MEHANIKASYNYŇ ESASLARY. TOPRAKLARYŇ DÜZÜMI WE GURLUŞY

1.1. Topraklaryň tebigaty we olaryň döreýşiniň tebigy taryhy şertleri . .	14
1.2. Topraklaryň düzümi we düzülişi.	15
1.2.1. Topraklaryň gaty bölejikleri.	16
1.2.2. Toprakdaky suwlar, olaryň görnüşleri we häsiýetleri	17
1.2.3. Toprakdaky gazlar	20
1.3. Topraklaryň düzümi (strukturasy) we teksturasy	21

II BAP

TOPRAKLARYŇ FIZIKI HÄSIÝETLERI WE OLARYŇ GÖRKEZIJILERI

2.1. Topraklaryň fiziki häsiýetleri	24
2.2. Topraklaryň fiziki häsiýetleriniň esasy görkezijileri.	25
2.3. Topraklaryň fiziki häsiýetleriniň ýasama görkezijileri	26

III BAP

TOPRAKLARYŇ FIZIKI-HIMIKI HÄSIÝETLERI WE OLARYŇ GÖRKEZIJILERI

3.1. Topraklaryň konsistentligi.	30
3.2. Topraklaryň çökmekligi	31
3.3. Topraklaryň çişmegi we kiçelmegi	33
3.4. Topraklaryň plywunlylygy we tiksotroplylygy.	35
3.5. Topraklaryň ýumşamagy, ezilmegi we eremegi	35
3.6. Topraklaryň pökgermegi.	36

IV BAP

TOPRAKLARYŇ FIZIKI-MEHANIKI HÄSIÝETLERI WE OLARYŇ GÖRKEZIJILERI

4.1. Topraklaryň suw geçirijiligi	37
4.2. Topraklaryň deformirlenişi	42
4.3. Topraklaryň berkligi	59

V BAP

DÜRЛИ TOPRAKLARYŇ DÜZÜMI, HÄSIÝETLERI WE AÝRATYNLYKLARY

5.1. Topraklaryň toparlara bölünişi we klassifikasiýa görkezijileri	65
5.2. Dürli topraklaryň häsiýetleri	68
5.2.1. Daşly topraklar	68
5.2.2. Daşsyz topraklar	69

VI BAP

TOPRAK MASSIWINDÄKI GÜÝJENMELER

6.1. Tebigy güýjenmeler	79
6.2. Bir jynsly toprakly ýarym giňişligiň daşky güýçden güýjenmesi . . .	81
6.3. Gönüburçluk meýdan boýunça deň ýaýran güýçden güýjenme	89
6.4. Üçburçluk kanuny boýunça ýaýran güýçden güýjenme	95
6.5. Bir jynsly däl toprak ýarym giňişliginde daşky güýçlerden güýjenme	98
6.5.1. Çuňluk boýunça umumy deformasiýa moduly üýtgeýän topraklar .	98
6.5.2. Anizotrop topraklar	99
6.5.3. Aşagynda gysylmaýan gatlak bar bolan toprak	100
6.6. Esasyň topragyna berilýän çäk güýçler	100

VII BAP

ESASLAR WE FUNDAMENTLER

7.1. Esaslaryň we fundamentleriň görnüşleri	104
7.2. Desga bilen esasyň bilelikdäki deformasiýasy	105
7.3. Fundamentiň esasyňy saýlap almak we olary gurmak	107
7.4. Fundamentleri we onuň esaslaryny çäk ýagdaý boýunça taslamagyň esaslary	108
7.5. Emeli esaslar	110
7.6. Mehaniki usullarda topraklaryň üst we çuňlukdaky dykzlandyrylyşy	113

7.6.1. Üstki dykyzlandyrma	113
7.6.2. Topraklary çuňlukda dykyzlandyrmak	114
7.7. Gowşak topraklary çalyşmak (toprak düşekleri)	118
7.8. Topraklary gowulandyrmagyň we berkitmegiň fiziki-himiki usullary	120
7.9. Çökýän mele topraklary partladýş usulynda dykyzlandyrmak	129

