Nurgeldiýew N.

Teýgum öwreniş

Ýokary okuw mekdepleriniň
“Gidrogeologiýa we inžener geologiýasy”
hünäri üçin okuw kitaby

Aşgabat - 2010

Mazmuny

sah

1. Giriş..4
1.1 Teýgum öwrenişiň manysy, mazmuny..4
1.2 Teýgum öwrenişiň başga ylymlar bilen baglanyşygy..............................4
1.3 Teýgum öwrenişde ulanylýan usullar..6
2 Teýgumlaryň madda düzümi...8
2.1 Gaty jisimleriň mineral düzümi...9
3 Teýgumlaryň strukturasy we teksturasy hakda umumy düşünje.............12
3.1 Teýgumlaryň strukturasy we struktur baglanyşyklar..............................12
3.2 Teýgumlaryň teksturasy 14
4 Teýgumlaryň zire(granulometrik) düzümi...15
4.1 Teýgumlaryň zire düzümi we onuň kesgitleniş usullary..........................15
4.2 Zireleriň möçberleýin parçalary..18
4.3 Dagynyk teýgumlar synpynyň Türkmenistanda zire düzümi boýunça toparlanyşy...19
4.4 Teýgumlaryň zire düzüminiň çyzgylaryň üsti bilen aňladylyşy.............21
5 Teýgumuň düzüminde gazlar, suwuk we janly jisim.............................25
5.1 Teýgumuň düzüminde gazlar...25
5.2 Suwuk jisim...27
5.3 Teýgumlarda janly jisim...30
6 Teýgumlaryň fiziki häsiýetleri...31
6.1 Teýgumlaryň çyglylygy...31
6.2 Teýgumlaryň dykyzlygy...37
6.3 Teýgumlaryň öýjükliligi...39
7 Toýunsow teýgumlaryň süýgeşikligi..43
7.1 Toýunsow jynslaryň süýgeşikliginiň tebigaty..43
7.2 Süýgeşikligiň çäkleri..43
7.3 Süýgeşiklik çäkleriniň işde ulanylyşy..44
8 Teýgumlaryň fiziki-himiki häsiýetleri...46
9 Teýgumlaryň suwatabyn häsiýetleri...47
9.1 Teýgumlaryň suwda durnuklylygy (ýumşama, çişme we ýygrylma ukyplary) 48
9.2 Teýgumlaryň suwsygymy (suw saklaýjylygy)..51
10 Dag jynslarynyä suw süzdürijiligi...55
11 Teýgumlaryň mehaniki häsiýetleri. Dagynyk teýgumlaryň gysylma

ukyby..61
11.1 Teýgumlaryň gysylmasyna täsirler 61
11.2 Kompressiýa synaglarynyň geçirilişi we ulanylyşy...........................63
12 Teýgymlaryň berkligi we dagynyk teýgumlaryň suýşmä garşylygy...67
12.1 Teýgymlaryň berkligi...67
12.2 Toýunsow teýgumlaryň birokly gysyşa garşylygy............................69
12.3 Teýgymlaryň süýşmä garşylygy...70
13 Teýgymlaryň synplanyşy...73
13.1 Teýgymlaryň synplamalarynyň ösüp kämilleşmegi..........................73
13.2 Synplamalaryň görnüşleri..74
14 Bitewidaş teýgumlar synpy...79
15 Dagynyk teýgumlar synpynyň häsiýetnamasy.................................86
16 Özboluşly we amatsyz teýgumlaryň häsiýetnamasy..........................89
16.1 Doň teýgumlar..89
16.2 Gowşak teýgumlar..91
16.3 Şorlaşan (duzly) teýgumlar..91
17 Teýgumlaryň häsiýetleriniň nusgawy we hasap bahalary..................94
17.1 Kybapdaş häsiýetli gatlaklary bölüp çykarmak..................................94
17.2 Nusgawy baha..95
17.3 Görkezijiniň hasap bahasy...96
18 Teýgumlaryň häsiýetlerini emeli ýollar bilen gowulandyrmagyň usullary...98
18.1 Usullaryň toparlanyşy..98
18.2 Dykyzlandyrma 99
18.3 Çalykdyrma 101
Edebiýat...108

1. Giriş.

1.1. Teýgum öwrenişiň manysy, mazmuny

1) **Teýgum öwreniş** – teýgumlar hakda, olaryň, düzümi, häsiýetleri, ýaýraýyş kadalary hakdaky ylymdyr. “Teýgum öwreniş“ ylmy teýgumlaryň, ýagny gurluşyk jähetden öwrenilýän islendik dag jynslarynyň, topraklaryň, käte emeli dörän gatlaklaryň strukturasyny, mineral, zire, duz düzümlerini, häsiýetlerini öwrenýär.

Teýgumlary öwrenmekde toplanan maglumatlaryň özbaşdak ähmiýeti hem bar, olar inžener geologiýasynyň beýleki ugurlarynyň ösmegi üçin zerur baza (esas) bolup hem hyzmat edýärler. Dürli jaýlaryň, desgalaryň gurluşygynyň taslamalaryny düzmek üçin gerek maglumatlary teýgumlary öwrenýän hünärmenleriň taýýarlaýanlygyny bellemek ýeterlikdir. Inžener geodinamikasynyň öwrenýän prosesleri we hadysalary, inžener-geologik şertleriň kemala gelmegi üçin iň möhüm täsirleri hem gös-göni teýgumlar bilen baglydyr.

1.2. Teýgum öwrenişiň başga ylymlar bilen baglanyşygy

Teýgum öwreniş ençeme geologik we geologik däl (tebigy we tehniki) ylymlar bilen baglydyr. Mysal üçin, ol geologik ylymlaryň hemmesi ýaly fizikanyň, mehanikanyň, himiýanyň (esasanda fiziki himiýanyň we kolloid himiýasynyň) matematikanyň nazary üstünliklerini, usullaryny giňden ulanýar. Ol geologik ylymlaryň köp pudaklarynyň maglumatlaryndan peýdalanýar, ol maglumatlara özüçe baha kesýär, olaryň üstüni ýetirýär. Netijede dürli desgalaryň (gurluşykda, dag magdan işlerinde), inžener-hojalyk işleriniň hemmesiniň taslamasyny düzmek üçin, daşky gurşawyň iň wajyp bölegini düzýän geologik gurşawy aýawly ulanmagy we gorap saklamagy esaslandyrmak üçin zerur maglumatlary taýýarlaýar.

Inžener geologiýasy geologik ylymlaryň hemmesi bilen diýen ýaly (esasan gidrogeologiýa, mineralogiýa, litologiýa, petrografiýa, geohimiýa, tektonika, dinamiki geologiýa bilen) baglydyr. Geologik ylymlardan inžener geologiýasyna iň ýakyny-**gidrogeologiýadyr**. Şol sebäpli hem bu iki geologik ylym bir hünäre birikdirilýär. Emma inžener geologiýasynda ýerasty suwlara gidrogeologiýadakydan başgaça garalýar. Mysal üçin, **teýgum öwrenişde** teýgumuň gaty bölejikleriniň tebigy suw erginleri bilen arabaglanyşygyna uly üns berilýär. Iň ownuk mineral, organiki,

organiki-mineral bölejijikleriň suw bilen galtaşanda bagly suwuň emele gelmegi aýratyn möhüm ähmiýete eýedir, sebäbi ol dagynyk teýgumlaryň, ilkinji nobatda toýunsow teýgumlaryň durky-halyna, häsiýetlerine uly täsir edýär.

Teýgum öwrenişiň geologiýanyň beýleki pudaklary bilen baglanyşygy barada aşakdakylary bellemeli.

Mineralogiýa bilen baglanyşyk – teýgumlaryň häsiýetleriniň olaryň haýsy minerallardan düzülenligine baglylygy sebäpli;

Petrografiýa bilen baglylygy – teýgumlaryň köplenç adybir dag jynslaryna degişli bolýanlygy sebäpli;

Taryhy geologiýa bilen baglylygy – teýgumlaryň häsiýetleriniň we olaryň geologik ýaşynyň arasynda baglanyşygyň barlygy sebäpli;

Dinamiki geologiýa bilen baglanyşygy – bu ylmyň hem tebigy bolup geçýan geologik prosesleri we hadysalary öwrenýänligi sebäpli;

Tektonika bilen baglylygy – tektonik şertleriň geologik hadysalara, teýgumlaryň düzümine we häsiýetlerine täsiri zerarly;

Geomorfologiýa bilen baglylygy – ýer üstüniň nätekizliginiň, relýefiň kysymynyň, elementleriniň gidrogeologik şertlere, geologik hadysalara düýpli täsiri zerarly;

Geofizika bilen baglylygy – inžener geologik şertler öwrenilende geofiziki usullaryň ulanylýanlygy sebäpli.

Inžener geologiýasyna geologik däl ylymlaryň içinde iň ýakyn durýany “**Toprak öwrenişdir**“. Bu baglanyşyk agzalan ylymlaryň ikisiniň hem öwrenýän umumy obýekti - **topragyň** üsti bilen bolup geçýär. Toprak öwrenişde toprak ösümlikleriň gögerip, ösüp ýetişýän gurşawy hökmünde öwrenilýär. Inžener geologiýasy topragy teýgum hökmünde öwrenýär. Görnüşi ýaly bu iki ylmyň öňlerinde goýýan meseleleri düýpgöter başga, emma öwrenilýän obýekt şol bir zat bolanlygy sebäpli barlaglaryň usulyýeti belli bir derejede gabat gelýär. Inžener geologiýasynyň käbir usullary toprak öwrenişden alnandyr. Mysal üçin, topraklar öwrenilende ulanylýan şejere (gelip çykyş) usuly teýgumlar öwrenilende hem ulanylýar. Munuň sebäbi, inžener geologiýasynyň gözbaşynda bolan alymlar (F.P. Sawarenskiý, P.A. Zemýatçenskiý, M.M. Filatow we başg.) alan bilimi we iş tejribesi boýunça toprak öwrenijilerdir.

Inžener geologiýasynyň **gurluşyk we dag-magdan ylymlary** bilen baglanyşygy gös-göni teýgumlaryň mehanikasynyň üsti bilen bolup geçýär. Inžener geologiýasy nazary we gurluşyk mehanikasyndan gelip çykýan kanunylyklary teýgumlarda ulanýar. Gurluşyk ylymlarynyň gazananlary teýgumlaryň daşky täsir astynda üýtgeýişlerini öwrenmäge ýardam berýär. Şol bir wagtda-da “Teýkarlar we binýatlar”, “Inžener seýsmologiýasy” ýaly gurluşyk ylymlary jaýlaryň we desgalaryň taslamasyna teýgumlar barada zerur gerek maglumatlary inžener geologiýasyndan alýarlar.

Tebigy ylymlaryň sütünleri bolup hyzmat edýän fizika, matematika we himiýa inžener geologiýasynyň içinden eriş-argaç bolup geçýärler: fizika – teýgumlaryň fiziki, mehaniki häsiýetleri tejribe, synag üsti bilen öwrenilende; matematika – öňden toplanan we täze alnan mukdar maglumatlar rejelenip işlenende, teýgumlaryň nusgawy, hasap bahalary kesgitlenende; himiýa – teýgumlaryň, teýgumara suwuklyklaryň düzümi kesgitlenende we ş.m. ulanylýar.

1.3. Teýgum öwrenişde ulanylýan usullar

Öwrenilýän ders bilen usulyň arasynda dialektik baglanyşyk bar. Ylmy usul – akyl ýetirmäniň kesgitli ulgamy bolup, bilmäge we derňemäge ýardam edýär. Ylmy taýdan esaslandyrylan usullary dogry ulanmak – täze bilim almanyň agramly şertidir.

Inžener-geologik usullary şertleýin şeýle toparlara bölüp bolýar:

- geologik usul;
- tejribe (eksperiment) usullary;

1) **Geologik usul**

Geologik usulda öwrenilýän dag jynslarynyň gelip çykyşyny (şejeresini), geologik ýaşyny, ýatyş şertlerini, tekstura-struktura aýratynlyklaryny öwrenmeklik nazarda tutulýar. Bu kanunalaýyklyklara göz ýetirmek teýgumlary has içgin öwrenmäge, inžener-geologik çaklamalary, nusgawy resminamalary düzmäge esas bolup hyzmat edýär. Geologik usullar adatça san bilen ölçelmeýän hil maglumatlary berýärler. Şol sebäpli teýgumlaryň häsiýetleriniň, geodinamiki proseslerиň mukdar görkezijileriniň bahalaryny kesgitlemek üçin şahsy usullar ulanylýar.

Umumy we şahsy usullary şol bir wagtda bilelikde ýa-da aýry-aýrylykda yzly-yzyna ulanyp bolýar.

2) **Tejribe (eksperiment) usullary**

Tejribe usullary inžener geologiýasynda iň köp ulanylýan şahsy usullar toplumyna degişlidirler. Tejribede barlagçy öňünden niýetlenen abzallary we serişdeleri ulanyp, öwrenilýän obýekti, hadysany ýörite üýtgedýär. Şeýlelik bilen inžener-geologik tejribe, beýleki ylymlarda bolşy ýaly, tebigy şertlerde gös-göni kesgitlemesi mümkin bolmadyk hadysalary, teýgumlaryň düzüm we häsiýet görkezijilerini mukdar taýdan bahalamaga mümkinçilik berýär. Maglumatlaryň dolulygy we anyklygy tejribäniň köp gezek gaýtalanmagynyň, tejribäniň şertleriniň üýtgedilmeginiň netijesinde gazanylýar. Netijede tejribäniň üsti bilen dag jynslarynyň tebigaty we onuň bilen bagly hadysalar aýdyňlaşdyrylýar. Inžener-geologik tejribäniň düzüm böleklerine aşakdakylar girýärler:

- tejribäniň maksadyny kesgitlemek;
- tejribäniň obýektini we şertlerini nazary taýdan esaslandyrmak;
- tejribe üçin zerur tehniki abzallary we şaýlary (gurallary, ölçeg abzallaryny we ş.m.) saýlap taýýarlamak;
- tejribäniň dowamynda inžener-geologik obýektiň üýtgeýän häsiýet görkezijilerine gözegçilik etmek, ölçemek, ölçegiň netijelerini ýazga geçirmek;
- alnan maglumatlary nazary taýdan bahalamak üçin tejribäniň netijelerini seljerip statistik derňewden geçirip (çyzgylary, hasaplamalary, şol sanda EHM-lery ulanyp) taýýarlamak.

Iş ýüzünde teýgumlaryň düzüm, häsiýet görkezijileri standart usullar bilen kesgitlenýär.

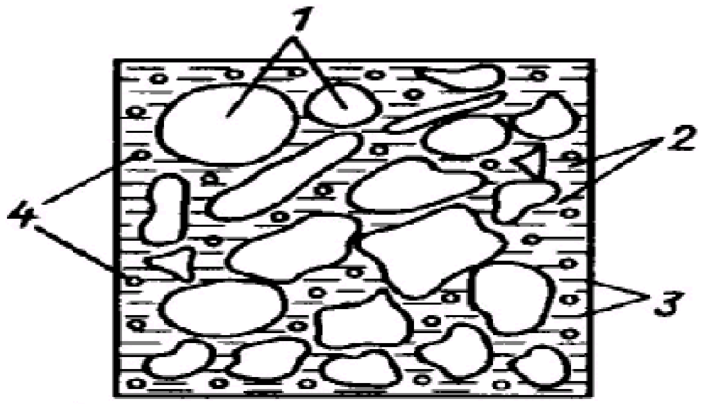
2. Teýgumlaryň madda düzümi

Teýgum hökmünde mukdary üýtgäp bilýän dürli jisimlerden düzülen islendik dag jynsy, toprak ýa-da adamtarapyn emele gelen gatlaklar hyzmat edip bilerler. Bu ýagdaý agzalan dag jynslaryna, topraklara, emeli gatlaklara desgalaryň teýkary, materialy ýa-da daşyny gabap alan gurşawy ýaly garalanda göz öňünde tutulýar. Şeýlelik bilen teýgum, tutuş gaty jisimden düzülen madda däl-de, köpjisimlidir.

Umuman alanyňda teýgumuň düzümindäki jisimleriň sany 5 görnüşe çenli ýetip biler: gaty jisim, howa (gazlar), suwuk jisim, süýgeşik jisim (buz) we janly jisimler.

Gaty jisimler teýgumuň süňňüni düzýänligi sebäpli olar teýgumuň düzüminde hemişelik saklanýarlar. Howa (ýa-da gazlar) gaty jisimleriň arasyndaky boşluklary doldurýarlar. Teýgum yzgarlanda boşluklardaky howany suw bölekleýin ýa-da tutuşlygyna gysyp çykarýar we boşan ýerleri doldurýar.

Teýgumuň düzümindäki suw doňsa, ol buza (ýa-da ideal süýgeşik jisime) öwrülýär. Teýgumuň düzüminde her hili mikroorganizmler, ösüp barýan ösümlikleriň kökleri, ýer köwüji jandarlar, mör-möjekler bolup bilerler. Olar janly jisimleri düzýärler.



1-nji surat. Dagynyk teýgumuň modeli:

1 – gaty bölejikler; 2 – öýjükler; 3 – suwuk jisim; 4 – gaz (howa).

Teýgumuň jisim düzümi we häsiýetleri biri-birilerine ýakyn baglydyrlar, Türkmenistanyň şertlerinde teýgumlar köplenç üç jisimli görnüşde duşýarlar: gaty

jisim, suw we howa. Şol sebäplere görä agzalan jisimler giňişleýin seredilmäge mynasypdyrlar.

2.1. Gaty jisimleriň mineral düzümi

Hemme teýgumlardaky gaty jisimler minerallaryň ýa-da dag jynslarynyň bölejiklerinden ybaratdyrlar. Teýgumuň häsiýetleri şol bölejikleriň mineral düzümi, möçberi, sypaty, dürli möçberli bölejikleriň mukdary, sepleşikleri bilen kesgitlenilýär.

Minerallar umuman öwrenilende himiki düzümi boýunça 10 synpa (klasa) bölünýärler. Inžener geologiýasynyň talaplaryna laýyklykda minerallar himiki düzümi boýunça däl-de, kristallardaky atomlaryň arasyndaky sepleşdiriji güýçleriň esasynda dört topara bölünýärler: ilkinji silikatlar, adaty duzlar, toýun minerallary we organiki madda.

2.1.1. Ilkinji silikatlar

Silikatlar toparyna kremniniň birleşmelerinden düzülen minerallar degişlidirler. Ilkinji silikatlara atomlary biri-birine kowalent baglanyşyk güýçler bilen dartylýan minerallaryň hemmesi degişlidirler (şertleýin). Bu topara magma sowap gatanda döreýän örän köp sanly minerallar girýärler: almaz, kwars, meýdan şpatlary, slýudalar we ş.m. Bu toparyň minerallary gatylygy, berkligi, durnuklylygy, suwda ýumşamaýanlygy bilen bellidirler. Garagum çölüniň çägesi, irimçik **"çärjew çägesi"** tutuşlaýyn diýen ýaly şu toparyň minerallaryndan düzülendirler. Teýgumuň häsiýetlerine ilkinji silikatlar az möçberde täsir edýärler. Topardaky minerallaryň hilini, düzümini, mukdaryny seljermek üçin olary ýagtyda siňe synlamak, lupanyň, mikroskopyň kömegi bilen öwrenmek we beýleki usullar ulanylýar.

2.1.2. Adaty duzlar

Bu topara ion baglanyşygy bolan minerallar girýär (metallaryň kislota galyndylary bilen birleşmeleri). Toparyň minerallarynyň umumy häsiýeti olaryň durnuksyzlygy, suwda ereýjiligidir. Duzlar bitewi gatlak görnüşinde seýrek duşýarlar. Adatça olar teýgumuň içindäki jaýryklarda, öýjüklerde ownujak kristal görnüşinde duşýarlar.

Daşky täsire çydamsyzlygy, esasan-da suwda ereýjiligi boýunça duzlar 3 topluma: aňsat, haýal we kynlyk bilen ereýänlere bölünýärler.

Aňsat (ýeňil) ereýän duzlara galogenleriň birleşmeleri (galit, karnallit we beýl.), natriniň sulfatlary: mirabilit (Na_2SO_4 x $10H_2O$), glauber duzy (Na_2SO_4), natriniň karbonaty we gidrokarbonaty (Na_2CO_3, $NaHCO_3$) we beýlekiler degişlidirler. Bu duzlar durnuksyzdyrlar we umuman zyýanly häsiýetlere eýedirler, mysal üçin, binýadyň sementini, armaturasyny, ýere gömülen turbalary, kabelleri iýip zaýalaýarlar. Olar ösümlikleriň gögermegine, ösmegine düýpli zyýan berýärler, duzly teýgumuň häsiýetleri yzgarlylyga görä üýtgäp duran bolýar. Bu duzlaryň yzgary howadan sorup, özüne çekijilik häsiýeti hem bar. Şol sebäpli käbir şor ýerler tomsuň jokrama yssysynda-da guraman, yzgarly, ýumşak ýa-da şepbeşik ýagdaýyny saklap bilýärler. Suw degende bolsa (ýagyş, gar suwy, suwaryş suwlary we ş.m.), olar batgalyga öwrülýärler. Bu duzlar az suwda-da çalt we köp mukdarda eräp bilýärler. Netijede teýgum gowşaýar, duzlary ereden suw bolsa, iýijilik häsiýetine eýe bolup, galtaşan ýerindäki betonlary, metallary, kerpiçleri haraplaýar.

Haýal ereýän duzlaryň iň adaty görnüşleri kalsiniň sulfady-zylça (gips) we angidritdir. Olaryň eremegi üçin uzak wagt we köp mukdarda suw gerek bolýar. Eger gurlan binanyň aşagyndaky gatlaklar boýunça ýerasty suwuň akymy dowamly hereket etse, zylça bölejikleri uzagyndan eräp teýgumlary gowşadyp, jaýyň çökmegine sebäp bolup biler.

Türkmenistanda duzlar, şol sanda zylça giňden ýaýrandyr. Toýun gatlaklaryň içinde zylçanyň kristallary sypaty boýunça dury jäjege, aýna gyýçagyna meňzeş, ýöne ýumşak hem port görnüşde duşýar. Tebigy şertlerde bu hili zylça eremeýär diýen ýalydyr, sebäbi olaryň daşyny gurşap alan toýun (şykgy) suw geçirmeýär.

Garagumda duşýan “deridaşlar” gelip çykyşy boýunça zylçanyň erginden (nemden) gatap, çäge dänejiklerini sepleşdiren görnüşidir.

Eger zylça gumbaýragyň içinde ownuk garyndy görnüşde (sepelenen un ýaly) belli mukdarda duşsa, ol dag jynsyna “gež“ diýilýär. Gež gury ýagdaýynda berk we gatydyr, suw degende ol pagyş-para bolup, palçyga öwrülýär. Aşgabatdaky “Gaža” diýilýän ýeriň ady şol gež sözi bilen baglydyr.

Kyn ereýän duzlara 2-3 walentli metallaryň kömürturşy duzlary-karbonatlary girýär: kalsit, dolomit, magnezit we ş.m. Bu duzlar adaty şertlerde juda kynlyk bilen ereýärler (eger ýumruk ýaly kalsiti bir bedre suwa atyp goýsaň bir ýylda onuň 1gramy hem eremez). Eger-de ýerasty suwuň düzüminde ergin ýagdaýda kömürturşy gazy bar bolsa, karbonatlaryň eremek ukyby artýar. Bu ýagdaýda geologik wagtyň dowamynda

hekdaşdan, dolomitlerden düzülen gatlaklarda köwekleriň, uly boşluklaryň döremegi mümkin (“Köwata” gowagy)

Inžener-geologik jähetden seredilende teýgumlardaky duzlaryň hilini we mukdaryny bilmek zerur. Bu maglumatlar esasan himiki usul bilen alynýar. Teýgumlardaky duzlar ilki suwda ýa-da suw garylan kislotada eredilip, ergin ýagdaýa geçirilýär, soň şol erginiň düzümi suwuň adaty himiki derňewi ýaly geçirilýär.

2.1.3. Toýun minerallary

Bu topara toýunsow jynslaryň iň maýda bölejiklerini (<0,002 mm) düzýän minerallar degişlidirler. Olar ilkinji silikatlaryň daşky gurşawyň täsiri astynda himiki dargamagy esasynda döreýärler. Şonuň üçin olara gaýtadan dörän (ikilenji) silikatlar hem diýilýär.

Bu minerallaryň esasy häsiýetleri aşakdakylardyr. Kristallaryň möçberi juda kiçi, şol sebäpli olaryň üst energiýasy bardyr. Olar biri-birilerine ýelmeşip, digirlenip, tokga tutup bilýärler. Bu minerallara süýgeşiklik, suw çekijilik, kapillýarlyk, suw saklamak, suwda ýumşamak, çişmek, suw geçirmezlik ýaly häsiýetler hem mahsusdyr. Umuman alanyňda toýun minerallarynyň berkligi, gatylygy pes, olar durnuksyz, gysylmaga ukyply. Olar teýguma işjeň täsir edýärler, mysal üçin, çägä az mukdarda toýun minerallaryny goşsaňam, onuň häsiýeti düýpgöter üýtgeýär.

Düzümi, gurluşy boýunça toýun minerallary 3 topara: kaolinitlilere, gidroslýudalylara we montmorillonitlilere bölünýärler. Montmorillonit topary (montmorillonit, beýdellit, bentonit) ýokary süýgeşikligi, suwy köp mukdarda özüne çekip, çişip bilýänligi bilen bellidir. Kaolinitlileriň (kaolinit, nontronit, nakrit) süýgeşikligi pes, olar suwda çişmeýärler. Gidroslýuda toparyna degişli minerallaryň aram häsiýetleri bar. Gidroslýudalylar Türkmenistanyň toýunsow dag jynslarynyň düzüminde köp duşýarlar.

Inžener-geologik maksatlar üçin toýunsow minerallaryň haýsy topluma degişlidigini bilmek ýeterlik bolýar. Toýunsow minerallary jikme-jik öwrenmek üçin dürli usullaryň tirkegi ulanylýar (reňklemek, elektronmikroskop usuly we ş.m.).

2.1.4. Organiki madda

Teýgumuň düzüminde duşýän ösümlikleriň we dürli jandarlaryň galyndylary kem-kemden çüýräp dargaýarlar, soňra çylşyrymly organiki maddalara öwrülýärler. Köplenç ýagdaýlarda olar az mukdarly garnuw bolup gaty, süýgeşik ýa-da suwuk

jisim görnüşinde duşýärlar. Umuman alanyňda organiki maddalar teýgumuň häsiýetlerini aktiw üýtgedýärler. Olar teýgumlaryň berkligini, suw geçirijiligini, durnuklylygyny peseldýärler, gysylmak ukybynyň möçberini we dowamlylygyny ýokarlandyrýarlar, ýerasty suwlara iýijilik häsiýetini ýolukdyryp bilýärler.

3. Teýgumlaryň strukturasy we teksturasy hakda umumy düşünje

Inžener geologiýasynda ulanylýan struktura we tekstura hakdaky düşünjeler A.N.Zawariskiniň (1932, 1956), M.M.Filatowyň (1936). I.W.Popowyň (1941-1949), W.A.Priklonskiniň (1950-1958), A.K.Larionowyň (1966), Ý.M. Sergeýewiň (1973, 1983) işleriniň esasynda kämilleşdi.

Struktura (içki gurluş) diýlip, teýgumlary düzýän minerallaryň möçberleri, keşbi, ululy-kiçili bölejikleriň özara mukdar gatnaşygy we sepleşigi kabul edilýär.

Tekstura (içki ýerleşiş) - teýgumy düzýän bölejikleriň giňişlikde ýerleşiş kadasydyr.

Agzalan adalgalaryň ikisi-de teýgumlary düzýän gaty jisimleriň we howa boşlugynyň gatnaşygyny belli bir derejede häsiýetlendirýär.

Struktura we tekstura teýgumlaryň, esasan-da berk sepleşiksiz teýgumlaryň, hemme häsiýetlerine uly täsir edýär. Strukturanyň esasy görkezijisi - **zire düzümi** mukdarlaýyn ölçelýänligi üçin inžener geologiýasynda giňden ulanylýar we aşakda aýratyň seredilýär. Strukturanyň beýleki görkezijileri we tekstura gysgaça häsiýetlendirilýär.

3.1. Teýgumlaryň strukturasy we struktur baglanyşyklar

Teýgumlary düzýän bölejikleriň keşbi, üst nätekizlikleri biçak köp dürlüdir. Bu keşpler ummany öwrenilende, toparlananda ýöntemleşdirme, sadalaşdyrma usullary ulanylýar, mysal üçin, olar togalak, süýnmek, ýargaklaç we ş.m. keşplere, ýylmanak, büdür-südür, burçlak we ş.m. üstlere bölünýärler.

Teýgumlary düzýän bölejikleriň (zireleriň) möçberi boýunça gyradeňliligi ýa-da dürlüligi zire (granulometrik) düzümi bilen häsiýetlendirilýär.

Teýgumy düzýän mineral bölejikleriniň arabaglanyşygy sepleşik güýçleriň tebigy döreýşine we berkligine görä esasan 3 topara bölünýär: kristallaşan baglanyşyk, sementleýin baglanyşyk, düwürleýin (suw-kolloid) baglanyşygy.

Kristallaşan (bile bitişen) baglanyşyk mineral zireleri biri-birine jebis galtaşanda ýa-da şol zireleriň arasynda galan boşlugy doldurýan sement mineralyň kristal gözenegi bilen himiki baglanyşanda döreýär. Kristal baglanyşygy teýgumlaryň struktur baglanyşygynyň iň berkidir. Emma şonda-da ol mineral zireleriniň hut öz berkliginden kän pesdir. Aýry-aýry mineral bölejikleriniň berkligi onlarça, ýüzlerçe müň MPa-a ýetýär. Iň berk kristal baglanyşykly magmatik, metamorfik jynslaryň (granit, bazalt, kwarsit) berkligi 100-1000 MPa-a çenlidir.

Suw ergininden çöküp dörän bile bitişen baglanyşykly jynslar (zylça, dolomit, nahar duzy) onça berk däldirler, has hem beter durnuksyzdyrlar.

Umuman bile bitişen sepler portdurlar we döwülenden soň täzeden dikelmeýärler, öňki kaddyna gelmeýärler.

Sementli baglanyşyk zireleýin jynslaryň (çagyl, jyglym, çäge, gumbaýrak we ş.m.) boşluklaryny tebigy sementiň doldurmagynyň netijesinde döreýär. Sementi döredýän sebäpler öýjüklerdäki dürli düzümli erginleriň bugarmagy bilen ýa-da kolloidleriň ötüşip (durguşyp), gaty hala geçmegi bilen bagly bolup biler.

Netijede çagyldaş, çägedaş, kirşendaş ýaly berk baglanyşykly jynslar emele gelýärler. Olar özgerişinden öňki ene jynslardan üzül-kesil ýokarlanan berkligi, peselen suwsüzdürijiligi we juda az çöküjiligi bilen tapawutlanýarlar. Şu tüýsli jynslar Köpetdagyň, Balkanyň, Köýtendagyň gerişlerini tutýarlar. Umuman sementli baglanyşykly jynslaryň berkligi sementiň düzümine baglydyr. Baglanyşyk portdyr, synandan soň dikelmeýär.

Düwürleýin (suw-kolloid) baglanyşyk diňe juda ownuk zirelerden (toýun we kolloid bölejiklerden) düzülen jynslarda bolýar. Kolloid we toýun zireleri suwda, yzgarda biri-birilerine ýelmeşip (düwürlenip), öňki möçberden onlarça, ýüzlerçe, müňlerçe esse uly bölejikleri emele getirýärler. Ulalan düwürler suwuň düýbüne has çalt çökýärler, agramyna gysylýarlar, baslygyp dykyzlanýarlar. Galtaşýan meýdan köpeldigiçe zireleriň arasynda molekulýarara çekiji güýçler artyp, düwürleýin baglanyşyk emele gelýär. Şu hilli baglanyşyk Türkmenistanyň düzlüklerinde giň ýaýran toýunsow jynslaryň hemmesine mahsusdyr.

Düwürleýin baglanyşygyň berkligi azdyr, gury ýagdaýda 10-20 kPa-dan 100-200 kPa-a çenlidir, öl ýagdaýynda onlarça essä çenli peselýändir. Düwürleýin baglanyşyk gowşak berkligi sebäpli aňsat synýar, emma döwüji güýjüň täsiri aýrylandan soň berkligini ýene-de täzeden kem-kemden dikeldýär. Düwürleýin baglanyşyk teýgumlara süýgeşiklik häsiýetini berýär, şol sebäpli toýunsow jynslara (çygly ýagdaýynda) uly möçberli galyndyly ýarsma (deformasiýa) mahsusdyr.

Düwürleýin baglanyşyk adatça ynsanly (çetwertik) döwrüň toýunsow jynslarynda bolýar. Gadymy toýunsow jynslaryň baglanyşygy sementli baglanyşyga golaýdyr. Olaryň berkligi, ötüşen kolloidleriň gatanlygy sebäpli, ýaş jynslaryňkydan onlarça esse köpdür we ep-esli durnuklydyr.

3.2. Teýgumlaryň teksturasy

Tekstura - teýgumlary düzýän zireleriň - minerallaryň ýerleşiş kadasydygyny öň belläpdik. Teksturasyna görä teýgumlaryň häsiýetleri gyradeň (izotrop) ýa-da ugurlaýyn (anizotrop) bolýar.

Türkmenistanyň çökündi jynslarynyň teksturalaryny birnäçe toparlara bolmek bolar:

- arakesmeli (tygaly) çökýän çökündileriň teksturasy (galyň gatlakly, ýuka gatlakly, gytak gatlakly teksturalar);

- toýunsow jynslaryň guranda jaýrylmagy bilen bagly teksturalar (takyrlaryň gyrmançaly, jaýrykly teksturasy);

- giçki özgeriş teksturalary. Bu teksturalar jynslar emele gelenden soň döreýärler. Muňa toýunsow toprak gatlagynda we lýosjymak teýgumlarda köp duşýan, dikligine gidýän şahaly öýjükler: dürli mör-möjekleriň hinjagazlary, guran ösümlikleriň kökleri çüýränden soň emele gelen boşluklar we başgalar mysaldyrlar;

- ýel süýşüren çägeleriň tygasyz gyradeň teksturasy we ş.m.

Inžener geologiýasynda teksturanyň ähmiýeti teýgumlaryň dürli ugurlar boýunça dürli häsiýetlere eýe bolýanlygy ýa-da bolmaýanlygy bilen baglydyr.

Tygaly jynslarda tyga bilen ugurdaş tarapa suw süzdürijilik uludyr, berklik weli pesdir. Edil şol häsiýetleriň üýtgewi tygany dik kesýän ugurda tersinedir. Jandarlar we ösümlikler tarapyn döreýän giçki özgeriş teksturasy, toýunsow jynslaryň öl bolup, guramagy bilen bagly jaýryklaýyn teksturalar jynslarda dikligine gowşaklyk,

gowalçlyk döredýär, suw süzdürijiligi artdyrýar, berkligi peseldýär. Keseligine şol häsiýetler tersine üýtgeýärler.

Gyradeň teksturaly ýel süýşüren çägeleriň häsiýetleri islendik ugur boýunça bir kybapdaşdyr.

Häzirki döwre çenli teksturany mukdarlaýyn öwrenýän usul ýok. Teksturanyň aýratynlygy diňe ýazgy üsti bilen beýan edilýär.

4. Teýgumlaryň zire (granulometrik) düzümi

4.1.Teýgumlaryň zire düzümi we onuň kesgitleniş usullary

Dagynyk (dispers) teýgumlar dürli möçberli, pormuly we madda düzümli böleklerden, bölejiklerden (zirelerden) düzülýär. Teýgumuň düzüm bölekleriniň möçberleri ençeme metrden mm-iň ülüşlerine çenli bolýar. Teýgumuň şol düzüm böleklerine möçberine garamazdan, şertleýin **zire** diýilýär we teýgumuň düzümi **zire düzümi** diýlip atlandyrylýar.

Zire düzümi (könelişen adalga – „mehaniki düzüm“) – teýgumy düzýän dürli möçberli bölejikleriň deňeşdirme mukdarydyr. Zire düzümi teýgumlaryň süýgeşiklik, öýjüklilik, şüýşmä garşylyk, gysylma ukyby, çişme, ýygrylma ukyplary, kapillýarlar boýunça ýokary galyş, suw süzdürijilik ýaly häsiýetlerine düýpli täsir edýär. Zire düzüminiň üýtgewi teýgumuň häsiýetleriniň üýtgewine getirýär. Mysal üçin, eger arassa çagylyň suw süzdürijiligi ýokary, çäganiňki pes bolsa, toýnuňky - nola golaý diýen ýalydyr.

Zire düzümi iş ýüzünde möhüm ähmiýete eýe bolup, şu meseleleri çözmek üçin zerurdyr:

1) teýgumlary zire düzümi boýunça synplamak;
2) baglanyşyksyz gowşak teýgumlaryň (esasan çägeleriň) suw süzdürijiligini ýasama (empirik) formulalaryň üsti bilen hasaplamak;
3) teýgumlaryň ýollaryň emeli düşegi, gumdan galdyrylýan gaçylar, bentler üçin ýaramlylygyna baha kesmek;
4) buraw guýularyna goýulýan süzgüçleriň öýjük-deşikleriniň amatly diametrlerini hasaplamak;

5) suw bentlerinde, hendekleriň diwarlarynda we ş.m. teýgumlarda süzülme zerarly hokurdanlaşma döreme howpuna baha kesmek we terslin süzgüçleri hasaplamak;
6) teýguma gurluşyk materialy hökmünde baha kesmek (kerpiç guýmak, betona garmak we ş.m.).

Zire düzümini kesgitlemek üçin zire derňewi (granulometrik analiz) geçirilýär. Zire derňewinde möçberleri boýunça biri-birilerine golaý bolan bölejikleriň (zire parçalarynyň) mukdary kesgitlenýär. Şol zireleriň möçberleri olaryň ortalaşdyrylan diametri görnüşde kesgitlenýär we mm-de aňladylýar.

Şu wagta çenli dagynyk teýgumlaryň zire düzümini kesgitlemegiň köpsanly usullary işlenip düzüldi. Olary şeýle toparlara bölüp bolar.

1. Daşyndan synlap kesgitleme usulynda teýgumlar daşky keşbi, düzümi boýunça öňden belli etalon nusgalar bilen deňeşdirilýär. Bu usul adatça meýdan şertlerinde ulanylýar.

2. Meýdan şertlerinde ulanylýan Filatowyň - Rutkowskiniň usullary. Bu usullar boýunça toýunsow teýgumlaryň ady olaryň suwda çişmek derejesi boýunça kesgitlenýär.

3. Eleme usulynda teýgumlar digirleri sürtülip ýazylandan soň, elekler toplumynda elenýär. Bu usul çäge, ownuk çagyl, käte iri kirşen parçalaryň mukdaryny kesgitlemek üçin örän giňden ulanylýar.

4. Gidrawlik usullar. Bu usullar teýgumuň düzümindäki 0,1mm-den kiçi zireleri parçalara bölmek üçin ulanylýar we dürli möçberli zireleriň dürli tizlik bilen aşak çökýänligine esaslanýar. Bu usullary 2 toparça bölüp bolýar:

4.1. Hereketsiz suwda durlama usullary: Sabaniniň, Atterbergiň, Wilýamsyň usullary. Häzirki döwürde Sabaniniň durlama usuly ulanylýar;

4.2. Zireleri akýan suwuň kömegi bilen parçalara bölmek (Şenäniň usuly).

5. Üznüksiz usullardan aşakdakylar aýratyn bellenmäge mynasyp:

5.1. Bulandyrylan suspenziýadan (bulanyk suwdan) yzygiderli nusga almak – damdyrgyç usuly. Bu usul Türkmenistanda örän giňden ulanylýar.

5.2. Suspenziýadan çöküp duran zire parçalarynyň agramyny gös-göni ölçemek usuly (Swen-Odeniň usuly we başg.).

5.3. Bulandyrylan suspenziýadaky zireleriň yzygiderli çökmegi zerarly dykyzlygyň ýa-da gidrostatik basyşyň üýtgewine esaslanan usullar (areometrik usuly we Bigneriň usuly).

Inžener-geologlaryň 1940-njy we 1957-nji ýyllarda bolup geçen Maslahatlarynda teýgumlaryň zire düzümi köpçülikleýin kesgitlenende esasy zire derňewleri hökmünde eleme we areometrik usullaryny ulanmak hödürlendi. Bu usullar boýunça ýörite standart TDS-12536-79 hem işlenip düzüldi. Şol resminamada zire düzümini kesgitlemek üçin eleme, areometrik we damdyrgyç usullaryny ulanmak hödürlenilýär.

Türkmenistanda sebitleýin işlerde we taslama üçin geçirilýän inžener-geologik gözleglerde teýgumlaryň zire düzümi eleme we damdyrgyç usullary bilen kesgitlenýär. Bu usullaryň doly ýazgylary TDS-12536-79 resminamada we dürli kitaplarda we gollanmalarda berilýär.

Teýgumlaryň zire derňewine taýýarlanylyşy giňişleýin garalmaga mynasypdyr.

Çägeleri we toýunsow jynslary düzýän gaty bölejikler minerallaryň, dag jynslarynyň zirelerinden, deslapky bölejikleriň biri-birilerine ýelmeşip, tokga tutan agregatlaryndan (digirlerinden) hem bolup bilýärler. Bu dürli möçberli digirler (agregatlar) digirleşme (koagulýasiýa), sementleşme, gaýtadan kristallaşma prosesleriň netijesinde döräp bilýärler. Toýun zireleriniň digirleri derňew üçin ýasalan suspenziýada hem döräp bilýärler (erän duzlaryň elektrolitleriniň täsiri zerarly).

Zire derňewi wagty suwda durnuksyz agregatlar has ownuk digirlere ýa-da asyl zirelere bölünýärler, suwda durumly digirler öňki möçberinde galýarlar.

Agregatlaryň döremegi, şol sanda derňew wagty döremegi, zire derňewiniň netijelerine täsir edýär – has ownuk zireleriň çykymyny azaldýar, uly möçberli zireleriň çykymyny köpeldýär. Bu bolsa parçalaryň hakyky mukdaryny ýoýýar, dag jynslarynyň adynyň nädogry kesgitlenilmegine sebäp bolýar.

Dag jynslarynyň agregatlaryny deslapky zireleriň möçberine çenli dargatmak niýeti bilen olar üç hili usul bilen zire derňewine taýýarlanylýar:

1. Dispers usuly. Bu usulda dag jynslarynyň agregatlary aňrybaş ownuk (asyl) derejä çenli mehaniki we himiki taýdan işlenip dargadylýar. Teýgum ilki sokuda sürtülip owradylýar, soňra duz kislotasynyň ergininde garylyp ýuwulýar. Eger organiki

maddalaryň garyndysy bar bolsa, onda alnan nusga wodorodyň perekisi bilen işlenýär.

2. Ýarymdispers usulda teýgumy tebigy-elementar derejä çenli bölmek üçin suwda durnuksyz digirler mehaniki we fiziki taýdan işlenilýär. Bu usulda dag jynsy derňewden öň suwda ezip ýumşadylandan soň gaýnadylýar, soňra stabilizirleýji (durnuklandyryjy) we dargadyjy (ammiak, natriniň pirofosfaty we beýl.) garylýar. Himiki düzümi üýtgedýän goşundylar bu usulda ulanylmaýar. Köpçülikleýin geçirilýän inžener-geologik gözleglerde esasan şu usul ulanylýar.

3. Agregat (mikroagregat) ýa-da digirleýin usulda dag jynsy mehaniki taýdan hem, himiki taýdan hem özgerdilmeýär. Bar taýýarlyk alnan nusgany suwda ezmäge we el bilen ownadylmaga (owulmaga) syrykdyrylýar. Şeýle taýýarlyk diňe teýgumlaryň mikroagregat düzümini öwrenmek üçin goşmaça usul görnüşde seýrek ulanylýar (yzgarlanda çökýän teýgumlar, topraklar öwrenilende we ş.m.).

4.2.Zireleriň möçberleýin parçalary

Eger-de teýgumuň düzümindäki bölejikleri (zireleri) bir meňzeş möçberli toplumlara bölseň, onda olaryň köp häsiýetleri hem meňzeş bolýar (boşluk-öýjükliligi, gysylmak ukyby, suw geçirijiligi we ş.m.). Möçber diýip, bu ýerde bölejikleriň daşky sypatyna (togalaklygyna, ýasylygyna, süýnmekligine) garamazdan, olaryň ortalaşdyrylan diametri göz öňünde tutulýar.

1-nji tablisa

Inžener-geologik maksatlar üçin zireleriň parçalara bölünişi

<table>
<tr><th>T.B</th><th>Zireleriň möçberi, mm</th><th colspan="2">Parçalaryň ady</th></tr>
<tr><td>1.</td><td>> 200</td><td>Harsaň daşlar</td><td rowspan="3">Iribölek parçalar</td></tr>
<tr><td>2.</td><td>200 – 40</td><td>Iri çagyl</td></tr>
<tr><td>3.</td><td>40 – 2</td><td>Ownuk çagyl</td></tr>
<tr><td>4.</td><td>2 - 0,05</td><td colspan="2">Çäge zireleri</td></tr>
<tr><td>5.</td><td>0,05 - 0,002</td><td colspan="2">Kirşen (tozan) zireleri</td></tr>
<tr><td>6.</td><td>< 0,002</td><td colspan="2">Toýun zireleri</td></tr>
</table>

Iribölek parçalar daşa dönen dag jynslaryň öwnukly-irili böleklerinden düzülip, ýokary suw geçirijiligi, berkligi, agramdan juda az gysylýanlygy we durnukly häsiýetleri bilen tapawutlanýarlar.