VIII BAP

TEBIGY ESASLARYŇ HASAPLAMALARY

8.1. Esas topraklarynyň ahyrky oturyşyny anyklamak	130
8.2. Meýdan boýunça tutuşlaýyn deň ýaýran ýükde toprak gatynyň oturyşyny anyklamak (esasy mesele)	131
8.3. Birjynssyz (gat-gat) esaslaryň doly oturyşynyň gatlar jemi usuly bilen hasaplamalary	134
8.4. Umumy maýyşgak deformasiýa usulynda esaslaryň oturyşyny anyklamak	136

IX BAP

ESASLARY BIRINJI TOPAR ÇÄK ÝAGDAÝ WE GÖTERIBILIJILIK UKYBY BOÝUNÇA HASAPLAMAK

9.1. Esaslary birinji topar çäk ýagdaý boýunça taslamak	137
9.2. Analitiki usullar	139
9.3. Grafoanalitik usullar	141
9.4. Desgalaryň tekiz süýşmäge durnuklylygy	144
9.5. Hidrotehniki desgalaryň daş däl esaslarynyň hasaplamalary	145
9.6. Hidrotehniki desgalary ikinji topar çäk ýagdaý (deformasiýa) boýunça hasaplamak	148

X BAP

ÇUŇ OTURDYLYÁN FUNDAMENTLERI TASLAMAGYŇ ESASY UGURLARY

10.1. Paýa fundamentleriň görnüşleri, paýalaryň görnüşleri we konstruksiýalary	152
10.2. Çuň fundamentleri taslamaklygyň ugurlary	157

XI BAP

SUW ÝATAN MEÝDANLARDA, MAŞYNLARYŇ AŞAGYŇDA FUNDAMENTIŇ GURLUŞY

11.1. Suw ýatan ýerlerde fundamentleriň gurluşy	161
---	-----

11.2. Böwetler	162
11.3. Düýpsüz ýaşikler	162
11.4. Pontonlar	162
11.5. Maşynlaryň aşagyndaky fundamentler, olary taslamagyň we konstruksiýalarynyň aýratynlyklary	163
11.6. Fundamentiň esasyňyň hasaplanylyşy	164

XII BAP

ÇÖKÝÄN MELE TOPRAKLARDA WE ÖZBOLUŞLY ÝAGDAÝLARDA ESASLARY WE FUNDAMENTLERI TASLAMAK WE GURMAK

12.1. Çökýän mele topraklarda fundamentlerin gurluşy we taslanylyşy	165
12.2. Hemişe doň topraklarda fundamentleriň gurluşy	169
12.3. Pökgerýän, çişýän, läbik we lenta görnüşli topraklarda fundamentiň gurluşynyň aýratynlyklary.	169
12.4. Ýokary seýsmiki etraplarda gidrotehniki desgalaryň fundamentlerini gurmak	171
Edebiýat	173
Gysgaça düşündirişli sözlük	174

Italmaz Saparlyýew

ESASLAR WE FUNDAMENTLER

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Redaktor	<i>G. Garryýew</i>
Teh. redaktor	<i>T. Aslanowa</i>
Suratçy	<i>Ý. Peskowa</i>
Kompýuter bezegi	<i>G. Orazgeldiyewa</i>
Neşir üçin jogapkär	<i>R. Geldiyew</i>

Ýygnamaga berildi 23.09.2015. Çap etmäge rugsat edildi 12.11.2015.
Ölçeği 60x90 $\frac{1}{16}$. Edebi garnitura. Çap listi 11,75. Şertli çap listi 11,75.
Hasap-neşir listi 7,296. Neşir № 56. Sargyt № 100. Sany 700.

Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň “Ylym” neşirýaty.
744000. Aşgabat, Türkmenbaşy şaýoly, 18.

Telekeçi Berdi Hallyýew.
744028. Aşgabat, Garaşsyzlyk şaýoly, 42.