Çäge zireleri düzümi boýunça mineral bölejikleridirler. Olar möçberine baglylykda azda-kände kapillýar häsiýete eýedirler, durnukly agramda az gysylýarlar, sarsgynly agramda gysylmagy ýokarlanýar.

Kirşen zireleri suwy az we kynlyk bilen geçirýärler, agramdan gysylmagy, berkligi çyglylygyna bagly, kapillýarlygy bar, süýgeşikligi ýok diýen ýalydyr.

Toýun zireleri diňe toýun minerallaryndan düzülendirler. Olaryň häsiýetleri öňki agzalanlaryňkydan düýpgöter üýtgeşikdir. Olar ýokary işjeňligi (az mukdarda bolsa-da köp täsirliligi), suw geçirmezligi, suwy özünde saklap, yzyna bermezligi, ýokary kapillýarlygy, süýgeşikligi, suwda çişip bilmegi, berkliginiň, gysylmak ukybynyň örän uly derejede çyglylygyna baglylygy, bölejikleriň biri-birine ýelmeşip, tokga tutup bilmegi, häsiýetleriniň durnuksyzlygy we ş.m. bilen tapawutlanýarlar.

Agzalan zire parçalarynyň atlary, möçber çäkleri aýry-aýry işlerde kitaplarda, gollanmalarda başgaça bolup biler (dürli pudaklaryň teýgumlaryň zirelerine bildirýän talaplaryna görä).

4.3.Dagynyk teýgumlar synpynyň Türkmenistanda zire düzümi boýunça toparlanyşy

Oňki SSSR-de we soňra Russiýa Federasyýasynda ulanylýan synplamalar boýunça toýunsow teýgumlar görnüşlere süýgeşiklik sany boýunça bölünýärler. Bu resminamalar ulanylanda Türkmenistanyň teýgumlarynyň kaolinitli, gidroslýudaly düzümi, pes kolloid işjeňliligi, kirşenliligi we duzlulygy sebäpli näsazlykly kynçylyklar döreýärdi. Zire düzümi boýunça (Ohotiniň synplamasy, 1940) at berlen toýunlar süýgeşiklik sany boýunça topura, topur – gumbaýraga, gumbaýrak – çägä geçmegi zerarly teýgumlar özüne mahsus bolan häsiýetlerinden jyda düşýärdiler. Dagynyk teýgumlar synplananda döreýän bu näsazlyklary aradan aýyrmak üçin ýurtda öňki ulanylýan TDS-25100-95 standarta goşmaça hökmünde aýratyn sebitleýin synplama işlenip düzüldi we ol “Türkmenstandartlary” Baş döwlet gullugy tarapyndan tassyklandy we 2003-nji ýyldan başlap “TDS 609-2003”. Teýgumlar dagynyk. Toparlama” at bilen işe girizildi. Resminama diňe bir synpa (dagynyk teýgumlar synpyna) degişli bolany üçin onda “toparlama” diýen adalga ulanyldy. Şu ýerde şol standartyň esasy tablisalaryndan iki sanysy gysgaldylan görnüşde getirilýär (2-nji we 3-nji tablisalar).

2-nji tablisa

Dagynyk teýgumlaryň adyny kesgitlemek üçin
ulanylýan resmi toparlama (TDS 609-2003)

Teýgumuň ady	Esasy şert (dürli bölejikleriň agramy boýunça mukdary, %)
1. Harsaň teýgumy	Eger diametri 200 mm-den uly bolan bölekleriň agramy > 50% bolsa
2. Iri çagyl teýgumy	Eger d > 10 mm bölekleriň agramy > 50% bolsa
3. Ownuk çagyl teýgumy	Eger d > 2 mm > 50% bolsa
4. Çägeler	Eger d < 2 mm bölejikleriň agramy > 50% we 0,002mm-den kiçi bölejikleriň agramy 3%-den az bolsa
Şol sanda:	
4.1. Daşly çäge	Eger d > 2 mm bölejikler > 25% bolsa
4.2. Iri çäge	Eger d > 0,5 mm bölejikler > 50% bolsa
4.3. Aram möçberli çäge	Eger d > 0,25 mm bölejikler > 50% bolsa
4.4. Ownuk çäge	Eger d > 0,1 mm bölejikler > 75% bolsa
4.5. Kirçenli çäge	Eger d > 0,1 mm bölejikler < 75% bolsa

Bellik: 2-nji tablisa boýunça teýgumuň ady kesgitlenende esasy şert ýokardan aşaklygyna barlanýar.

Toýunsow dag jynslaryny biri-birinden aýyl-saýyl etmek (seljermek) üçin Türkmenistanda uzak wagtdan bäri W.W.Ohotiniň synplamasy ulanylyp gelinýär. Aşakda şol synplamanyň esasynda işlenip düzülen TDS 609-2003 resminamadan göçürme getirilýär.

3-nji tablisa

Toýunsow teýgumlaryň adynyň kesgitlenilişi

Teýgumuň ady	**Toýun bölejikleriň (d < 0,002 mm) % hasabyndaky mukdary**
1. Toýun	> 30
2. Topur	10 – 30
3. Gumbaýrak	3 – 10
4. Çäge	< 3

4.4.Teýgumlaryň zire düzüminiň çyzgylaryň üsti bilen aňladylyşy

Dagynyk teýgumlaryň zire derňewiniň netijeleri dürli parçalaryň göterimde aňladylan mukdary görkezilen tablisalarda berilýär. Emma tablisada berlen zire düzümiň görnetin äşgärligi bermeýänligi üçin bu usul ýeterlik bolmaýar. Şol sebäpli inžener-geologik barlaglarda teýgumlaryň zire düzümleri goşmaça çyzgy (grafik) üsti bilen aňladylýar. Iş ýüzünde şeýle çyzgylaryň 2 görnüşi ulanylýar: üçokly çyzgy we ýarymlogarifmik çyzgy.

Üçokly çyzgy (üçburçlyk - çyzgy) zire parçalarynyň üçüsini bir nokadyň üsti bilen şekillendirmäge mümkinçilik berýär (3-nji surat). Bu usul deňtaraply üçburçlukda üçburçlugyň islendik nokadyndan taraplara göýberlen perpendikulýarlaryň (dikanlaryň) jemleriniň beýiklige deň bolýanlygyna esaslanandyr. Bu usul onlarça, ýüzlerçe teýgum – nusgalarynyň zire düzümi boýunça birmeňzeşligini aýdyňlaşdyrmaga, şeýle-de barlanýan teýgumuň amatly garnuwa golaý-daşlygynyň san bahasyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Zire düzümini üçokly çyzgyda ýeke-täk nokat görnüşde görkezmek üçin hemme parçalar 3 topluma birikdirilýär. Adatça şol toplumlara çäge parçalary (2-0,05mm), kirşen parçalary (0,05-0,002mm) we toýun parçasy (<0,002mm) jemlenýärler.

Zire parçalarynyň gönüburçly ýarymlogarifmik oklarda gurulýan jemleýji egrisi has köp ulanylýar. Bu usul çägeleriň we toýunsow jynslaryň zire düzümi boýunça

dürlülik koeffisiýentini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Jemleýji egrini gurmak üçin iň kiçi zire parçalaryndan başlap, olaryň belli bir möçberden kiçileriniň göterimleýin mukdary yzygiderli jemlenýär. Jemleýiş jem uly parçany öz içine alyp 100%-e ýetýänçä dowam edilýär.

Aşakda zire düzüminiň tablisa görnüşinde berlişine, tablisadaky maglumatlaryň üçokly çyzgysy we jemleýji egri çyzygy gurmak üçin taýýarlanyşyna mysallar getirilýär (4-nji tablisa a, b, ç).

4-nji tablisa

Teýgumlaryň zire düzüminiň tablisa görnüşini we onuň
üçokly çyzgysyny we jemleýji egrisini gurmak
üçin taýýarlanylyşynyň mysaly:

a) zire düzüminiň tablisa görnüşi:

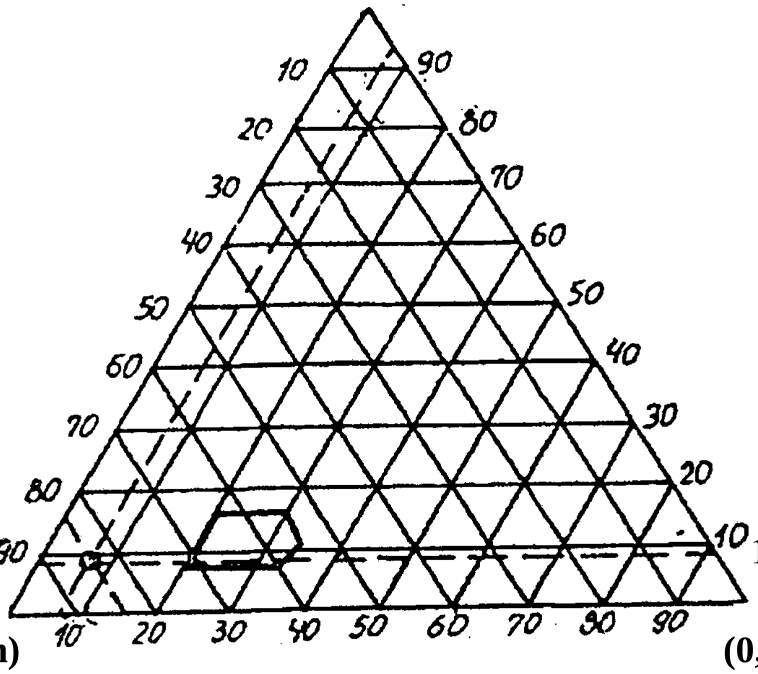
Zire düzümi, %								
Zire parçalarynyň möçberleri, mm								
10-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,002	<0,002
0	0	3,2	6,0	65,5	9,3	2,8	4,2	9,0

b) şol nusganyň zire düzümini üçokly çyzgyda görkezmek üçin parça toplumlaryna jemlenişi

Çäge parçalary, 2-0,05mm,%	Kirşen parçalary, 0,05-0,002mm,%	Toýun parçasy, <0,002mm,%
3,2+6,0+65,5+9,3=84,0	2,8+4,2=7,0	9,0

ç) şol nusganyň zire düzümini jemleýji egrini gurmak üçin taýýarlanyp jemlenişi

Zire parçalarynyň toplumlarynyň jemlenen düzümi, %								
Zire parçalarynyň möçberleri, mm								
<10	<2	<1	<0,5	<0,25	<0,1	<0,05	<0,01	<0,002
–	–	100	96,8	90,8	25,3	16,0	13,2	9,0



2-nji surat. Teýgumlaryň zire düzümini şekillendirýän üçburçly çyzgy

Jemleýji egrini ýarymlogarifmik masştabda gurmak üçin kese okda zireleriň möçberleriniň onluk logarifmleri görkezilýär. Dik okda zire parçalarynyň jemlenen mukdary göterim hasabynda berilýär. Zire düzüminiň jemlenen çyzgylary köplenç çägesöw, käte toýunsow teýgumlaryň zire düzümi boýunça dürlülik koeffisiýentini tapmak üçin ulanylýar (3-nji surat).

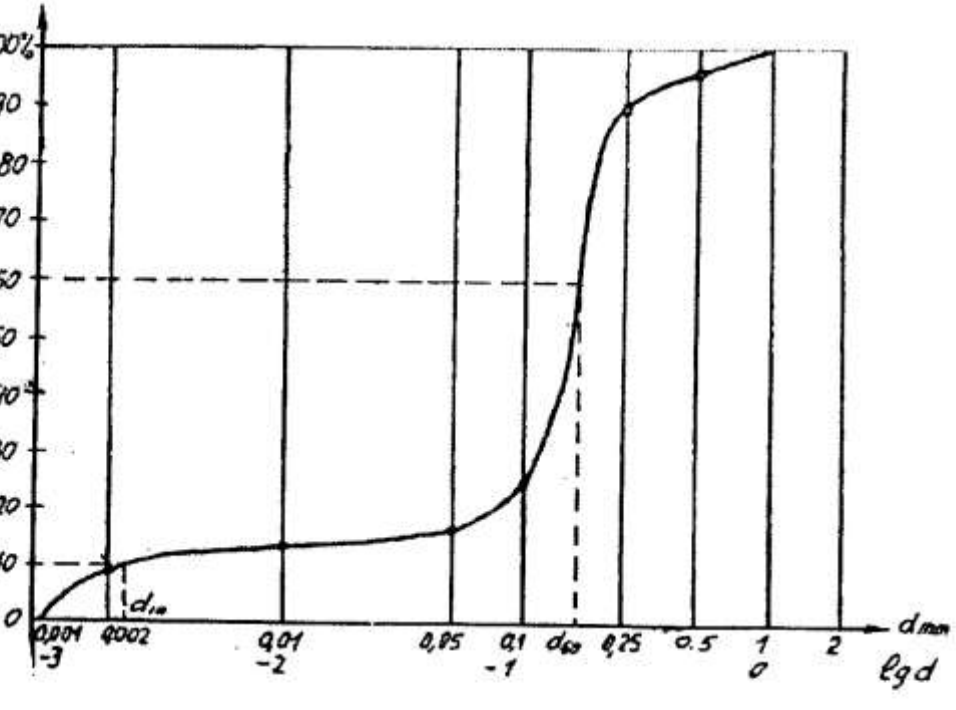
Dürlülik koeffisiýenti (C_u) şeýle formula bilen kesgitlenilýär:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}}, \qquad (1)$$

bu ýerde:

d_{60} we d_{10} - hersi öz gezeginde, teýgumdaky bölejikleriň (zireleriň) özünden kiçileriniň agramy boýunça mukdary 60% we 10% bolan ýagdaýyndaky diametrleri.

Bu diametrleri tapmak üçin jemleýji egriniň 60%-e we 10%-e gabat gelýän nokatlaryndan kese oka perpendikulýar göýberilýär. Logarifmik masştabda gurlan oka düşen nokatlar boýunça agzalan diametrleri tapmak üçin ilki bilen şol diametrleriň logarifmlerini şeýle formulalar bilen anyklap bolýar:



3-nji surat. Zire düzüminiň ýarymlogarifmik çyzgysy

$$\lg d_{10} = \frac{L_{10}}{40} \text{ we } \lg d_{60} = \frac{L_{60}}{40},$$

bu ýerde:

L_{10} we L_{60} - hersi öz gezeginde, jemleýji egriniň 10%-lik we 60%-lik mukdarda kese oka düşen nokady bilen logarifmiň çep tarapdaky bitin san böleginiň aralygy, mm-de;

40 – kese okda logarifmiň her bitin san bölegi üçin alnan aralyk (bu ýerde ol 40mm-e deň diýlip alynýar).

d_{10} we d_{60} görkezijileriň hut öz bahalary soňra Bradisiň tablisasy ýa-da kalkulýator boýunça tapylýar. Garalan mysalymyzda

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{0{,}18\text{mm}}{0{,}0022\text{mm}} = 81{,}8$$

Eger çägelerde $C_u \le 3$ we toýunsow jynslarda $C_u \le 5$ bolsa, teýgum birmeňzeş düzümli hasaplanylýar. Eger-de $C_u > 3$ (çägelerde) we $C_u > 5$ (toýunsow jynslarda) bolsa, teýgumlaryň zire düzümi dürli diýilýär. Biziň mysalymyzdaky gumbaýragyň dürlüligi örän ýokarydyr ($C_u >> 5$).

5. Teýgumuň düzüminde gazlar, suwuk we janly jisim

5.1. Teýgumuň düzüminde gazlar

Teýgumuň düzümindäki gazlar olaryň häsiýetlerine ep-esli derejede täsir edýärler. Olar beýleki düzüm bölekleri bilen özara täsirleşip, teýgumda bolup geçýän fiziki-himiki proseslere (turşama, gaýtarma, ereme) gatnaşýarlar. Teýgumuň düzüminde gazlaryň toplanmagy (mysal üçin, ýokarky gatlaklaryň dykyzlaşmagy netijesinde) onuň içinde öýjük basyşynyň döremegine sebäp bolup, berkligi peseldip bilýär.

Gazyň täsiri ýerasty suwlaryň derejesinden ýokarda-howaly zolakda uly bolýar, bu ýerde gazlar öýjükleriň, jaýryklaryň göwrüminiň belli bölegini tutýarlar. Edil şu ýerde gazlar dürli prosesleriň, şol sanda himiki weýranlaşmanyň ösmegine işjeň gatnaşýarlar.

Teýguma gazlar atmosferadan geçýärler. Teýgum gatlaklarynyň we atmosferanyň arasynda üznüksiz gaz çalşygy bolup geçýär. Bu çalşykda diffuz prosesleri, temperaturanyň, basyşyň üýtgewi, ýagynyň, ýerüsti suwlaryň siňmegi uly orna eýe bolýar. Käbir gazlar teýgumuň özünde biologik prosesleriň netijesinde hem döräp bilýär. Atmosfera bilen teýgumuň arasynda gaz çalşygynyň üznüksiz bolup geçýänligine garamazdan teýgumdaky gazyň düzümi howanyň düzüminden tapawutlydyr. Teýgumdaky gazlaryň düzüminde kömürturşy gazyň (CO_2-niň) mukdary ýokarydyr, kislorodyňky – azdyr. Howada CO_2-niň mukdary 0,03% bolsa, teýgumuň öýjüklerinde onuň mukdary 10%-e ýetip bilýär. Teýgumdaky howa bilen atmosferanyň howasynyň arasyndaky bu tapawut, teýgumda güýçli derejede bolup geçýän proseslerde (turşama we ş.m.) kislorodyň harçlanmagy we CO_2-niň bölünip çykmagy bir wagtda bolup geçýänligi bilen baglydyr. Teýgumda CO_2-niň, esasan hem kömürturşy gazyň ergin görnüşde bolmagy ýerasty suwlaryň iýijilik häsiýetlerini, karbonat saklaýan minerallaryň eremegini güýçlendirýär. Mundan başga-da CO_2 gaýtarma prosesine gatnaşýar, minerallaryň turşy görnüşini kem turşa öwürýär. Minerallaryň we organiki maddanyň turşama prosesi hem kislorodyň işjeň gatnaşmagynda bolup geçýär.

Teýgumdaky gazlaryň düzümi ol ýerde bolup geçýän proseslere şaýatlyk edip biler: kislorodyň, azotyň, kömürturşy gazyň bar ýerinde turşama bolup geçýär; uglewodorodlaryň, kükürtli wodorodyň bar ýerleri gaýtarma prosesine mahsusdyr. Eger dag jynsy gazyny ýitirse, mysal üçin, ondan kömürturşy gaz çyksa, onda karbonat deňagramlylygy ýitýär, gidrokarbonatlar karbonata geçip, aşak çökýärler we

jynsy sementleýärler. Gatlakda kömürturşy gazyň artmagy karbonat sementiniň eräp, dargamagyna getirýär.

Teýgumuň düzümindäki gazyň iň wajyp düzüm bölegi bolup suwuň bugy hyzmat edýär. Onuň teýgumdaky mukdary howadakydan birneme ýokarydyr. Suwuň bugy teýgumuň iň aňsat hereket edýän düzüm bölegidir. Onuň hereketi teýgumuň aýry-aýry gatlajyklarynda buguň maýyşgaklygynyň dürlüligi ýa-da temperaturanyň gradiýentiniň barlygy sebäpli bolup geçýär. Bu proses bilen bir tarapdan teýgumuň doňýan ýerinde ýa-da buglaryň goýalyp damja öwrülýän (kondensasiýa) ýerinde çyglylygyň ýokarylygyny düşündirip bolýar. Teýgumuň käbir ýerlerinde bug birmeňzeş temperaturada hem zireleriň daş keşbine baglylykda hereket edip bilýär. Bu proses W. Tompsonyň deňlemesine laýyklykda bolup geçýär: suwuň buglary güberçek üstlerden oýuk ýa-da tekiz üstlere tarap hereket edýärler.

Bug görnüşli suw teýgumdaky suwuň beýleki görnüşleri bilen hemişelik deňagramlylyk saklaýar. Eger buglar doýgun ýagdaýa geçseler, olar goýalyp damja öwrülip bilýärler. Şu usul bilen dörän suwlar mineral zireleriň üstüne ýapyşýarlar ýa-da jaýryklaryň, öýjükleriň iň dar ýerlerinde toplanýarlar. Doýgun bugdan dörän damjalar ownuk çägelerde kapillar baglanyşyklary döredip bilýärler, olar guraksy zolakdaky çöl ösümliklerine zerur çygy yzygiderli berýärler (Garagum çägesi). Süýji suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde adamlar gadymy döwürden bäri iri öýjükleri (gowalçylyklary) emele getirýän daşy ýylmanak daş üýşmekleriniň (diňleriň) kömegi bilen agyz suwuny howadan toplap almany başarypdyrlar (şol sanda Garagum çölünde).

Gazlar teýgumda dürli ýagdaýda saklanyp bilýärler: erkin, adsorbirlenen (üstleýin sorulan) we gapjalan ýagdaýlarda. Teýgum suwlarynda gazlar ownujak düwmeler we erän görnüşde duşýarlar. Gazlar görnüşine baglylykda teýgumlaryň häsiýetlerini üýtgedip durýarlar.

Çyglylygy az teýgumlarda (aňrybaş gigroskopik çyglylykdan pes bolanda) gazlaryň aglaba bölegi adsorbirlenen görnüşde bolýar, ýagny mineral zireleriň üstüniň ýakyn golaýynda molekulýar güýçler bilen saklanýar. CO_2, soňra N_2, O_2 we H_2 ýaly molekulalar has berk ýapyşýarlar. Teýgumuň düzümine, çyglylygyna baglylykda adsorbirlenen gazyň her 100g teýguma düşýän göwrümi 1-iň ülüşlerinden 15sm^3-e çenli ýetip bilýär. Adsorbirlenen gaz zireler tarapyndan örän berk saklanýar, ony diňe teýgum yzgarlanda suw gysyp çykaryp bilýär. Gysylyp çykarylan gaz adatça atmosfera gidýär. Eger gysylyp çykarylýan gazyň atmosfera tarap gitjek ýoly ýapyk bolsa, gaz gapjalan ýagdaýda galyp bilýär (mysal üçin, palçykdan guýulyp ýasalýan

bentler ýokarysyndan dykyzlaşdyrylanda). Gapjalan gaz suwuň aşagyndaky läbiklerden mikrobiologik proplesleriň netijesinde bölünip çykýan gazlardan hem döräp bilýär. Gapjalan gazlar teýgumuň jümmüşinde öýjük basyşyny döredip bilýär. Gapjalan gazlaryň ummasyz köp mukdarda toplanan ýerlerine tebigy gazlaryň ýataklary mysal bolup bilýärler.

Teýgumlarda gapjalan gazlaryň bolmagy olaryň häsiýetlerine uly täsir ýetirýär. Külke dagynyk jynslarda gapjalan gazlar öýjük basyşyny artdyrýarlar, kapillýarlary we ownuk öýjükleri baglaýarlar, netijede olar suw süzdürijiligi peseldýärler, teýgumlaryň agram astynda çökmek prosesini haýalladýarlar. Şol sebäpli gapjalan gaza baý teýgumlaryň üstünde gurlan jaýlar köp ýyllaryň dowamynda çökmegini dowam edip bilýärler. Iribölekli jynslardan gurlan guýma düşekleriň, gaçylaryň, bentleriň düýbünde gapjalyp galan gazlar belli şertlerde böwsülip çykyp desganyň ýumrulmagyna sebäp bolup bilýärler.

Düzüminde kislorod, käte kömürturşy gazy saklaýan ygalyň, suwaryş suwlarynyň ýere siňmegi hem teýgumlara täsir edýär. Bu gazlaryň ikisi hem teýgumlaryň beýleki düzüm bölekleri bilen aňsat özara täsirleşýärler we netijede turşama, ereme döredip bilýärler. Bu prosesleriň täsiri ýeriň ýüzüne golaý ýerlerde (adatça turbalaryň, kabelleriň we ş.m. gömülýän çuňluklarynda) juda işjeň bolup, aşak gitdigiňçe gazlaryň teýguma täsiri kem-kemden gowşaýar.

5.2. Suwuk jisim

5.2.1.Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleri. Erkin suw. Kapillýar suw

Dag jynslarynyň içinde suw aşakdaky esasy görnüşlerde duşýarlar: 1. Erkin suw; 2. Kapillýar suw; 3. Fiziki bagly suw; 4. Himiki bagly suw; 5. Bug görnüşli suw; 6. Buz görnüşli suw. Bu suwlar özleriniň mukdary, durnuklylygy, fiziki häsiýetleri, teýguma bolan täsirleri bilen biri-birilerinden tapawutlanýarlar.

Erkin suw diýlip, diňe dartyş güýjüniň (agramyň) we basyşyň täsiri bilen hereket edýän suwlara aýdylýar. Mysal üçin, guýynyň çöwlügine tarap syrygyp gelýän suwlar. Bu hili suw çagyldan, çägeden düzülen suwly gatlaklarda duşýarlar.

Bu suwlary öwrenmek ýerasty desgalara, gurluşyk gazmalaryna we ş.m. akyp baryp biljek ýerasty suwlaryň mukdaryny kesgitlemek, ýerasty suwlaryň näçe bölegini çykaryp alyp boljakdygyny bilmek üçin gerek bolýar.

Kapillýar suw teýgumdaky kapillýar boşluklary dolduryp duran suwdur. Olar ýeriň dartyş guýjüne-de, kapillýar güýçlere hem boýun egýärler. Kapillýar güýçler dartyş güýjünden agdyklyk eden wagtynda bu suwlar aşakdan ýokary hem hereket edip bilýärler. Kapillýar suwlar toýunda, topurda, gumbaýrakda, şeýle-de az-owlak derejede kirşenli we ownuk çägelerde duşýarlar. Kapillýar suwy öwrenmek ýerasty suwuň kapillýarlar bilen näçe ýokary galyp biljegini we ýerasty suwlaryň howply (kritiki) çuňlugyny kesgitlemek üçin, ýeriň şorlanmasynyň öňünden hasabyny geçirmek üçin ulanylýar.

5.2.2. Fiziki bagly suw

Fiziki bagly suw (ýapyşak we örtük suwlary) dartyş, basyş güýçlere boýun egmän, diňe kolloid we toýun bölejikleriniň üstki energiýasy arkaly saklanýar. Şonuň üçin bu hili suw diňe toýunsow jynslara mahsusdyr. Bu suwuň baglanyp saklanmagynyň düýp sebäbi toýun we kolloid bölejiklerinde otrisatel zarýadyň barlygyndadyr. Bu zarýad her bölejigiň daşynda ikigat elektrik meýdanyny döredýär. Birinji gat daşyna suwuň dipollaryny (ugrukdyrylan molekulalaryny) ýygnan kationlary özüne dartýar. Netijede berk ýapyşan (ýapyşak) suw emele gelýär. Bu ýerde suw bilen gaty jisimiň üstüniň arasyndaky dartyş güýji 1000 MPa-a ýetýär. Şonuň üçin bu suwy teýgumdan diňe gyzdyryp (105°C) aýryp bolýar. Daşyndan gury ýaly görünýän toýunsow teýgumda berk ýapyşan suw 2-5% -e çenli mukdarda ýa-da ondan hem köp bolup biler.

Bölejikleriň daşyna üýşen dipolly kationlar otrisatel zarýady doly doýurmaýarlar. Şol sebäpli olaryň hem daşynda gowşak dartylýan-örklenen (diffuz) ýa-da ikinji suw gatlagy emele gelýär. Örklenen suwuň galyňlygy-ýukalygy şol ýerdäki suwuň temperaturasyna, basyşyna, duzlulygyna we ş.m. bagly üýtgäp durýar. Berk ýapyşan suw hereketsizdir. Örklenen suw galyň örtükden ýuka örtüge tarap örän haýal tizlik bilen hereket edip bilýär. Fiziki bagly suw toýunsow teýgumuň köp häsiýetlerine täsir edýär: berkligine, gysylmagyna, süýgeşikligine, çişmegine, gurap jaýryklamagyna, suw geçirijiligine we ş.m.

Fiziki bagly suwuň san bahasyny kesgitlemek üçin 2 görkeziji ulanylýar: aňrybaş gigroskopik suwsygym, aňrybaş-molekulýar suwsygym. Gigroskopik suwsaklaýyşy bilmek üçin teýgum ownudylýar, soňra jaýyň içinde stoluň üstünde serilip guradylýar (bir gije-gündiziň dowamynda). Şondan soň teýgumda galan çyglylyga **aňrybaş gigroskopik suwsygym** diýilýär. Bu çyglylygy kesgitlemek teýgumuň zire dykyzlygyny, zire düzümini öwrenilende zerur bolýar.

Örklenen (diffuz) suw aýratynlykda mukdar taýdan kesgitlenilmeýär. Eger-de ýapyşak we örtuk (diffuz) gatlak suwlary bilelikde göz öňünde tutsaň, olara aňrybaş **molekulýar suwsygym (AMS)** diýilýär. AMS-i öwrenmek üçin teýgumdaky suwuň mukdaryndan erkin (hem-de kapillýar) suwy aýryp, soň çyglylyk tapylýar. Erkin suwy aýyrmak üçin çägede beýik sütünler usuly (метод высоких колонн), toýunsow jynslarda bolsa, suwy siňdirip ýa-da çalt pyrlap aýrylýan usullar (методы влагоемких сред и центрифугирования) ulanylýarlar.

5.2.3. Dag jynslaryndaky suwlaryň beýleki görnüşleri

Himiki bagly suwuň, buzuň, buguň teýguma täsiri Türkmenistanyň şertlerinde onçakly uly däldir.

Himiki bagly suw mineralyň göni himiki düzümine girýär. Muňa mysal bolup zylça hyzmat edip biler ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$), ýagny himiki bagly suw mineralyň-gaty jisimiň jümmüşinde bolanlygy üçin olary suwuk jisime diňe şertleýin goşup bolar. Şol sebäpli bu suw teýgumuň mehaniki häsiýetlerine täsir etmeýär diýen ýalydyr. Teýgumuň çyglylygy resmi usul bilen 105°C çenli gyzdyrylyp kesgitlenende himiki bagly suw göz öňünde tutulmaýar. Emma himiki bagly suw 80°C gyzgynlykda zylçanyň kristallaryndan çykyp ugraýar (dolulykda 180°C-da çykyp gutarýar). Şonuň üçin eger çyglylyk gyzdyrmak usuly bilen (TDS - 5180-84) kesgitlenilýän bolsa, zylçaly teýgumda çyglylyk bolmalysyndan ep-esli artykmaç çykýar.

Bug görnüşli suwuň mukdary teýgumuň düzüminde juda ujypsyzdyr (gaty jisimiň agramynyň 0,01%-den hem azdyr). Şol sebäpli ol teýgumuň häsiýetlerine täsir etmeýär.

Buz görnüşli suw diňe teýgumuň temperaturasy 0°C-a deň bolanda ýa-da ondan hem az bolanda duşýar. Eger çygly teýgum şol temperatura çenli sowasa, onda erkin, kapillýar we örtük suwlary suwuk ýagdaýdan, şertleýin gaty ýagdaýa, has takygy ideal süýgeşik jisime geçýär. Şol sebäpli buz gaty jisime-de, suwuk jisime-de degişli bolman, teýgumy düzýän dördünji - **ideal süýgeşik jisime** degişlidir. Suwuň buza öwrülmegi teýgumuň göwrüminiň 9-11% -e çenli ulalmagyna getirýär. Doňan teýgum doňmadyk bilen deňeşdirilende hemme häsiýetini diýen ýaly üýtgedýär. Esasan hem teýgumuň berkligi, durnuklylygy, umumy çyglylygy üýtgeýär. Doňy çözülen teýgumuň häsiýetleri birden üýtgeýär; esasan hem onuň berkligi peselýär. Bu özgerişler toýunsow jynslarda has uly derejede bolýar. Çäge, çagyl jynslary ilki doňup, soň doňy çözüleni bilen häsiýetlerini az üýtgedýärler.

5.3. Teýgumlarda janly jisim

Teýgumlaryň düzüm bölekleriniň içinde janly organizmler (biota) aýratyn orun eýeleýärler. Biota ýa-da janly jisimler teýgumlaryň iň ýokarky gatlagyny düzýän toprakda we biologik şejereli jynslar bolan torflarda (gemrelerde) we saprofellerde giň ýaýrandyrlar. Topragasty ösümlikleriň we jandarlaryň öwrenilişi pes derejededir.

Biotanyň (janly jisimleriň) düzümine: 1) organiki maddany döredýän ýokary ösümlikler; 2) organiki maddadan iýmitlenýän oňurgasyz we oňurgaly haýwanlar; 3) organiki maddany hem döredip hem ulanyp bilýän mikroorganizmler girýärler.

Ýokary ösümlikler teýgumda ölen (guran) galyndylar, janly kökler, kök önümleri görnüşde duşýarlar. Olaryň umumy göwrümi uludyr. Mysal üçin, her köküň günde kök haltajyklarynyň 10000 kletkasyny ýitirip, 200 km-e çenli köki we 10^8 çenli kök tüýjagazlaryny döredip bilýänligi kesgitlenen.

Dagynyk teýgumlaryň içinden oňurgasyzlaryň (ýagyş gurçuklarynyň, mör-möjekleriň) we oňurgalylaryň (gemrijileriň, köralakalaryň) hinleri terslin - oňlyn geçýärler. Olaryň içinde esasy orun ýagyş gurçugyna degişlidir, olaryň sany topragyň her gektarynda ýüz müňlerçeden millionlarça çenli bolup bilýär.

Mikroorganizmleriň aýratyn topara bölünip çykarylmagynyň sebäbi olaryň möçberleriniň juda kiçiligi bolýar. Bu organizmleri ýönekeý göz bilen görüp bolmaýar, olaryň ortaça möçberleri 0,5-3,0 mkm barabar hasaplanylýar. Emma aýry-aýry mikroorganizmleriň ululygynyň 55 mkm-e (kükürt bakteriýalary), hatda 100 mkm-e (diatom suwotulary) ýetýänleri bar. Ýaşaýyş üçin energiýany olar günüň şöhlesinden däl-de organiki däl birleşmeleriň turşamagyndan, organiki maddalary ulanmakdan alýarlar. Bir gram toprakda mikroblaryň sany birnäçe milliarda ýetýär diýip çaklanýar. Sürülýän ýeriň bir gektarynda olaryň agramy 300kg-dan 3000kg-a çenli ýetýär. Mikroorganizmleriň umumy agramy ýeriň ýüzündäki ähli (iri) jandarlaryň agramyndan 25 esse köpdür.

Ýerasty suwlarda bakteriýalar birnäçe km çuňluga çenli duşýarlar. Olaryň sany her ml suwda onlarça müňden milliona çenli bolup bilýär. Bu sanlar suwuň temperaturasynyň ýokary galmagy bilen azalýar. Ýerasty suwlarda köplenç aerob (kislorodly ýerde ýaşaýan), anaerob (kislorodsyz ýerde ýaşap bilýän), sulfatdikeldiji, metandörediji we başga bakteriýalar duşýarlar. Müçesiniň kiçiligi sebäpli mikroorganizmler geosferanyň hemme ýerinde ýaýrandyrlar (Arktikada,

atmosferanyň ýokary gatlarynda, 3000m aşakdaky ýerasty suwlarda). Umuman alanyňda biosferanyň çäklerini olaryň duşýän ýerleri bilen anyklaýarlar.

Mikroorganizmleriň janynyň berkligi, juda ýowuz şertlere çydamlylygy haýran galarlyklydyr. Olar -7°C-den +90°C temperaturada, pH-y 0,6-a deň bolan şahta suwlarynda hem ýaşap bilýärler. Olar osmos basyşyna hem örän çydamly bolup, 0,1-10% duzly gurşawda, sulfatdikeldiji bakteriýalar 20% duzly köllerde ýaşap bilýärler. Olar 100MPa gidrostatik basyşa çydaýarlar, bary-ýogy birnäçe paskala deň basyşda olar özüni örän gowy duýýarlar. Gaýnap duran duz kislotasynda 20 minutlap ölmän (ýanman), hatda absolýut 0-a golaý temperatura çydap bilýän bakteriýa sporalarynyň (sporowikleriň) barlygy anyklandy.

Mikroorganizmler gurluşyga, inžener-geologik şertlere düýpli täsir edip bilýärler. Ýere gömülen turbalaryň zaýalanmagynyň sebäbiniň 50%-i sulfatdikeldýän bakteriýalar bilen baglydyr. Suwly çägede bakteriýalar bilen bagly döreýän gazlar, sülekeýler teýgumuň süýşmek ukybyny ep-esli artdyryp bilýär. W.W. Radinanyň (1972) barlaglaryna görä mikroorganizmleriň emele getirýän gazlary öýjük nemlerinde 0,4MPa goşmaça basyşy döredip bilýär. Onuň netijesinde gurluşyga örän uly zyýan ýetirip bilýän suwýarsuw hadysasy döräp bilýär.

6. Teýgumlaryň fiziki häsiýetleri

Dagynyk teýgumlaryň esasy fiziki häsiýetlerine çyglylyk, dykyzlyk we öýjüklilik degişli. Bu häsiýetler özara bagly bolup, teýgumlaryň tebigy ýatan ýerindäki we emeli desgalardaky (gaçylardaky bentlerdäki we başg.) fiziki durkuny kesgitleýärler. Esasy fiziki häsiýetleri boýunça toýunsow we çägesöw teýgumlaryň berkligine, ýarsma ukybyna, durnuklylygyna baha berip bolýar. Fiziki häsiýetleriň goşmaça görkezijilerine toýunsow jynslarda ýaýylma görkezijisi, çägelerde dykyzlyk derejesi degişli. Fiziki häsiýetleriň esasy we goşmaça görkezijileriniň sanawy 6-njy tablisada berilýär.

6.1. Teýgumlaryň çyglylygy

Dagynyk teýgumlaryň iň möhüm häsiýetleriniň biri çyglylykdyr. Ol teýgumuň öýjüklerindäki suwuň mukdaryny aňladýar. Öýjükleriniň suwdan doluş derejesine baglylykda toýunsow teýgumlaryň durky, berkligi, ýarsma ukyby, durnuklylygy üýtgäp durýar.

Çyglylygyň san bahasyny aňlatmak üçin adatça agram çyglylygy ulanylýar. Agram çyglylygy (W) (ýa-da gysgaça çyglylyk) teýgumdaky çygyň (suwuň) agramynyň (m_w) gaty bölejikleriň agramyna (m_s) gatnaşygydyr.

5-nji tablisa

Çägesöw we toýunsow jynslaryň fiziki häsiýetleriniň görkezijileri

T/b NN	Görkezijiniň ady	Belgi	Hasaplanyş formulasy	Ölçeg birligi
1	2	3	4	5
1	Gaty (mineral) bölejikleriň dykyzlygy	ρ_s	$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$	g/sm^3
2	Dykyzlyk	ρ	$\rho_s = \frac{m_s + m_w}{V_s + V_ö}$	g/sm^3, t/m^3
3	Gury haldaky dykyzlyk	ρ_d	$\rho_d = \frac{m_s}{V_s + V_ö} = \frac{\rho}{1 + 0{,}01W}$	g/sm^3, t/m^3
4	Suwasty dykyzlyk	ρ_u	$\rho_u = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e}$	g/sm^3, t/m^3
5	Udel agram	γ	$\gamma \approx \rho \cdot 10$	kH/m^3
6	Agram çyglylygy	W	$W = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100\%$	%
7	Göwrüm çyglylygy	$W_{göw.}$	$W_{göw} = W \cdot \rho_d$	%
8	Doly suwsygym (agram öýjükliligi)	W_d	$W_d = \frac{n}{\rho_d}$	ölçegsiz
9	Çyglylyk derejesi	S_r	$S_r = \frac{V_s}{V_ö} = \frac{W \cdot \rho_s}{100 \cdot e \cdot \rho_w}$	ölçegsiz
10	Öýjüklilik	n	$n = \frac{V_ö}{V_s + V_ö} \cdot 100\% = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100\%$	%
11	Öýjüklilik koeffisiýenti	e	$e = \frac{V_ö}{V_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$	ölçegsiz
12	Suwdan doýgun jynsyň öýjüklilik koeffisiýenti	e_w	$e_w = W \cdot \rho_s$	ölçegsiz
13	Ýaýylyş çägi	W_p		%

5-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5
14	Akgynlyk çägi	W_L		%
15	Süýgeşiklik sany	I_p	$I_p=W_L-W_p$	%
16	Ýaýylma görkezijisi	I_L	$I_L=(W_0-W_p)/(W_L-W_p)$	ölçegsiz
17	Toýunsow jynslaryň dykyzlyk derejesi	K_d	$K_d=\frac{e_L-e_0}{e_L-e_p}$	ölçegsiz

Bellikler: m_s, m_w – gaty bölejikleriň we çygyň (suwuň) massasy;

V_s, $V_ö$, V_w – gaty bölejikleriň, öýjükleriň we öýjüklerdäki suwuň göwrümi;

ρ_w – suwuň dykyzlygy (ρ_w=1g/sm^3);

W_0, e_0 – teýgumuň tebigy ýagdaýdaky çyglylygy we öýjüklilik koeffisiýenti;

e_L, e_p – toýunsow teýgumlaryň akgynlyk çägindäki we ýaýylma çägindäki çyglylyklarda öýjüklilik koeffisiýentleri.

Çyglylyk köplenç göterimde, käte birligiň ülüşlerinde aňladylýar:

$$W=\frac{m_w}{m_s}\cdot 100\%, \qquad (2)$$

Teýgumlaryň çyglylygy klimata, relýefe, howa şertlerine, dag jynslarynyň düzümine, öýjükliligine – jaýryklygyna, ýatýan çuňlugyna, ýerasty suwlaryň derejesine, adamyň hojalyk işlerine we ş.m. baglylykda örän giň gerimde üýtgeýärler. Çägeleriň çyglylygy howaly zolakda 4-5% çemesi bolsa, kapillýar yzgarlan ýa-da suwdan doýgun çägeleriň çyglylygy 25-30%-e ýetýär. Toýunsow jynslaryň çyglylygy

has giň gerimde üýtgeýär: kölleriň, deňizleriň düýbüne çöken läbikleriň çyglylygy 80-90%-den hem geçip bilýär. Az-owlak ýa-da aram derejede dykyzlaşan toýunlaryň çyglylygy 10-15%-den 50-60%-e çenli, has dykyzlaşyp demrigen toýunlaryň (toýundaşlaryň) çyglylygy bolsa, 3-5%-e çenli azalyp bilýär.

Gaýry şertleri meňzeş bolan çägeleriň çyglylygy olaryň zire parçalarynyň kiçelmegi bilen, düzüminde kirşen, toýun parçalarynyň, organiki maddalaryň mukdarynyň artmagy bilen köpelýär. Toýunsow jynslarda çyglylyk toýun zireleriniň ownuklygyna, mineral düzümine, ýuwudyjylyk ukybyna, kation çalşygyna, organiki maddalaryň düşnügine baglylykda üýtgeýär.

Inžener-geologik işlerde agram çyglylygynyň deregine köplenç çyglylyk derejesi (basgaça suwdan doýgunlyk koeffisiýenti) ulanylýar. **Çyglylyk derejesi** (S_r) – öýjükleriň suwdan doluş derejesiniň birligiň ülüşlerinde berlen görnüşidir. Onuň san bahasy teýgumdaky suwuň göwrüminiň öýjükleriň umumy göwrümine gatnaşygydyr. Çyglylyk derejesi şeýle formula boýunça kesgitlenýär:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{100 \cdot e \cdot \rho_w}, \qquad (3)$$

bu ýerde: ρ_s – gaty bölejikleriň dykyzlygy, g/sm^3;

ρ_w – suwuň dykyzlygy (ρ_w=1,00 g/sm^3 diýlip alynýar);

W – agram çyglylygy, %-de;

e – öýjüklilik koeffisiýenti.

Iribölekli jynslaryň doldurgyçlary we çägeler çyglylyk derejeleri boýunça şeýle görnüşliklere bölünýärler (TDS 609-2003):

$S_r \le 0,5$ – az çygly; $0,5 \le S_r \le 0,8$ – aram çygly (çygly); $S_r > 0,8$ – suwdan doýgun. Çyglylyk derejesi çägeleriň we toýunsow jynslaryň berkligi bilen ýakyn baglydyr. Bu ýerde şeýle ýagdaýlar bolup bilýär:

1. **S_r=0**. Teýgum absolýut (aňrybaş) gurudyr, ol diňe iki fazadan – gaty jisimden we öýjükleri dolduryp duran howadan düzülýär. Şeýle ýagdaýy diňe laborator şertlerinde 105-106°C temperaturada (termostatda) hemişelik agrama çenli guradylan teýgumda alyp bolýar.

2. **S_r=0÷0,1(0,2)**. Bu ýagdaýda howada guradylan dag jynsy üç fazadan: gaty jisimden, öýjüklerdäki howadan we gaty zireleriň üst güýji bilen sorulyp saklanýan fiziki bagly suwdan ybarat. Bagly suwuň mukdary howanyň çyglylygyna we dag jynsynyň gigroskopikligine (howadaky buglary çekijilik - sormak ukybyna) bagly. Şeýle çyglylygy laborator şertlerde teýgumy howada guradyp (stola ýazylan kagyzyň üstünde guradyp) kesgitläp bolýar. Şu çyglylykda çägeler ürgün, akyp duran bolýarlar, toýunsow jynslaryň weli, bu ýagdaýda iň ýokary berkligi, gatylygy we baglanyşygy bolýar.

3. **S_r=0,1-0,5**. Teýgum az çygly ýa-da çala çygly, üç fazadan: gaty jisimden, zireleriň üst güýji bilen saklanýan fiziki bagly suwdan we öýjükleri, kapillýarlary azda-kände doldurýan suwdan we howadan ybarat. Şeýle jynslar howaly zolakda, käte kapillýar gaýmada örän köp duşýarlar. Çala çygly çägeler käbir baglanyşyga, berklige eýe bolýan ýaly bolýar, emma bu hyýaly berklik çyg bugaryp gitmegi bilen doly ýitýär. Toýunsow jynslar bu çyglylykda gaty, gataňsy we zordan ýaýylýan durkunda bolýarlar. Olaryň baglanyşygy, berkligi dykyzlaşmanyň derejesine görä has ýokary hem bolup bilýär.

4. **0,5 < S_r < 0,8÷0,95**. Jynslar çygly ýa-da örän çygly, üç fazadan – gaty jisimden (jynsyň süňňünden), öýjükleri dolduran suwdan we gaty bölejikleriň üstüne ýapyşan howadan we gapjalan howadan ybarat. Şeýle jynslar howaly zolakda-da, ýerasty suwlaryň derejesinden aşakdaky dürli çuňluklarda hem duşup bilýärler. Olaryň fiziki haly (gaty - ýumşaklygy) dykyzlyga, çyglylyga, demrikme derejesine baglylykda dürli bolup bilýär. Mysal üçin, ýokary dykyzlykly toýunlar (örän dykyz toýunlar), demrigen toýunlar (toýundaşlar) öýjükleriniň suwdan dolulygyna garamazdan (S_r=0,8-0,95) agram çyglylygyny pes derejede saklaýarlar. Şol sebäpli olar gaty, gataňsy, zordan ýaýylýan durkuny, pes bolmadyk berkligini saklamaga ukyply bolýarlar. Şeýle toýunsow teýgumlara Aşgabat şäheriniň aşagyndaky gurulýan zeý-akabaly tonnel ücin geçirilen gözleglerde suwuň derejesinden 15-25m aşakda duşulan ýerleri bar.

5. **S_r=1**. Teýgum suwdan doýgun we iki fazadan: gaty jisimden we öýjükleri dolduryp duran suwdan ybarat. Şeýle teýgumlar tebigatda örän giňden ýaýrandyrlar, mysal üçin, suwly gatlaklaryň çäklerinde, kapillýar gaýmada we ş.m. Teýgum suwlarynyň derejesinden aşakda ýatan jynslar galapyn suwdan doýgun halda bolýarlar. Suwdan doýgun toýunsow teýgumlaryň fiziki durky olaryň dykyzlygyna, demrikme derejesine bagly bolýar.

Türkmenistanda dagynyk teýgumlaryň tebigy çyglylygy ýer ýüzüniň relýefine, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna we emeli şertlere baglydyr. Belent gyrlary, baýyrlary, depeleri düzýän lýoslarda, gumbaýraklarda uly çuňluklara çenli çyglylyk 3-4%-den ýokary geçmeýär we diňe ygaldan soň iň ýokary gatlak (0,-0,5m) gysga wagtlyk çala çygly ýagdaýa geçýär. Üsti ot – çöp, ýylak örtükli süýşmeýän çägeler ýylboýy 3-5%-e çemesi çyglylygyny saklaýarlar. Çäge öýjüklerine siňen gyzgyn howadaky suw buglarynyň sowap, damja öwrülmegi zerarly döreýän bu çyglylyk diňe süýşýän çägelerde bolmaýar. Sebäbi siňen nemi şemal bugardýar. Amatly şertlerde howur buglary yzygiderli damja öwrülip, aşakdaky şor suwlaryň ýüzünde linza şekilli süýji ýerasty suw ýatagyny emele getirýär (Ýasha, Jynlyköl suw ýataklary we ş.m.)

Suwarymly ýerlerde, şorlarda zeýleme zerarly howaly zolak köplenç ýuka bolýar, az çygly zolagyň galyňlygy 1-2m-den geçmeýär. Aşakdaky suwdan doýgun zolakda teýgumlaryň suwdan doýgunlygy doly we hemişelik bolýar, emma aşak gitdigiňçe dykyzlygyň artmagy bilen tebigy çyglylyk azalýar.

Teýgumuň çyglylygynyň ähmiýeti örän uludyr: çyglylyk ulaldygyça teýgumuň dykyzlygy, çöküjiligi, iýijiligi artýar, berkligi, durnuklylygy peselýär. Şeýle-de çyglylyk derňew üçin alnan teýgumuň sap agramy kesgitlenende, öýjüklilik hasaplananda ulanylýan wajyp görkezijidir. Şol sebäplere görä sebitleýin gözleglerde, jaý-desga taslanýan ýerlerde çyglylygyň öwrenilmegi örän wajypdyr.

Çyglylygyň öwreniliş usullary köpsanly hem bolsa, iş ýüzünde resmileşdirileni **guradyp çekme usuly** (TDS 5180-84) ulanylýar. Usulyň gysgaldylan beýany şeýledir:

1. Alýuminiý gutujygynyň boş agramy çekilýär (m_0);
2. Gutujyga 20-25g çemesi teýgum salnyp massasy çekilýär (m_1);
3. Çygly teýgumly gutyjygy gapagy açyk ýagdaýda termostat (birsydyrgyn gyzgynlykly) peje salnyp, 105°C temperaturada 6 sagatlap guradylýar we massasy çekilýär (m_2).

Şeýle usul bilen guradylan teýgumuň düzümindäki erkin, kapillýar we fiziki bagly suwlar doly bugaryp aýrylýar. Çyglylygy (W) kesgitlemek üçin aşakdaky formula ulanylýar:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \cdot 100\%, \qquad (4)$$

6.2.Teýgumlaryň dykyzlygy

Dag jynsynyň **dykyzlygy** onuň göwrüm biriligindäki massasydyr. Halkara (SI) ulgamynda dykyzlygy kg/m^3-de ölçemek hödürlenýär, emma inžener geologiýasynda dykyzlygynyň ölçeg birligi hökmünde g/sm^3 we t/m^3 ulanylýar.

Teýgumlaryň göwrüminiň gaty (mineral) bölejiklerden (süňňünden) tutuşlygyna ýa-da bölekleýin suw bilen doldurylan öýjüklerden, jaýryklyrdan we köweklerden düzülenligi sebäpli, dag jynslarynyň dykyzlygyny häsiýetlendirmek üçin üç görkeziji ulanylýar: gaty bölejikleriň dykyzlygy (ρ_s), dykyzlyk (ρ), gury haldaky dykyzlyk (ρ_d).

6.2.1. Gaty bölejikleriň dykyzlygy (ρ_s)

Teýgumuň **gaty bölejikleriniň dykyzlygy** (teýgumuň süňňüniň dykyzlygy) – teýgumy düzýän mineral, organiki we organiki-mineral maddalaryň ortaça dykyzlygydyr. Onuň san bahasy gaty bölejikleriň massasynyň (m_s) şolaryň hut öz göwrümine (V_s) gatnaşygydyr:

$$\rho_S = \frac{m_S}{V_S}, \text{ g/sm}^3 \qquad (5)$$

Aýry-aýry teýgumlaryň mineral düzüminiň adaty şertlerde durnuklylygy sebäpli, gaty bölejikleriň dykyzlygynyň üýtgew gerimi giň bolmaýar. Şol sebäbe görä ýokary takyklygy talap etmeýän hasaplamalarda teýgumuň süňňüniň dykyzlygynyň tablisa bahalaryny ulanmak bolýar (g/sm^3): toýun – 2,74; topur – 2,71; gumbaýrak – 2,69; çäge – 2,68. Käbir şertlerde teýgumuň düzüminde agyr minerallaryň bolmagy bu dykyzlygyň san bahasyny ulaldyp, ösümlik galyndylarynyň bolmagy bolsa, kiçeldip bilýär.

Gaty bölejikleriň dykyzlygy diňe kömekçi görkeziji hökmünde öýjüklilik hasaplananda ulanylýar. Bu dykyzlygyň tejribe üsti bilen kesgitleniş usullarynyň içinde resmileşdirileni piknometr usulydyr.

6.2.2 . Dykyzlyk **(ρ)**

Çygly teýgumuň dykyzlygy ýa-da **dykyzlyk** diýlip, alnan teýgumuň umumy massasynyň (m) onuň umumy göwrümine (V) gatnaşygyna aýdylýar:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_S + m_W}{V_S + V_{ö}}, \text{ g/sm}^3 \qquad (6)$$

bu ýerde: m_s we m_w – gaty bölejikleriň we çygyň agramy, g;

V_s we $V_ö$ – gaty bölejikleriň we öýjükleriň göwrümi, sm^3.

Dykyzlyk teýgumuň mineral düzümine, çyglylygyna we öýjükliligine bagly. Dykyzlyk göni we goşmaça hasaplamalarda örän giňden ulanylýar. Aşakdaky ýagdaýlarda dykyzlyk göni hasap görkezijisidir:

- gatlaklaryň söýget diwaryna basyşy hasaplananda;
- eňňitleriň we ýapylaryň durnuklylygy hasaplananda;
- binýatasty teýkary düzýän teýgumlardaky dartgynlygyň ýaýrawy hasaplananda;
- desganyň çökmesi hasaplananda;
- ýer-gazuw işleriniň möçberi hasaplanda we ş.m.

Mundan başga-da, dykyzlyk gury haldaky dykyzlyk we öýjüklilik hasaplananda ulanylýar. Çägesöw, toýunsow jynslaryň dykyzlygyna esaslanyp, olaryň öýjükliligini, mehaniki häsiýetlerini çaklap bolýar.

Türkmenistanda çägesöw-toýunsow jynslaryň dykyzlygy olaryň öýjükliligine we çyglylygyna baglylykda 1,30-2,30 g/sm^3 aralygynda üýtgeýär.

Dykyzlyk birnäçe usul bilen kesgitlenýär (kesgir halkalar usuly, parafinleme usuly, tutuş nusga usuly, radioaktiw usul we başg.). Çygly çägesöw-toýunsow jynslarda ulanylýan kesgir halkalar usuly, jaýrykly gaty toýunlarda, käbir bitewidaşlarda ulanylýan parafinleme usuly resmi usullara degişli [48].

6.2.3.Gury haldaky dykyzlyk (ρ_d)

Bu dykyzlyk teýgumuň gury ýagdaýyndaky massasynyň onuň umumy göwrümine bolan gatnaşygydyr:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{m_s}{V_s + V_ö}, \qquad \textbf{(7)}$$

Teýgumuň gury halyndaky dykyzlygy diňe öýjüklilik hasaplananda ulanylýar. Ol dagynyk teýgumlarda öýjüklilige we mineral düzümine baglylykda 1,30-2,25g/sm3 aralykda üýtgeýär. Bu dykyzlyk tejribe üsti bilen däl-de, dykyzlygyň (ρ) we çyglylygyň (W) üsti bilen hasaplanyp tapylýar. Ýagny:

(6) formuladan göwrümiň V=m/ρ bahasyny (7) formula goýup alýarys: $\rho_d = \frac{m_s}{m/\rho} = \rho\frac{m_s}{m}$; m=$m_s$+$m_w$ bolany sebäpli (6):

$$\rho_d = \rho\frac{m_s}{m_s + m_w} = \frac{1}{1+\frac{m_w}{m_s}}$$

$\frac{m_w}{m_s} = 0{,}01W$ (2). Soňa göra:

$$\rho_d = \frac{\rho}{1 + 0{,}01W}, \tag{8}$$

6.2.4. Suwasty dykyzlyk (ρ_u)

Käbir ýagdaýda teýgumlaryň ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda ýatandaky, ýagny hemme öýjükleriň suwdan dolan şertindäki dykyzlygyny bilmek zerurlygy ýüze çykýar.

Suwasty dykyzlyk teýgumuň ýerasty suwlaryň derejesinden aşakdaky birlik göwrüminiň massasydyr. Onuň san bahasy gury haldaky dykyzlygyň teýgumuň süňňüniň göwrüminiň gysyp çykaran suwunyň massasyna barabar azaldylanyna deňdir (6-njy tablisa). Bu dykyzlyk ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda teýkarlaryň we ýapylaryň durnuklylygy hasaplananda adaty dykyzlygyň deregine ulanylýar.

6.3. Teýgumlaryň öýjükliligi

Dag jynslary gaty mineral bölejiklerinden we olaryň arasyndaky boşluklardan düzülýärler. Ol boşluklaryň möçberi uly gowak-köweklerden başlap, mikroskopda-da görünmeýän öýjüklere çenli kiçi bolup bilýär.

6.3.1. Dag jynslarynyň öýjükliligi barada umumy maglumatlar

Inžener geologiýasynda **öýjüklilik** diýlip, dag jynsynyň göwrüm birligindäki hemme boşluklaryň (olaryň möçberine we suwdan dolulyk derejesine garamazdan) jemi göwrümine aýdylýar. Möçberi boýunça öýjükler üç hili bolýar:

- kapillýardan ulular (>0,5mm) – göze ilýän iri öýjükler, jaýryklar;
- kapillýar öýjükler (0,5-0,002mm) – ownuk, kirşenli çägelerdäki, toýunsow jynslardaky öýjükler;
- kapillýardan kiçiler (<0,002mm) – bu öýjüklerdäki bagly suwlar gaty bölejikleriň üstüne molekulýar we elektrostatik güýçler bilen berk ýapyşýarlar.

Gelip çykyşy boýunça öýjükler iki hili bolýar: 1) ilkinjiler – dag jynsy bilen bilelikde döränler we diagenez döwründe üýtgänler; 2) ikilenjiler – eýýäm kemäla gelen dag jynsynda ereme, weýranlaşma, tektonik, biologik prosesler zerarly dörän öýjükler.

Inžener geologiýasynda öýjüklilik mukdar taýdan iki görkeziji: öýjüklilik (**n**) we öýjüklilik koeffisiýenti (**e**) bilen häsiýetlendirilýär. Olarýň ikisi hem diňe öýjükleriň umumy göwrümini häsiýetlendirip, olaryň möçberi we ýerleşiş kadasy barada maglumat bermeýär.

Öýjüklilik (n) – öýjükleriň göwrüminiň teýgumuň umumy göwrümine gatnaşygyna deň bolup, adatça %-de aňladylýar, emma birligiň ülüşlerinde aňladylýan wagtlary hem bar.

$$n= \frac{\text{Öýjükleriň göwrümi } (V_ö)}{\text{Teýgumuň umumy göwrümi } (V)} \cdot 100\% = \frac{V_ö}{V_s+V_ö} \cdot 100\%$$

Öýjüklilik teýgumlaryň kysymyna, weýranlaşma derejesine, zireleriniň möçberine, daşky sypatyna, möçberi boýunça gyradeňligine, mineral düzümine, çyglylygyna we başgalara baglylykda çägesöw-toýunsow jynslarda 30-55%, çagyllarda 15-30%, bitewidaş jynslarda 0-25% aralygynda üýtgeýär.

Inžener hasaplamalarynda, taslamalarda köplenç öýjükliligiň deregine öýjüklilik koeffisiýenti (e) ulanylýar. Onuň san bahasy öýjükleriň göwrüminiň gaty bölejikleriň göwrümine gatnaşygyna deňdir:

$$e= \frac{\text{Öýjükleriň göwrümi}}{\text{Gaty bölejikleriň göwrümi}} = \frac{V_ö}{V_s}$$

Öýjüklilik gös-göni hasaplama görkezijisi bolup hysmat etmese-de dürli kömekçi hasaplarda, görkezme çyzgylarda ulanylýar: kompressiýa egrisi gurlanda, çyglylyk derejesi, dykyzlyk derejesi hasaplananda, teýgumlaryň hasap garşylyklary TGN boýunça kesgitlenende we başg. Öýjüklilik şeýle-de teýgumlaryň süzülme koeffisiýentine, gysylma ukybyna, berkligine uly täsir edýär.

Öýjükliligi käbir çägelerde gös-göni tejribe geçirip siňdirme usuly bilen kesgitläp bolýar. Emma dagynyk teýgumlarda geçirilýän gözleg-barlaglaryň aglaba köpüsinde öýjüklilik diňe hasaplanyp tapylýar:

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100\%; \qquad e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}, \qquad (9)$$

Öýjükliligiň (n), öýjüklilik koeffisiýentiniň (e) şol bir görkezijilere gös-göni (göniçyzykly) baglylygy sebäpli, olaryň birini beýlekiniň üsti bilen kesgitläp bolýar:

$$e = \frac{n}{100 - n}; \qquad n = \frac{e}{1+e} \cdot 100\%, \qquad (10)$$

Hasaplamalar öýjüklilik üçin oturdan soňky birinji sana, öýjüklilik koeffisiýenti üçin oturdan soňky üçünji sana çenli geçirilýär.

Fiziki häsiýetleriň görkezijilerinden **tejribe üsti bilen** dykyzlyk, gaty bölejikleriň dykyzlygy, çyglylyk kesgitlenýär. Gury haldaky dykyzlyk, suwasty dykyzlyk, öýjüklilik, öýjüklilik koeffisiýenti, çyglylyk derejesi **hasaplanyp** tapylýar. Köp zähmeti talap edýän bu hasaplamalaryň deregine agzalan görkezijileri hasap tablisasyndan alyp bolýar. Käbir bitewidaş jynslaryň fiziki

häsiýetleriniň çäk bahalaryny göz öňüne getirmek üçin 6-njy tablisada getirilen maglumatlara salgylanmak bolar.

6-njy tablisa

Bitewidaş jynslaryň fiziki häsiýetleriniň çäk bahalary
(W.D. Lomtadze boýunça, 1984)

Dag jynsy	Gaty bölejikleriň dykyzlygy, g/sm^3		Dykyzlyk, g/sm^3		Öýjüklilik, %	
	iň kiçi	iň uly	iň kiçi	iň uly	iň kiçi	iň uly
Granit	2,67	2,72	2,55	2,65	0,06	2,0
Gabbro	2,87	3,10	2,85	3,05	0,02	1,5
Bazalt	2,82	2,95	2,46	2,67	3,0	6,0
Kwarsit	2,74	3,05	2,61	2,81	4,8	8,3
Berk çägedaşlar	2,69	2,74	2,64	2,70	1,6	10,0
Gowşak çägedaşlar	2,62	2,74	2,68	2,31	16,0	26,0
Kirşendaş	2,61	2,83	2,00	2,44	14	30
Mermer	2,70	2,71	2,69	2,70	0,1	1,0
Berk hekdaşy	2,70	2,71	2,63	2,70	5,0	13,7
Gowşak hekdaşlar	2,40	2,60	1,80	2,30	10,0	22,0
Berk dolomit	2,82	2,84	2,62	2,74	3,4	12,4
Gowşak dolomit	2,28	2,74	1,90	2,40	-	-
Hek	2,63	2,73	1,30	1,40	-	-
Hekgumdaş	2,65	2,80	2,20	2,60	-	-
Toýundaş	2,63	2,86	2,30	2,60	-	-

6.3.2. Çägeleriň öýjükliligi boýunça goşmaça maglumatlar.

Çägeleriň berkligi diňe çäge zireleriniň özara sürtülmä garşylygyna esaslanýar. Şol sebäpli çägeleriň dykyzlygynyň, öýjükliliginiň iş ýüzünde ähmiýeti uludyr.

Çägeler öýjüklilik koeffisiýenti boýunça dykyz, aram dykyzlykly we küpürsek çägelere bölünýärler (7-nji tablisa).

7-nji tablisa

Çägeleriň öýjüklilik koeffisiýenti (e)
boýunça görnüşliklere bölünişi

Çägeleriň görnüşligi	Öýjüklilik koeffisiýenti, e		
	Daşly, iri we aram möçberli çäge	Ownuk çäge	Kirşenli çäge
Dykyz	e< 0,55	e< 0,60	e< 0,60
Aram dykyzlykly	0,55 ≤ e ≤ 0,70	0,60 ≤ e ≤ 0,75	0,60 ≤ e ≤ 0,80
Küpürsek	e > 0,70	e > 0,75	e > 0,80

Çägeleriň dykyzlaşma derejesine baha kesmek üçin dykyzlyk derejesi I_D ulanylýar (8-nji tablisa). Öl şeýle formula arkaly kesgitlenilýär:

$$I_D = \frac{e_{max} - e}{e_{max} - e_{min}}, \qquad (11)$$

bu ýerde:

e – tebigy ýa-da emeli ýagdaýdaky öýjüklilik koeffisiýenti;

e_{max} – aňryçäk küpürsek ýagdaýdaky öüjüklilik koeffisiýenti;

e_{min} – aňryçäk dykyz ýagdaýdaky öýjüklilik koeffisiýenti.

8-nji tablisa

Çägeleriň dykyzlyk derejesi
boýunça görnüşliklere bölünişi

Çägeleriň görnüşlikleri	Dykyzlyk derejesi, I_D
Gowşak dykyzlaşan	I_D < 0,33
Aram dykyzlaşan	0,33 ≤ I_D ≤ 0,66
Aşa dykyzlaşan	I_D > 0,66

Çägeleriň çäk (kritiki) öýjükliligi aýratyn ünse mynasypdyr. Desgalaryň teýkaryndaky çägeler süýşende, küpürsek (gowşak dykyzlaşan) çäge dykyzlanýar, dykyz (aşa dykyzlaşan) çäganiň weli, süýşme zolagynda öýjükliligi artýar. Süýşme wagty üýtgemeýän öýjüklilige **çäk (kritiki) öýjükliligi** diýilýär. Bu öýjüklilik çäganiň strukturasyna, düzümine we süýşmäniň öňisyrasyndaky dartgynly-ýarsmaly ýagdaýyna bagly bolýar. Eger suwdan doýgun çäganiň öýjükliligi çäk öýjüklilikden has ýokary bolsa, sarsgynly ýükde ýa-da süýşme prosesi wagty şeýle çäge suwgalyp bilýär, suwly çäge gysga wagtlyk goýy suwuklyga öwrülýär, şu ýagdaýda çäge zireleri biri-birine daýanmaýarlar, süýkenmeýärler, olaryň arasynda

suw gatlagy bolýar. Bu şertde teýgum akyp bir ýana çogup çykýar (ýerasty desga, ýapynyň böwrüne, binýadyň gapdaly bilen ýokaryk we ş.m.). Eger çägäniň çykalgasy ýok bolsa (üsti durnukly galyň gatlakly bolsa), onda çäge bahym öňki kaddyna barýar.

7. Toýunsow teýgumlaryň süygeşikligi

7.1.Toýunsow jynslaryň süýgeşikliginiň tebigaty

Toýunsow teýgumlaryň düwürli (koagulirlenen) sepleşiginiň tebigaty toýun zireleriniň möçberleriniň juda kiçi we udel üstüniň ummasyz ululygy sebäpli, olaryň daşynda ikigat elektrik meýdanynyň barlygyndadyr.

Düwürleýin sepleşik güýçleriniň toýunsow jynslara ep-esli derejede berklik we bitewilik berýändigi öň agzalypdy. Düzümindäki suwuň mukdary köpeldigiçe toýunsow jynslar ilki süýgeşik hala, soňra suwuk ýagdaýa geçýär. Bu jynslaryň belli bir çyglylyk çäklerinde daşky güýjüň täsiri astynda bitewiligini ýitirmän ýarsyp (maşşaryp, süýnüp, towlanyp) bilmegine olaryň **süýgeşikligi** diýilýär.

Süýgeşiklik diňe toýunsow jynslara mahsusdyr. Çäge hiç hili çyglylykda-da tokga tutmaýar, ýaýylmaýar.

Süýgeşiklik inžener geologiýasynda toýunsow jynslary goşmaça toparlamak, olaryň dürli çyglylykdaky mehaniki häsiýetlerini çaklamak üçin ulanylýar.

7.2. Süýgeşikligiň çäkleri

Süýgeşiklik 3 görkeziji bilen häsiýetlendirilýär: ýaýylyş çägi (W_p), akgynlyk çägi (W_L), süýgeşiklik sany (I_p).

Ýaýylyş çägi toýunsow jynslaryň gaty halyndan süýgeşik halyna geçýän araçägindäki çyglylykdyr. Eger çyglylyk ýaýylyş çäkden sähelçe-de pes bolsa toýunsow jyns agramdan, güýçden süýnmeýär, ýaýylmaýar, maşşarmaýar, diňe owranýar, mynjyraýar, pytraýar.

Akgynlyk çägi toýunsow jynslaryň süýgeşiklik halyndan akgyn halyna geçýän araçägindäki çyglylykdyr. Eger çyglylyk akgynlyk çäginden pes, ýaýylyş çäginden ýokary bolsa, onda toýunsow jyns süýgeşik halyndadyr (hamyr ýaly ýa-da has golaýy galyba salyp guýulýan palçyk kerpiji ýaly, laýdan pagsalap diwar salnanda ussanyň diwaryň üstüne urýan logalasy ýaly). Eger çyglylyk akgynlyk çäginden ýokary galsa, onda toýunsaw teýgum diňe daşky güýjüň täsirine däl-de, hut öz agramyny hem göterip bilmän gapdala süýşüp (akyp) gidýär (bulamak ýaly,

suwag üçin ulanmaga niýetlenen laý ýaly). Akgyn toýunsow jyns diňe daşy çäklendirilen ýerde (gapda, çukurda) öz durkuny saklap biler.

Dürli toýunsow jynslary gaty haldan süýgeşik hala, süýgeşik haldan akgyn ýagdaýa geçirýän çyglylyklaryň san bahalary dürli-dürlüdirler, emma şol bir teýgum üçin wagtyň geçmegi bilen üýtgemeýän ululykdyrlar. Şol sebäpli, eger belli kysymly, görnüşli, toýunsow jynslaryň süýgeşiklik çäklerini (aşaky çägi - ýaýylyş çägi, ýokarky çägi-akgynlyk çägi) öňünden öwrenip tapyp goýsaň, şol teýgumlaryň haýsy çyglylykda nähili hal-ýagdaýa geçjekdigini hasaplap bolýar.

Taslamada, işde giňden ulanylýan görkeziji **süýgeşiklik sanydyr (I_p)**, ýagny toýunsow jynslaryň süýgeşik ýagdaýyna mahsus çyglylyk aralygydyr. Bu sany tapmak üçin akgynlyk çäginden (W_L) ýaýylyş çägini (W_p) aýyrmak ýeterlikdir:

$$\mathbf{I_p} = W_L - W_p , \qquad (12)$$

7.3. Süýgeşiklik çäkleriniň işde ulanylyşy

Süýgeşikligiň çäkleri, süýgeşiklik sany teýgumdaky toýun zireleriniň mukdaryna, külkeligine we mineral düzümine, teýgumuň duzlulygyna, çalşyk kationlarynyň sanawyna, sygymyna baglydyr. Mysal üçin, Türkmenistanyň gurluşykda ulanylýan meýdanynyň agramly bölegini tutýan ynsanly döwrüne (Q) degişli gidroslýuda düzümli toýunlarynyň süýgeşiklik sany 10-20 aralygynda bolsa (21-nji tablisa), montmorillonit düzümli paleogen toýunlarynyň (Baharly, Oglanly) süýgeşiklik sany 30-45 aralygyndadyr. Kaolinit-gidroslýuda düzümli, duzly we kirşensöw toýunlarnyň süýgeşikliginiň pesligi sebäpli Türkmenistanda GDA ýurtlaryň arasynda ilkinji bolup, toýunsow teýgumlaryň adyny resmi taýdan kesgitlemekde süýgeşiklik sanynyň deregine toýun zireleriniň mukdary ulanylyp başlandy.

9-njy tablisa

Toýunsow teýgumlaryň ýaýylma görkezijisi (I_L) boýunça görnüşliklere bölünişi (TDS 609-2003 boýunça)

Toýunsow teýgumlaryň görnüşlikleri	Ýaýylma görkezijisi, I_L
Gumbaýrak:	
gaty	$I_L < 0$
süýgeşik	$0 \le I_L \le 1$
akgyn	$I_L > 1$
Topurlar we toýunlar:	
gaty	$I_L < 0$
gataňsy	$0 \le I_L \le 0{,}25$
zordan ýaýylýan	$0{,}25 < I_L \le 0{,}50$
ýumşak ýaýylýan	$0{,}50 < I_L \le 0{,}75$
akgyn ýaýylýan	$0{,}75 < I_L \le 1{,}0$
akgyn	$I_L > 1$

Süýgeşiklik sany 2003-nji ýyla çenli “TDS-25100-82. Teýgumlar. Synplama” (rus dilinde), “TDS-25100-95. Teýgumlar. Synplama” (rus dilinde) resminamalara laýyklykda toýunsow teýgumlaryň atlaryny (görnüşlerini) kesgitlemek üçin synplaýjy görkeziji hökmünde ulanylýardy. “TDS 609-2003. Teýgumlar dagynyk. Toparlama” laýyklykda süýgeşiklik çäkleri diňe tebigy çyglylyk bilen bilelikde toýunsow teýgumlaryň durky-halyny, görnüşliklerini kesgitlemek üçin ulanylýar (9-njy tablisa). Munuň üçin teýgumlaryň ýaýylma görkezijisi diýip atlandyrylýan (I_L) görkeziji ulanylýar. **Ýaýylma görkezijisi** – toýunsow teýgumuň tebigy çyglylygyndaky (W_0) gaty-ýumşaklygyny görkezýär we şeýle formula boýunça kesgitlenilýär:

$$I_L = (W_0 - W_P) / (W_L - W_p), \qquad (13)$$

bu ýerde: W_L – akgynlyk çägi; W_p – ýaýylyş çägi.

Bu görkeziji toýunsow teýgumlaryň ýarsma we berklik görkezijilerini synplaýjy görkezijileriniň üsti bilen kesgitlenende ulanylýar. Toýunsow teýgumlar howaly zolakda köplenç gaty halda, suwdan doýgun şertde bolsa, süýgeşik ýa-da akgyn ýagdaýda duşýarlar.

8. Teýgumlaryň fiziki-himiki häsiýetleri

Teýgumlaryň diňe ýöriteleşdirilen barlaglarda öwrenilýän birnäçe fiziki (fiziki-himiki) görkezijileri bardyr. Olara ýylylyk, magnit, elektrik, diffuz, osmos häsiýetleri we başgalar degişlidirler. Bu ýerde olaryň käbirleri hakda gysgaça maglumat berilýär.

Ýylylyk häsiýetleri teýgumuň ýylylyk režimini häsiýetlendirýär. Bu häsiýetlere ýylylyk sygymy, ýylylyk geçirijilik, ýylylykdan giňelmek, temperatura geçirijilik degişlidir. Bu görkezijiler teýgumlaryň mineral düzümine, öýjükliligine, çyglylygyna bagly. Olar teýgumlaryň weýranlaşmasy, doňmasy, doňy çözülmesi bilen bagly barlaglarda kesgitlenilýärler.

Elektrik häsiýetleri teýgumlaryň elektrik toguny geçirmek we özüne siňdirmek ukyby bolup, geofiziki işlerde, turbageçirijileri üçin gorag çäreleri kesgitlenende we başgalarda ulanylýar. Teýgumlaryň iň möhüm elektrik häsiýetlerine olaryň elektrik toguny geçirijiligi we dielektrik görkezijileri degişlidir. Bu häsiýetler teýgumlaryň mineral düzümine, çyglylygyna, öýjük suwuklygynyň duzlulygyna baglydyr. Minerallaryň içinde geçirijiler, ýarymgeçirijiler we dielektrikler bar. Soňky topara ýaýraw minerallaryň aglaba bölegi degişlidir.

Dag jynslarynyň elektrik-kinetik häsiýetleri diffuz gabygynyň granula (zirä) görä süýşmegi zerarly döreýän potensial bolup, 2 hadysa: elektroosmos we elektroforez bilen baglydyr.

Elektroosmos – teýgumuň öýjüklerinde suwuň elektrik meýdanynyň täsiri bilen hereketlenmegidir. Köplenç bu hereket anoddan katoda tarap bolýar. Toýunda elektroosmos hereketi bilen süýşýän suwuň tizligi süzülme tizliginden düýpli ýokary bolýar. Şol sebäpli bu usul suwdan doýgun toýunlary çalykdyrmak üçin ulanylýar.

Elektroforez – suwuklykda ýüzüp ýören ownujak gaty bölejikleriň elektrodlaryň birine tarap hereketidir. Köplenç şeýle hereket anoda tarap bolýar (adatça otrisatel zarýadly kolloid we toýun zireleriniň položitel elektroda tarap hereketi). Bu usul bilen toýunsow jynslary dykyzlandyryp bolýar.

Teýgumlaryň diffuz we osmos häsiýetleri. Diffuziýa – ulgamdaky konsentrasiýanyň öz-özünden deňlenmesidir. **Osmos** – dürli konsentrasiýaly suwuklygyň arasyndaky ýarymgeçiriji ýorkanyň (bardanyň) üsti bilen maddanyň (adatça erediji suwuklygyň) diffuziýasydyr. Diffuziýa we osmos toýunsow teýgumlardaky suwuň ionlarynyň we molekulalarynyň orun çalşygyna getirýär.

Toýunda osmos çişme we ýygrylma hadysalaryna sebäp bolup bilýär. Eger duzly toýnuň bitewi nusgasyny süýji suwa salsaň, ol suwy özüne sorup çişer. Eger suwuň duzlulygy teýgumuň öýjüklerindäki suwuklygyň duzlulygyndan ýokary bolsa, onda toýundaky öýjük nemleri daşyna sorular we toýun dykyzlanar. Osmos basyşy ýüzlerçe kPa-a ýetip bilýär.

Teýgumlaryň iýijilik (korroziýa) häsiýetleri hem diffuziýa we osmos ýaly fiziki-himiki häsiýetlere degişlidir. **Korroziýa** (poslama, zeňleme, iýilme) diýlip, materiallaryň daşky gurşaw bilen himiki we elektrohimiki täsirleşmeginden weýranlaşyp çüýremegine aýdylýar. Teýgumlarda iýilme 3 sebäbe görä bolup bilýär:

1) ýere gömlen demir-metal materiallaryň teýgumdaky çygyň täsiri bilen poslap çüýremegi;
2) turbageçirijileriň elektrik geçirijileriň aşagyndan geçýän ýerlerinde teýguma düşen azaşan toklaryň döreden elektrolitlerinden elektroliz hadysasy zerarly zaýalanmagy;
3) teýgumdaky mikroorganizmleriň teýgumdaky gurluşyk materiallaryny biokorroziýa sezewar etmegi.

Metallaryň ýeriň aşagynda poslap-çüýremegi çylşyrymly bolup geçýär. Teýgumlaryň iýijilik (korroziýa) işjeňligi (aktiwligi) olaryň himiki düzümine, çyglylygyna, howa geçirijiligine, elektrik toguny geçirijiligine biokorroziýanyň täsirine bagly bolýar. Adatça çyglylyk 10-12%-den 20-25%-e çenli bolsa, iýijilik ýokary bolýar. Teýgumlar suwdan doýgun ýagdaýda bolsa, metallaryň poslamagy gowşaýar (kislorod ýetmezçiligi sebäpli). Aňsat ereýän duzlaryň Cl^-, SO_4^{2-} ýaly ionlary iýijiligi artdyrýar. Kationlar (Ca^{2+}, Na^+) esasan teýgumuň suw we howa geçirijiligine täsir edýärler. Ýeriň aşagynda metallar üýtgäp durýan çyglylykda örän çalt poslap çüýreýärler (kislorodyň we suwuň bilelikde täsir etmegi zerarly).

Teýgumlaryň iýijilik aktiwligine (TIA) mukdar taýdan hem baha kesilýar, ýagny **TIA** diýlip, d=300mm we galyňlygy 9mm bolan turbanyň deşilmän saklanyp bilýän möhleti (ýyl hasabynda) düşünilýär. Bu soragy ýörite öwrenen Pritulanyň synplamasy boýunça (1985ý) teýgumlaryň iýijilik aktiwligi 25 ýyla deň bolsa – pes, 5-10 ýyl bolsa – ýokary, 1-3 ýyl bolsa – örän ýokary hasaplanýar.

9. Teýgumlaryň suwatabyn häsiýetleri

Dürli dag jynslary suw gurşawyna gabsalsa, öllense, yzgarlasa, suwuň täsirine tabynlyk derejesine baglylykda olar öňki durkuny, häsiýetlerini üýtgedýärler. Bitewidaş jynslar (granitler, mermerler, jaýryksyz çägedaşlar we

ş.m.) suw gurşawynda az üýtgeýärler. Çagyl-jyglymlaryň suwda az-kem çöküjiligi artýar, berkligi ep-esli peselýär. Çägeleriň suwda berkligi, durnuklylygy birneme azalýar. Suwda tutuş durkuny üýtgedýän we ençeme täze häsiýetlere eýe bolýan topar – toýunsow jynslardyr.

Teýgumlar suw bilen galtaşanda, özara täsirleşende birnäçe suwatabyn häsiýetler döreýär. Bu häsiýetlere suw süzdürijilik, suw saklaýjylyk, ereýjilik, ýumşaýjylyk, suwda çişme, guranda ýygrylma, ýelmeşijilik we başgalar degişlidir. Bu görkezijilere doly we giňişleýin „Teýgum öwreniş“ dersinde seredilýär. Bu ýerde dürli teýgumlaryň suwatabyn häsiýetleriniň käbiri hakda gysgaça maglumatlar berilýär.

9.1. Teýgumlaryň suwda durnuklylygy (ýumşama, çişme we ýygrylma ukyplary)

Dag jynslarynyň yzgarlanda suwuň täsiri zerarly ýumşap, baglanyşygyny, berkligini peseldip, basyşa, şol sanda öz agramyna çydamlylygyny bölekleýin ýa-da doly ýitirmek ukybyna **ýumşama** diýilýär. Ýumşama dag jynslarynyň hemmesine, şol sanda kwarsit, granit we beýleki berk jynslara hem degişlidir.

Bitewidaş jynslarda bu häsiýetiň mukdar görkezijisi bardyr. Ol ýumşama koeffisiýenti $K_ý$ bilen häsiýetlendirilýär. Bu koeffisiýent suwdan doýgun ýagdaýyna getirilen jynsyň nusgasynyň gysyjy basyşa wagtlaýyn garşylygynyň (R_1) onuň howa gurşawyndaky wagtlaýyn garşylygyna (R_0) gatnaşygydyr:

$$K_ý=R_1/R_0, \qquad (14)$$

Ýumşama koeffisiýenti birligiň ülüşlerinde berilýär we 0,1 takyklyga çenli hasaplanýar.

TDS-25100-95 resminamada ýumşama ukyby boýunça bitewidaş teýgumlary 2 topara bölünýärler: 1) $K_ý \geq 0,75$ – ýumşamaýanlar; 2) $K_ý < 0,75$ – ýumşaýanlar.

Suwda durnukly bitewidaşlaryň hem (kwarsit, bazalt, diabaz we başg.) ýumşama koeffisiýenti 1-e deň däldir, ýagny olar hem suwdan doýgun ýagdaýynda azda-kände ýumşaýarlar we berkligini peseldýärler, emma $K_ý$ 0,9-dan pese düşmeýär. Suwda durnuklylygy peselen jynslarda ol 0,7-0,8 bolup, ýarymbitewidaşlarda (hekdaşlarda, toýunsow çägedaşlarda, hekgumdaşlarda, toýundaşlarda we ş.m.) ýumşama koeffisiýenti 0,5-den hem azdyr. Bu jynslaryň köpüsi suwdan doýgun ýagdaýa geçirilende aýry-aýry gatlajyklara, böleklere

bölünýärler we olaryň dik basyşa wagtlaýyn garşylygyny ölçäp kesgitlemek mümkinçiligi ýitýär, ýagny bu ýagdaýda $K_ý$ koeffisiýentiň bahasy nola golaýdyr.

Ýumşama hadysasy dag jynslarynyň doýgun ýagdaýa geçende olaryň güýçli tizlik dyňzawyna sezewar bolýanlygy we şol sebäpli berkligini ýitirýänligi bilen bagly. Yzgar iňňän kiçi jaýryklara we öýjüklere siňip, suwuň ýuka ýorkasynyň döredýän, möçberi onlarça MPa-a ýetýän giňeldiji basyşy zerarly, süýnme berkligi pes dag jynslarynyň baglanyşygyny üzüp, jynsy dargadyp bilýär. Çökündi bitewidaş jynslarda suw sementi ýumşadyp, eredip berkligi peseldýär.

Toýunsow jynslaryň suwda durnuklylygyny kesgitlemek has möhümdir, sebäbi olar suwuň täsiri bilen adatça baglanyşygyny, durnuklylygyny üýtgedýärler, suwa ezilip, ýumşap, öz agramyna akyp, süýşüp amatsyz şertleri döredýärler (täze gazylan ýaplaryň, açyk zeýkeşleriň kenar erňeginiň durnuklylygynyň ýitmegi we ş.m.). Gumbaýraklar, lýoslar, gežler has çalt ýumşap dargaýarlar. Topurlar, has hem dykyzlaşan toýunlar haýal ýumşaýarlar.

Toýunsow teýgumlaryň ýumşamasyny häsiýetlendirmek üçin iki görkeziji ulanylýar:

1) suwda ýerleşdirilen teýgumuň ýumşap dargama tizligi;
2) ýumşan teýgumuň daganda bölüniş aýratynlygy (maşşarmagy, iri böleklere dargamagy, bulanyk suwa, bulamaga öwrülmegi).

Ýumşap dagamany akar suwuň zarby bilen ýuwulyp dargamagy-opurylma (eroziýa) bilen garyşdyrmaly däldir (soňky hadysa hemme jynslarda, şol sanda bitewidaş jynslarda hem duşýar).

Köpsanly tejribeleriň netijesinde guradylan (has hem köp gezek ezilip-guradylan) toýunlaryň tebigy şertde ýatan toýunlardan has çalt we has doly ýumşap dargaýanlygy anyklandy. Toýunsow teýgumlar suwdan doýgun ýagdaýa geçende göwrümini ulaldyp hem guranda bolsa, kiçeldip hem bilýärler. Dagynyk teýgumlaryň dürli basyşda yzgarladylanda göwrümini kiçeltmek ukyby – yzgarlanda çökme ukyby teýgumlaryň mehaniki häsiýetleriniň düzüminde öwrenilýär, toýunsow teýgumlaryň suwda çişme ukyby bolsa, suwatabyn häsiýetlere degişli hasaplanylýar.

Toýunsow jynslaryň suwdan doýgun ýagdaýa geçende göwrümini ulaltma ukybyna **yzgarlap çişme** diýilýär. Çişme teýgumdaky toýun parçalarynyň maýdalygyna, mukdaryna, mineral düzümine, şeýle-de öýjükleri doldurýan suwuň himiki düzümine azda-kände baglydyr. Günbatar Türkmenistanda Oglanly we Gyzylgaýa toýun ýataklarynda duşýan montmorillonit toparyna degişli bentonit

suwdan doýgun ýagdaýa geçirilende (ýüzlerçe sagadyň dowamynda) öz göwrümini 80%-e çenli köpeldip bilýär.

Yzgarlap çişme ukyby üç sany mukdar görkezijisi bilen häsiýetlendirilýär:
1) **Çişme ýarsmasy boýunça**. Bu ýarsma toýunsow teýgumlaryň ýüksüzkä yzgarlap çişmesiniň deňeşdirme bahasy bilen ε_{sw} häsiýetlendirilýär:

$$\varepsilon_{sw} = (V_ç - V_0)/V_0, \qquad (15)$$

bu ýerde: V_0 – teýgumuň başlangyç göwrümi, $V_ç$ – teýgumuň suwda çişen göwrümi.

Bu görkeziji boýunça toýunsow teýgumlar TDS 609-2003 laýyklykda şeýle görnüşliklere bölünýärler (10-nji tablisa).

10-nji tablisa

Toýunsow teýgumlaryň Görnüşligi	Ýüksüzkä yzgarlap çişmäniň Deňeşdirme bahasy, ε_{sw}
Çişmeýän	$\varepsilon_{sw} < 0,04$
Çala çişýän	$0,04 \le \varepsilon_{sw} \le 0,08$
Aram çişýän	$0,08 \le \varepsilon_{sw} \le 0,12$
Aşa çişýän	$\varepsilon_{sw} > 0,12$

2) **Çişme basyşy** – teýguma çişmäge ýol berilmän yzgarladylanda döreýän aňrybaş uly basyşdyr. Türkmenistanda ynsanly döwürde (Q) dörän toýunlarda bu basyşyň bahasy 200-300 kPa-a ýetip bilýär, diňe toýun parçasyndan düzülen toýunlarda bolsa, 1100 kPa-a ýetip bilýär.
3) **Çişme çyglylygy** – bu teýgumuň suwy özüne siňdirmesini togtadan wagtyndaky çyglylykdyr. Güýçli çişme yzgarlanmanyň başlangyç böleginde bolup geçýänligi sebäpli, toýunsow teýgumuň ýaýylyş çägi boýunça onuň çişmä meýilliligine baha kesip bolýar. Eger teýgumuň tebigy çyglylygy ýaýylyş çäginden ýa-da çişme çyglylygyndan ýokary bolsa, bu şert şol teýgumuň indiden beýläk çişmejeginiň alamatydyr.

Çişme basyşynyň, çişme ýarsmalarynyň uly ýerlerinde käbir desgalaryň ýarsmasy bolup geçýär, öň gury teýkaryň yzgarlan ýerlerinde binýat ýokary galýar (Russiýa Federasiýasynda, Wolga derýasynyň orta akymlarynyň çäklerinde).

Türkmenistanyň şertlerinde toýunlaryň çişme ukyby düýbi ýerasty suwlaryň derejesinden aşak geçýän hendekler, garymlar gazylanda, şeýle-de ýerli gumdan gaçylar, bentler salnanda hasaba alynmalydyr.

Ýygrylma ukyby - toýunsow teýgumlaryň öl ýagdaýdan gury ýagdaýa geçende göwrümini kiçeltmegidir. Bu häsiýet başlangyç çyglylyga, toýun

parçalarynyň mukdaryna we mineral düzümine baglydyr. Takyrlaryň ýüzüniň jaýryklary, derýalar joşanda, sil gelende oýlary, gollary dolduryan bulanyk suwlar bugaryp gurandan soň emele gelýän gyrmançalaryň jaýryklary şu hadysa bilen baglydyr. Laý suwaglar guranda jaýrylyp sypyrylmaz ýaly (wagtlaýyn tamlaryň, kepbeleriň, tamdyryň daşy, üsti suwalanda we ş.m.) ýygrylyp jaýrylmanyň täsirini azaltmak niýeti bilen palçyk ýasalýan topura, toýna çäge, saman, agaç owrantgylary (opilka) goşulýar.

Şeýle-de suw duzly dag jynslaryna düýpli täsir edýär, olaryň içindäki aňsat ereýän duzlary eredip, erän duzlary öz hereket ugruna äkidip, teýgumy gowşadyp, onuň iýijilik ukybyny düýpli artdyryp bilýär. Aňsat ereýän duzlar toýunsow jynslarda köp mukdarda duşýanlygy sebäpli, bu görkeziji suwda olaryň durnuklylygyny öwrenmegiň möhümdiginiň goşmaça nyşanydyr.

Şeýlelik bilen, toýunsow teýgumlaryň suwda durnuklylygy olaryň suwda ýumşamak tizligi bilen, aňsat ereýän duzlaryň mukdary we düzümi bilen, çişmäniň ýarsmasy, basyşy, çyglylygy bilen, ýygrylma çyglylygy bilen häsiýetlendirilýär.

Toýunsow teýgumlaryň çyglylygynyň üýtgemegi bilen olaryň häsiýetleriniň üýtgemegi taslamalarda, gurluşykda hasaba alynmalydyr. Mysal üçin, suwuň täsirine durnuksyz toýunsow jynslarda gurluşyk hendegi gazylanda onuň çuňlugyny taslama boýunça kesgitlenen derejä diňe beton işleriniň başlanmagynyň öňisyrasynda ýetirilmeli we ş.m.

9.2. Teýgumlaryň suwsygymy (suw saklaýjylygy)

Suwsygym diýlip, dag jynslarynyň öz içine suwy siňdirip we ony saklap bilmek ukybyna aýdylýar. Bitewidaş jynslar suwy özüne siňdirmeýärler we şol sebäpli olar suwsygymsyz hasaplanýarlar. Ýarymbitewidaşlaryň azda-kände suwsygymy bolýar, käbir ýarymbitewidaşlar (mysal üçin, balykgulakdan dörän ýumşak hekdaşlar, hekler) aram derejede suwsygyma eýe bolup bilýärler. Ýarymbitewidaşlaryň suwsygymyny öwrenmek olaryň öýjükliligine, ýumşaýjylygyna, aýaza çydamlylygyna baha kesmäge mümkinçilik berýär.

Dagynyk teýgumlar suwsygymy boýunça suwy gowy saklaýanlara (toýun, topur), suwy ortaça saklaýanlara (gumbaýraklar, ownuk we kirşenli çägeler) we suw saklamaýanlara – suwsygymsyzlara (aram möçberli, iri we daşly çägeler, çagyllar, jyglymlar) bölünýärler. Suw saklamaýan jynslar hem özüne suwy siňdirip bilýärler, emma olar siňen suwuň agyrlyk güýjüniň täsiri bilen çykyp gitmegine päsgelçilik döretmeýärler.

Suwy saklap bilýän teýgumlaryň suwsygymynyň doly, kapillýar we molekulýar görnüşleri bar. Teýgumuň öýjükleriniň bary suwdan doýgun ýagdaýa geçen bolsa, oňa **doly suwsygym** diýilýär, ýagny doly suwsygym teýgumuň öýjüklerinde, jaýryklarynda saklanýan bagly, kapillýar we agyrlyk güýjüne boýun egýän erkin suwlaryň jemidir. Suwsygymyň hemme görnüşleri edil çyglylyk ýaly %-de ýa-da birligiň ülüşlerinde ölçelýär.

Doly suwsygym W_d tejribe üsti bilen kesgitlenýär ýa-da şeýle formula boýunça hasaplanýar:

$$W_d = e \cdot \rho_w / \rho_s, \qquad (16)$$

bu ýerde: e – öýjüklilik koeffisiýenti;

ρ_w, ρ_s – suwuň we teýgumuň gaty bölejikleriniň dykyzlygy.

Tebigy çyglylygy doly suwsygym bilen deňeşdirip, teýgumuň suwdan doýgunlygyna baha kesip bolýar.

Molekulýar suwsygym diýlip, dag jynslarynyň belli mukdarda fiziki bagly suwy saklamak ukybyna aýdylýar. Bu suwlar jynslardaky boşluklary doldurmaýarlar-da, ownuk bölejikleriň daşyny örtüp saklanýarlar. Dag jynslarynyň öz ownuk zireleriniň üstünde saklap bilýän suwlarynyň iň köp mukdaryna **aňrybaş molekulýar suwsygym** diýilýär. Bu suw ownuk zireleriň üstünde sorujy güýçler bilen (toýunda topurda, gumbaýrakda, çägede) saklanýarlar. Näçe zireler kiçi bolsa, aňrybaş suwsygym şonça köp bolýar (11-nji tablisa).

11-nji tablisa

Dürli möçberli zire parçalarynyň aňrybaş molekulýar suwsygymy
(A.F. Lebedew boýunça, 1927ý.)

Zire parçalary	Parçalaryň möçberi, mm	Aňrybaş molekulýar suwsygym, %
Çäge parçalary:		
iri	1-0,5	1,6
aram	0,5-0,25	1,6
möçberli	0,25-0,10	2,7
ownuk	0,10-0,05	9,8
maýda		
Kirşen parçalary	0,05-0,002	10,2
Toýun parçalary	<0,002	44,2

Toýunsow jynslarda aňrybaş molekulýar suwsygymyň san bahasy ýaýylyş çägine golaýdyr. Bu görkezijiniň takyk bahasy laboratoriýa şertlerinde birnäçe usul bilen kesgitlenýär: beýik sütünler usuly (çägelerde), suwsygymly gurşaw usuly (toýunsow jynslarda), çalt pyrlap erkin we kapillýar suwy aýyrmak usuly (toýunsow we çägesöw jynslarda).

Gigroskopik (ýapyşak) suwsygym diýlip, teýgumlaryň howadan suwuň buglaryny özüne dartmak ukybyna aýdylýar. Onuň san bahasy howada guradylan teýgumuň çyglylygyna deňdir. Ol çägelerde 0-1%, topur-toýunlarda 1-5% çenli bolup biler. Bu suwsygym teýgumuň gury halyndaky agramy gerek bolan hasaplamalarda ulanylýar.

Kapillýar suwsygym – kapillýar öýjüklerde saklanyp biljek suwlaryň iň köp mukdarydyr. Bu suwsygym toýunsow teýgumlarda, ownuk we kirşenli çägelerde doly suwsygyma deňdir, sebäbi bu agzalan jynslaryň öýjükleriniň hemmesi kapillýar öýjüklere degişlidir.

Teýgumlaryň kapillýar häsiýetleriniň gurluşykda, oba hojalygynda örän uly täsiriniň barlygy sebäpli, bu sorag giňişleýin garalmaga mynasypdyr.

Kapillýarlar boýunça yzgarlama iki hili bolup geçýär:

1) Ýerüsti suwlar (ygal suwy, akabalar, suwaryş suwlary) ýere siňende asyl-asyl bolup duran kapillýar suwlar döreýär. Suwarylan ýerde dörän kapillýar suwlar ýene-de kapillýarlar boýunça ýokary galyp, günüň, şemalyň täsiri bilen çalt bugaryp gidýärler. Eger ekin ýeri suwarlandan soň, taba gelen badyna ýuka sürülip, dyrmalyp kapillýarlaryň ýokarky gyzýan tarapy bozylsa, kapillýar yzgar uzak saklanýar.

2) Ýerasty suwlaryň derejesinden kapillýar güýçleriň täsiri bilen ýokary galan suwlar has köp duşýar. Teýgum suwlarynyň tebigy derejesinden kapillýarlar bilen ýokary galan suw bilen doly yzgarlan jynslaryň zolagyna **kapillýar gaýma** diýilýär. Eger kapillýar gaýma ýeriň ýüzüne çenli ýokary galsa, ol ýerler zeýleýär, şorlaşýar, teýgumlaryň hili peselýär. Kapillýar gaýmanyň galyňlygy kapillýar ýokary galyş (H_K) bilen kesgitlenýär. Kapillýar ýokary galyş (H_K) suwuň üstki dartyş güýjüne, kapillýarlaryň möçberine, suwuň dykyzlygyna baglydyr. Bu görkezijini sadalaşdyrylan görnüşde şeýle formula bilen hasaplap bolýar (suwuň dykyzlygy ρ_w=1g/sm^3 bolanda):

$$H_K = 2\frac{\alpha}{r}, \quad (17)$$

bu ýerde α - suwuň üst dartyşy;

r – kapillýaryň radiusy.

Takmyny hasaplamalarda $H_K = \frac{30}{r}$ diýip hem alynýan wagty bar. Umuman alanyňda kapillýar ýokary galyş ownuk we kirşenli çägelerde 1,5-2 m, toýunsow jynslarda 3-4 m-e ýetip bilýär (12-nji tablisa).

Kapillýar ýokary galyşyň tizligi ilkinji günlerde onlarça sm-e ýetip, aýlap dowam edip bilýär, emma soňky tizlikler günde 1sm-e hem ýetmeýär.

12-nji tablisa

Dürli zire parçaly jynslarda kapillýar ýokary galyş (Atterberg boýunça)

Jynslar	Jynsy düzýän parçalar, mm	Kapillýar ýokary galyş, sm
Ownuk çagyl	5-2	2,3
Çägeler:		
iri	2-1	6,5
irimçik	1-0,5	13,1
aram möçberli	0,5-0,2	26,1
ownuk	0,2-0,1	42,8
maýda	0,1-0,05	105,5
kirşenli	0,05-0,02	200

10. Dag jynslarynyň suw süzdürijiligi

Iň möhüm görkezijileriň biri bolan **suw süzdürijilik** dag jynslarynyň öz içinden dyňzawyň täsiri bilen suw geçirmek ukybydyr. Gidrogeologiýada, nebit geologiýasynda adatça suw süzdürijiliginiň deregine dag jynslarynyň öz içinden dürli suwuklyklary we gazlary geçirmek ukyby bolan **süzdürijilik** ulanylýar. Inžener-geologik işlerde diňe suw süzdürijiligi ulanmak ýeterlik bolýar.

Dag jynslarynda suwuň hereketi diňe kapillýarlarda, uly öýjüklerde we jaýryklarda bolup geçýär. Emma dyňzaw uly bolsa, kapillýar öýjükler, mikrojaýryklar hem suw geçirip bilýärler, ýagny kiçi dyňzawda suw geçirmeýän jynslar uly dyňzawda belli derejede suwy geçirmäge ukyply bolýarlar.

Iş ýüzünde bar bolan dyňzawda suw geçirýän ýa-da taslanýan dyňzawda suw geçirjek jynslar suw geçiriji hasaplanylýar. Suw geçirijiligiň ölçeg birligi bolup süzülme koeffisiýenti K_S hyzmat edýär. Onuň manysyna Darsiniň formulasyny ulanyp göz ýetirip bolýar:

$$V=K_S \cdot I, \qquad (18)$$

bu ýerde V – süzülme tizligi, m/g-g;

I – dyňzaw gradiýenti, ýagny dyňzawyň süzülme ýoluna bolan gatnaşygy (ölçegsiz);

Eger I=1 bolsa, onda $V=K_S$, ýagny **süzülme koeffisiýenti -** dyňzaw gradiýenti bire deň bolan ýagdaýdaky suwuň hereket tizligidir. Şol sebäpli ol tizlik ýaly m/g-g-de ölçelýär.

Dag jynslarynyň suw süzdürijiligini häsiýetlendirýän maglumatlar iş ýüzünde örän giňden ulanylýarlar. Olar gurluşyk hendegine, ýerasty desgalara geljek suwlaryň mukdary hasaplananda, syzylyp ýitip gitjek suwlaryň mukdary kesgitlenende, suwly gatlaklary çalykdyrylmak, desgalaryň teýkarynyň çöküş tizligini kesgitlemek üçin geçirilýän hasaplamalarda we başgalarda ulanylýar.

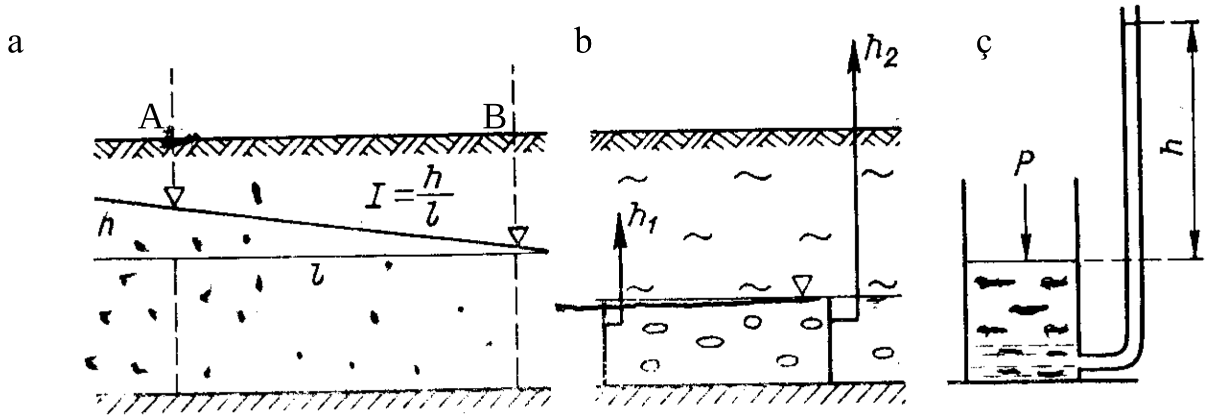
Dagynyk teýgumlaryň suw süzdürijiligi olaryň zire we mineral düzümine, zire düzüminiň birmeňzeşligine, dykyzlanma derejesine, çalşyk kationlaryň düzümine, gowalçlyga we öýjükleriň möçberine, gidrodinamik şertlere (hereket edýän dyňzawa), suwuň häsiýetine (şepbeşikligine) baglydyr.

Çägesöw we toýunsow jynslarda suwuň hereketi esasan dyňzawyň täsiri bilen bolup geçýär. Dyňzaw gidrostatik basyş zerarly şu şertlerde döreýär (4-nji surat):

1) teýgum suwly gatlagynyň dürli nokatlarynda suwuň derejesiniň dürlüligi sebäpli (4-nji surat, a):

2) dyňzawly suwly gatlakda dürli nokatlaryň dürli pýezometrik basyşlylygy sebäpli (4-nji surat, b);

3) daşky güýjüň (P) täsiri bilen. Bu ýerde dyňzawyň **h** beýikliginiň **P** daşky güýjüň suwuň ρ_w dykyzlygyna gatnaşygyna deňligini bellemeli: $h = \frac{P}{\rho_w}$ (4-nji surat, ç).



4-nji surat. Çägesöw we toýunsow jynslarda suwuň

dyňzawynyň döremeginiň görnüşleri

Emma çägesöw – toýunsow jynslarda suwuň hereketine başga täsirleriň sebäp bolup bilýänligini hem bellemeli: 1) howa-suw sepgidinde döräp ösýän kapillýar güýçler; 2) gaty we suwuk jisimleriň sepgidinde döräp ösýän sorujy (sorbsiýa) güýçleri; 3) suwda erän maddalaryň konsentrasiýasynyň dürlüligi sebäpli döreýän osmos güýçleri; 4) hemişelik elektrik togunyň potensial tapawudy zerarly döreýän elektroosmos güýçleri; 5) konwektiw toklary, termoosmos, kapillýarosmos hereketleri döredýän temperatura tapawutlary; 6) dag jynslary doňanda döreýän ýylylyk akymlarynyň döredýän deňölçegsiz çyglylygy; 7) suwuň bugarmagy we buguň maýyşgaklygynyň tapawudy; 8) gazlar we suwuň bugy tarapyndan döreýän basyş we başgalar.

Getirilen sanawdan görnüşi ýaly çägesöw-toýunsow jynslarda suwuň hereketi örän çylşyrymly we köp zada bagly bolýar. Agzalan güýçleriň gradiýentleri (wektorlary) bir ugra gönükdirilen bolsa, suwuň hereket tizligi we

harjy köpelip bilýär, eger olar gapma-garşy ugurda bolsalar, hereket gowşap, hatda togtap hem bilýär.

Dag jynslarynyň öýjükleri suwdan tutuş doly ýagdaýyndaky herekete **süzülme (filtrasiýa)** diýilýär, öýjükler suwdan bölekleýin doluka herekete **göçme (migrasiýa)** dilýilýär. Suwuň göçme hereketi suwuk we bug görnüşinde bolup bilýär.

Çägesöw we toýunsow jynslarda bolup geçýän suwuň süzülme we göçme hereketlerini öwrenip bahalamagyň ähmiýeti juda uludyr. Olar jynslaryň suw geçirijiligini häsiýetlendirip, berklige, ýarsmalara, dürli geologik hadysalaryň döremegine ýa-da ösüş depgininiň güýçlenmegine uly täsir edýärler.

Ýerasty suwlaryň tizligini V şeýle formula bilen aňladyp bolýar:

$$V=Q/F, \quad (19)$$

bu ýerde Q – jynsyň içinden süzülip geçýän suwuň mukdary, m^3/g-g;

F – suwuň geçýän ugrundaky kese kesimiň meýdany, m^2.

Suwuň hereketi diňe öýjükleriň içi bilen bolýanlygy üçin onuň hereket edýän kesiminiň meýdany (F_h) suwly gatlagyň kesiminiň meýdanyndan (F) elmydama kiçidir (ýagny $F_h<F$), sebäbi kesimiň belli bir bölegini gaty bölejikler tutýar. Şonuň üçin suwuň hakyky tizligi V_h şeýle bolýar:

$$V_h=Q/F_h, \quad (20)$$

Görnüşi ýaly $F>F_h$ bolsa, onda $V_h>V$. Çägesöw jynslar üçin $F_h=n \cdot F$, bu ýerde **n** birlik ülüşlerinde berlen öýjüklilik. Onda $V_h=Q/nF$ we $V=n \cdot V_h$. Bu ýerden alyp bolýar:

$$K_h=K/n, \quad (21)$$

Çägelerde hakyky süzulme koeffisiýenti K_h elmydama laboratoriýada ýa-da meýdan suw guýuş synaglarynda $K=Q/F \cdot I$ gatnaşygyň üsti bilen kesgitlenen koeffisiýentden uludyr. Toýunsow jynslarda effektiw (işjeň ýa-da içinden suw geçirýän) öýjüklilik elmydama umumy öýjüklilikden juda kiçidir we köplenç nola barabardyr, sebäbi öýjükler ol ýerde fiziki bagly (dyňzawyň täsirine az boýun egýän) suwdan doludyr. Şol sebäpli toýunsow jynslarda $F_h<nF$.

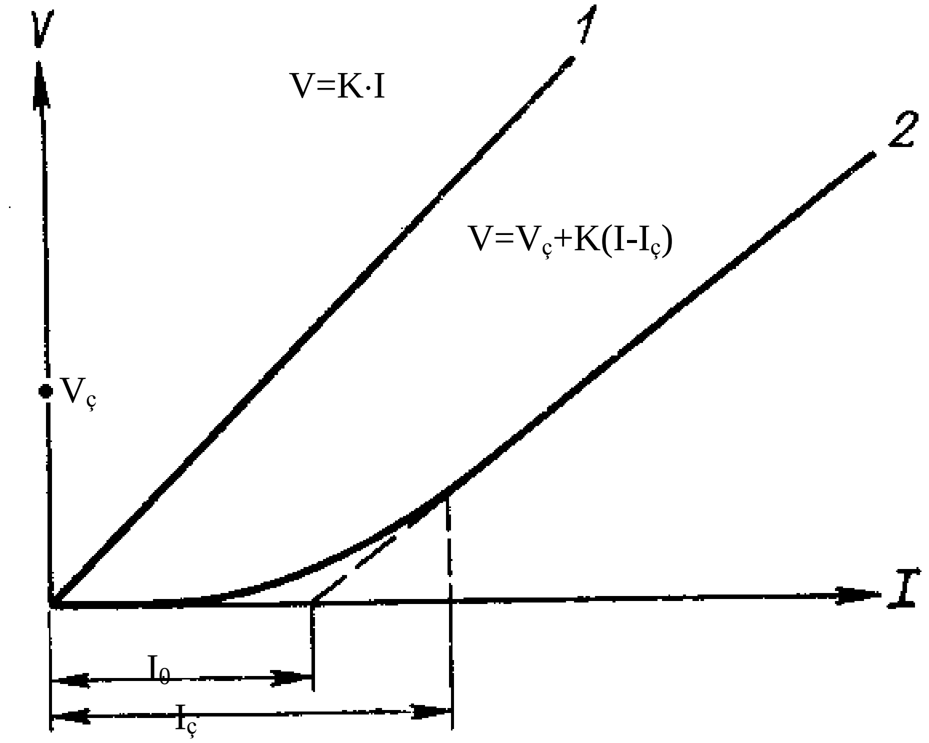
Emma täsir edýän dyňzaw uly bolsa, toýunlar hem suw geçirip bilýärler. Toýunlara suw geçirijilik ukybyny berip bilýän dyňzaw gradiýentine **başlangyç gradiýent (I_0)** diýilýär. Toýunsow jynslarda suwuň hereketini gönüçyzykly baglanyşyga getirýän dyňzaw gradiýentine **çäk (predel) gradiýenti** ($I_ç$) diýilýär (5-nji surat).

Suwuň hereketiniň tizligi (Darsiniň kanuny) bu ýerde şeýle görnüşe gelýär:

$$V=K \cdot (I-I_ç)+V_ç, \quad (22)$$

bu ýerde: $V_ç$ – suwuň çäk gradiýente ýetmezden öňki tizligi.

Dürli dag jynslarynyň **çäk gradiýenti** bardyr. Bu gradiýent şol bir jynsda hem onuň durky-halyna, dykyzlygyna baglylykda üýtgäp bilýär. Başlangyç we çäk gradiýentleriň bolmagy toýunsow jynslarda suwuň şepbeşik garşylygyny ýeňip geçmeli bolýanlygyny görkezýär.



5-nji surat. Çägelerde (1) we toýunda (2) suwuň hereket tizliginiň dyňzaw gradiýentine baglanyşygy

13-nji tablisada dagynyk teýgumlaryň käbiriniň süzülme koeffisiýentleriniň ortaça üýtgew gerimleri berilýär.

13-nji tablisa

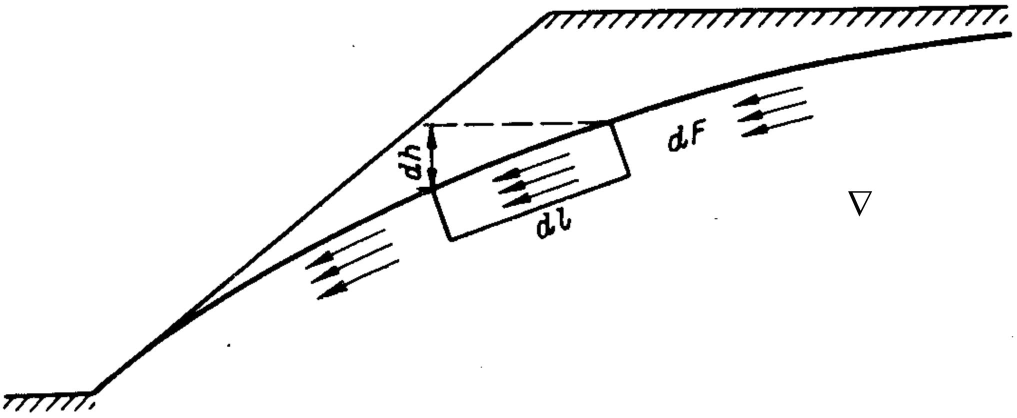
Dagynyk teýgumlaryň käbiriniň süzülme koeffisiýentleri

Teýgumlar	Süzülme koeffisiýenti K_s, m/g-g
Toýunlar	<0,001
Topurlar	0,1-0,001
Gumbaýraklar we kirşenli çägeler	2-0,1
Ownuk çäge	10-2
Aram möçberli çäge	30-10
Iri we daşly çäge	50-30
Gumbaýrak doldurgyçly çagyllar	15-5
Çäge doldurgyçly çagyllar	100-30
Doldurgyçsyz çagyllar, jyglymlar	>100

Suw süzdürijiligi pes jynslar öz içinden hereket edýän suwlara güýçli garşylyk görkezýärler, munuň netijesinde süzülme akymynda gidrodinamik güýçler – gidrodinamik basyş döreýär. Ol basyşyň peseliş ugry akymyň ugry bilen gabat gelýär, möçberi bolsa, suw süzdürijilik näçe pes bolsa, şonça uly bolýar (6-njy surat). Eger süzülme akymynda kese kesigi dF-e deň bolan bir kiçi göwrümi alsak, onda şol kesikdäki gidrodinamik basyş (P)

$$dP=dh \cdot dF \cdot \rho_w, \qquad (23)$$

bu ýerde ρ_w – suwuň dykyzlygy.



6-njy surat. Süzülme akymynda döreýän

gidrodinamik basyşyň täsiriniň sudur şekili

Suwuň hereketine jynsyň tutuş göwrüminiň garşylyk görkezýänligi nazarda tutulsa, gidrodinamik basyşyň şol göwrüme gatnaşygy

$$\frac{dP}{dF \cdot dL} = \frac{dhdF \cdot \rho_W}{dFdL} = I \cdot \rho_W, \qquad (24)$$

$\frac{dP}{dF \cdot dL}$ gatnaşygy D_{gd} bilen belläp, gidrodinamik basyşyň göwrüm güýçlerine we onuň dyňzaw gradiýentine (I) baglydygyna göz ýetirýäris:

$$D_{gd}=I \cdot \rho_w \cdot g, \qquad (25)$$

bu ýerde: g – agyrlyk güýjüniň tizlenmesi, m/s^2.

Dyňzaw uly bolsa, gidrodinamik basyş tebigy ýapylary, emeli eňňitleri, gurluşyk hendekleriniň düýbüni we diwarlaryny düzýän jynslaryň

durnuklylygynyň bozulmagyna sebäp bolýar. Ol durnukly jynslary suwýarsuw hadysalaryna sezewar edip, süýsgünler, hokurdanlaşma ýaly geologik prosesleriň döräp-ösmegine getirip bilýär. Şol sebäpli toýunsow-çägesöw jynslaryň suw süzdürijiliginiň öwrenilmegi olaryň ýarsmalaryny öňünden çaklamak üçin örän möhümdir.

Suw süzdürijiligiň esasy görkezijisi bolan süzülme koeffisiýentiniň bahasyny deslapky hasaplamalarda sebit boýunça düzülen tablisalar boýunça, çägeleriň zire düzümine esaslanan empirik formulalar boýunça, laborator tejribeleriň netijeleri boýunça alyp bolýar. Gidrogeologik şertler taslanýan işe, desga aýgytly täsir edýän bolsa, aýry-aýry meýdançalaryň, suwly gatlaklaryň suw süzdürijiligini kesgitlemek üçin suw guýuş synaglary (howaly zolakda), suw sorduryş synaglary (suwdan doýgun zolakda) ulanylýar.

Gurluşyk wagty ýa-da desga ulanylýan döwründe ýerasty suwlaryň derejesini peseltmek zerurlygy dörese, suw peseldiş hasaby geçirilýär. Bu hasap üçin dag jynslarynyň suwberijiligini bilmek zerur.

Suwberijilik – dag jynslarynyň suwdan doýgun ýagdaýynda öz düzümindäki suwlary agyrlyk güýjüniň täsiri astynda berip bilmek ukybydyr. Suwberijilik başgaça suwuň erkin çykýan mukdarynyň suwly gatlagyň umumy göwrümine % hasabyndaky gatnaşygydyr ýa-da 1m^3 suwly jynsyň berip biljek suwunyň mukdarydyr. Çägeleriň, çagyl-jyglymlaryň suwberijiligi 0,20-0,40 çemesi bolup, topur - toýunlaryň suwberijiligi 0-a golaý bolýar.

Käbir çaklama hasaplarda suwberijilik agramda däl-de göwrümde aňladylan doly suwsygymyň we aňrybaş molekulýar suwsygymyň tapawudy görnüşde alnyp ulanylýar: suwberijilik = doly suwsygym – aňrybaş molekulýar suwsygym.

Eger agzalan suwsygymlar toýunsow jynslaryň kiçi göwrümli nusgalarynda laborator şertlerinde alnan bolsa, suwberijiligiň takyklygy pes bolýar. Suwberijiligiň iň takyk bahasyny meýdan şertlerinde geçirilen suw sorduryş synaglarynyň üsti bilen alyp bolýar. Suwberijiligiň (μ) takmyny bahasyny süzülme koeffisiýentiniň (K) üsti bilen alyp bolýar, mysal üçin Betsinskiniň formulasy boýunça:

$$\mu = 0{,}117\sqrt[7]{K}\,, \qquad (26)$$

Suwberijiligi az suwly gatlaklarda ýerasty suwlaryň derejesini peseltmek üçin zeýkeş (suwalgyç) guýular dikligine däl-de keseligine gurnalýar ýa-da dik zeýkeş (suwalgyç) guýularyň süzgüji has uzyn alynýar.

11. Teýgumlaryň mehaniki häsiýetleri.Dagynyk teýgumlaryň gysylma ukyby.

Dag jynslarynyň mehaniki häsiýetleri olaryň daşky güýçleriň, ýüküň täsiri astynda özüni alyp barşyny kesgitleýär. Türkmenistanda gurulýan jaýlaryň, desgalaryň aglaba köpüsi toýunsow, çägesöw, iribölekli jynslaryň üstünde gurulýar. Şol sebäpli mehaniki häsiýetler bu ýerde dagynyk teýgumlar üçin berilýär.

Teýgumlaryň mehaniki häsiýetleri ýarsma we berklik görkezijilerinden düzülýär. Ýüküň, agramyň täsiri bilen dagynyk teýgumlarda içki gurluşyň we göwrümiň üýtgewi (dykyzlaşma) bolup geçýär, teýgumuň göwrüm birliginde öýjüklilik azalyp, gaty bölejikleriň deňeşdiirme mukdary artýar. Kesgitli agram zerarly bolup geçýän bu özgerişler näçe köp bolsa, ýarsma ukyby şonça uly hasaplanýar. Teýgumda daşky täsir zerarly gytak güýçler dörese we ol güýçler süýşme garşylygyndan uly bolsalar, teýgum berkligini ýitirip bozulýar, döwülýär, mynjyraýar.

Teýgumlaryň ýarsma (gysylma) görkezijileri binýatlaryň çökmegini çaklamaga, teýkardaky jynslaryň durnuklylygyny kesgitlemäge, gurulýan desganyň binýadynyň amatly düzgüdini (konstruksiýasyny), möçberini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Dag jynslarynyň süýşmä garşylygyny häsiýetlendirýän görkezijiler bentleriň, gaçylaryň ýapylarynyň eňaşaklygyny kesgitlemäge, karýerleriň ýapgytlygyny, kertligini mümkingadar ýer-gazuw işlerini az geçirip esaslandyrmaga, ýapylaryň, kenarlaryň süýşmä garşylygyny, teýgumlardan söýget desgalaryna we ýerasty desgalaryň berkitmelerine düşýän basyşy kesgitlemäge, söýget desgalarynyň iň amatly kesiminiň meýdanyny we durnuklylygyny esaslandyrmaga we başgalara mümkinçilik berýär.

Şu sebäplere görä taslamalarda çägesöw – toýunsow jynslaryň ýarsma we berklik görkezijileriniň öwrenilmegine uly üns berilýär.

11.1 Teýgumlaryň gysylmasyna täsirler

Çägesöw, toýunsow jynslaryň üstüne basyş täsir edende, olarda gysylma we teýgumuň ýumşak-gowşaklygyna baglylykda gapdala süýşme-maşşarma bolup geçýär. Gapdal ýarsmasynyň san bahasyny kesgitlemegiň tehniki kynçylyklary nazarda tutulyp, adatça dagynyk teýgumlaryň ýarsma ukyby – çöküjiligi gapdala süýşmäge mümkinçilik bermeýän berk polat halkalara gaplanan teýgumlarda

barlanylýar. Bu hili barlaglara **kompressiýa barlaglary**, teýgumlaryň şu usul bilen kesgitlenen çöküjilik ukybyna bolsa, **kompressiýa häsiýetleri** diýilýär. Bu usulyň manysy - artýan basyş bilen teýgumlaryň öýjükliliginiň (has takygy öýjüklilik koeffisiýentiniň) arabaglanyşygynyň kesgitlenilmegine syrykdyrylýar. Gysylma ukybyny kesgitlemek üçin kompressiýa egrisi, ýagny öýjüklilik koeffisiýentiniň dürli basyşda üýtgemeginiň çyzgyda berlen baglanyşygy ulanylýar.

Çägesöw-toýunsow jynslaryň kompressiýa häsiýetleri aşakdaky şertlere baglydyr.

1. Jynslaryň ownuklyk derejesine, ýagny zire düzümine we şol sebäbe görä - strukturasyna bagly. Başga şertlere garamazdan toýun, kirşen zirelerinden düzülen toýunsow jynslar çäge dänejiklerinden düzülen teýgumlardan köp we haýal çökýärler. Şonuň üçin yzgarly toýunlaryň üstünde gurlan desgalaryň çöküşi çägeleriň üstünde gurlanlaryňkydan kän ýokary bolýar we uzak wagtyň dowamynda (ýyllap, onlarça ýyllap) bolup geçýär. Çägeleriň üstünde gurlan desgalar hem çökýärler, emma az çökýärler we bu çökme ýarsmasy jaýyň gurluşygy gutarylanda tamamlanýar.

2. Toýunlaryň çökmesi iň maýda zireleriň (<0,002mm) mineral düzümine bagly. Suwy halaýan montmorillonitli toýunlar suwa az perwaýly kaolinitli toýunlardan az çökýärler.

3. Çägesöw jynslaryň çöküjiligi olaryň toýunsowlygynyň, çüýrüntgililiginiň artmagy bilen güýçlenýär.

4. Çöküjilik dag jynslarynyň fiziki ýagdaýyna, çyglylygyna, öýjükliligine, ýagny olaryň litogenez möwritindäki dykyzlaşma, böwşeňleşme taryhyna bagly.

5. Berk struktur baglanyşykly jynslar çökmän saklanýarlar. Olaryň çökmegi diňe daşky ýük teýgumuň berklik çäginden ýokary bolanda bolýar.

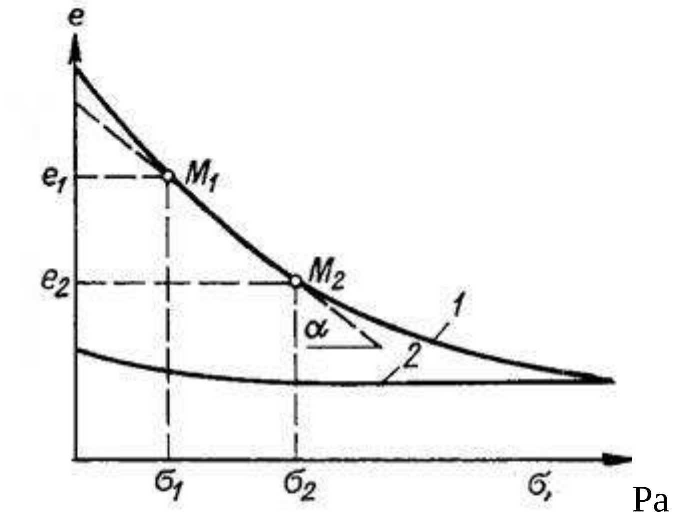
6. Çöküjilik dagynyk teýgumlaryň suwdan doýgunlyk derejesine bagly, sebäbi düýpli dykyzlaşma diňe gidrostatik deňagramlylykda bolýar. Eger şol derejä ýetilmese teýgumuň öýjüklerindäki suwuň döredýän basyşy dykyzlanma ygtyýar bermeýär.

7. Dag jynslarynyň fiziki ýagdaýynyň, düzüminiň we tebigy gurluşynyň emeli täsirler bilen üýtgän ýerlerinde (gurluşyk hendekleri, barlag çukurlary bilen üsti açylan, öňki tebigy ýatan ýerinden gozgalan teýgumlarda) küpürseme, çişme, gowşama, tebigy durkunyň, çyglylygynyň üýtgemesi ýaly prosesler bolup geçýär. Bu özgerişler teýgumuň gysylma ukybynyň düýpli artmagyna getirýär.

8. Dagynyk teýgumlaryň gysylmasy täsir edýän güýjüň möçberine we görnüşine hem bagly bolýar, eger beýleki şertler meňzeş bolsa, täsir edýän güýç näçe uly we ýokary sarsgynly bolsa, dag jynslary şonça köp çökýär.

11.2. Kompressiýa synaglarynyň geçirilişi we ulanylyşy

Kompressiýa häsiýetleri, kompressiýa egrisi. Dagynyk teýgumlaryň ýarsma ukybyna baha kesmek dürli basyşda öýjüklilik koeffisiýentiniň azalmaklygynyň öwrenilmegine esaslanýar. Bu baglanyşyk kompressiýa egrisi görnüşinde berilýär (7-nji surat). Kompressiýa egrisinden görnüşi ýaly her kesgitli σ_i basyşa **e** öýjüklilik koeffisiýentiniň degişli bahasy mahsus bolýar, ýagny basyş artdygyça öýjüklilik koeffisiýenti kiçelýär.



7-nji surat. Kompressiýa egrileri

1 – dykyzlaşma; 2 – küpürseşme-çişme

Adatça basyşyň ilkinji basgançaklarynda (50-100 kPa-a çenli) dykyzlaşma depgini uly bolýar, soňky basgançaklarda kompressiýa egrisiniň eňaşaklygy kem-kemden peselýär. Eger basyşyň üýtgewi az möçberde alynsa, ýagny $\sigma_2 - \sigma_1 = d\sigma$ bolsa, onda öýjüklilik koeffisiýenti hem az üýtgeýär, ýagny $e_1 - e_2 = de$. Onda kompressiýa egrisiniň kiçi böleginde: M_1 we M_2 nokatlaryň arasynda egrini göni diýip alyp bolýar. Şol gönüniň basyş örki bilen emele getiryän α burçunyň tangensi teýgumuň şu basyş aralygyndaky gysylma ukybyny häsiýetlendirýär.

$$tg\alpha = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{-de}{d\sigma} = a, \qquad (27)$$

Iş ýüzünde bu gatnaşyk **gysylma koeffisiýenti** ýa-da **kompressiýa koeffisiýenti** diýlip atlandyrylýar we **a** harpy bilen belgilenýär. Bu koeffisiýent näçe uly bolsa, teýgum şoňça gowşakdyr, dykyzlaşmadykdyr. Bu koeffisiýentiň ölçeg birligi, öýjüklilik koeffisiýentiniň ölçegsizligine görä, basyşyň alnan ölçeg birligine laýyklykda ýa MPa^{-1} görnüşde ýa-da $10^{-5}Pa^{-1}$ görnüşde bolýar. Takmyny deňeşdirmelerde eger **a** koeffisiýentiň bahasy (MPa^{-1} aňladylanda) 1-0,1 aralykda bolsa, teýgum güýçli çokmäge ukyply hasaplanýar; a=0,1-0,01 bolsa, aram çökýän; a=0,01-0,001 bolsa, az çökýän hasaplanýar.

Öňki ýazylan formulany üýtgedip täze formula alyp bolýar:

$$de=-a\cdot d\sigma, \qquad (28)$$

Bu deňleme çägesöw we toýunsow teýgumlaryň mehanikasynyň esasy kanunlarynyň biri **dykyzlaşma** kanunydyr. Ol şeýle beýan edilýär: „Dag jynslaryndaky öýjükleriň göwrüminiň deňeşdirme (otnositel) üýtgewi basyşyň üýtgewi bilen deňpaýlydyr“ (Sytowiç, 1963). Dykyzlaşma kanuny „Materiallaryň garşylygyndaky“ maýyşgaklyk kanuny bilen kybapdaşdyr. Gukuň kanyny boýunça deňeşdirme ýarsmasy (**λ**)täsir edýän **σ** dartgynlyk bilen deňpaýlydyr.

$$\lambda=\sigma/E, \qquad (29)$$

bu ýerde

E – maýyşgak ýarsmanyň moduly terslin alamaty bilen alnan gysylma (kompressiýa) koeffisiýentine kybapdaşdyr.

Jaýlar we desgalar taslananda esasy ýarsma görkezijisi hasaplanýan umumy ýarsma moduly E_0 ulanylýar. Ol teýgumdaky dartgynlyk bilen oňa degişli deňeşdirme ýarsmanyň deňpaýlyk koeffisiýentidir.

$$\sigma_z=E_0\cdot\varepsilon_z, \qquad (30)$$

bu ýerde

σ_z – gysyjy dartgynlyk;

E_0 – umumy ýarsma moduly;

ε_z – gapdala süýşmä ýol berilmedik şertde agzalan dartgynlyk zerarly deňeşdirme ýarsma (eger h – nusganyň beýikligi, Δh nusganyň ýarsmasy bolsa, $\varepsilon_z=\Delta h/h$). Onda:

$$E_0=\sigma_z/\varepsilon_z, \qquad (31)$$

Ýarsmanyň umumy moduly megapaskalda ölçelýär. Ol ýörite geçirilýän meýdan we laborator synaglarynda kesgitlenýär ýa-da kompressiýa barlaglarynyň netijeleri esasynda şeýle formula boýunça hasaplanýar:

$$E_0=\beta\frac{1+e_1}{a}, \qquad (32)$$

bu ýerde

e_1 – kompressiýa egrisinde σ_1 ýüke degişli öýjüklilik koeffisiýenti;

a - σ_1 we σ_2 basyş aralygy üçin kesgitlenen gysylma koeffisiýenti, MPa^{-1};

β - gapdala süýşmä ýol berilmedik kompressiýa barlaglarynda kesgitlenen gysylmadan hakyky şertlerde duşýan gysylma geçmek üçin ulanylan köpeldiji.

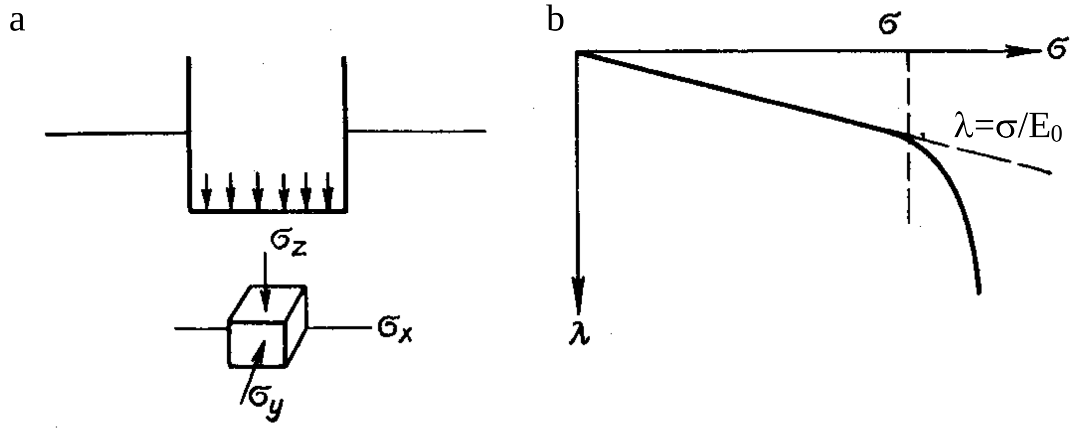
β görkeziji keseligine giňelme (**μ**) koeffisiýentiniň ýa-da gapdal basyş koeffisiýentiniň (**ξ**) üsti bilen şeýle formulalaryň haýsy-da bolsa biri arkaly kesgitlenýär:

$$\beta=1-2\mu/(1-\mu) \quad \text{ýa-da} \quad \beta=\frac{(1-\xi)(1+2\xi)}{1+\xi}, \qquad (33)$$

Köplenç hasaplamalarda β koeffisiýentiň san bahasyny teýgumuň görnüşine baglylykda alyp bolýar: çägelerde – 0,76; gumbaýraklarda – 0,72; topurlarda – 0,57; toýunlarda – 0,43.

Dagynyk teýgumlaryň umumy ýarsma moduly gaty jisimleriň maýyşgaklyk modulyna kybapdaşdyr. Emma toýunsow we çägesöw jynslar gaty jisimlerden tapawutlylykda maýyşgak ýarsmalardan has uly bolan galyndyly ýarsma eýedirler. Şol sebäpli dagynyk teýgumlaryň ýarsma moduly hem maýyşgak, hem galyndyly ýarsmalary öz içine alýar.

Çägesöw we toýunsow jynslardaky dartgynlyklar bilen deňeşdirme ýarsmalaryň arasyndaky gönüçyzykly (deňpaýly) baglanyşyk diňe belli basyş aralygyna mahsusdyr (8-nji surat).



8-nji surat. Desgalaryň binýatlarynyň teýkaryndaky

dag jynslarynyň dartgynlyklarynyň we ýarsmalarynyň arasyndaky baglanyşyk.

a – desganyň binýadynyň aşagyndaky dag jynsynyň iň kiçi çäkli göwrüminde döreýän 3 örkli dartgynly ýagdaý; σ_z, σ_y, σ_x – degişli oklardaky dartgynlyklar.

b – dag jynsynyň ýarsmasynyň täsir edýän dartgynlyga baglylygy.

Şol sebäpli umumy ýarsma moduly E_0 garalýan jynslaryň çäkli basyş aralygyndaky häsiýet görkezijisidir (8-nji b suratdaky çyzgynyň gönüçyzykly bölegi). Emma dagynyk teýgumlaryň üstünde desgalardan düşýän agramyň aşa uly bolmaýanlygy (şol sanda Türkmenistanda) göz öňünde tutulyp, garalýan görkezijiniň ulanylyşynyň dogrulygyny bellemeli. Başgaça aýdylanda dagynyk teýgumlarda bolup geçýän ýarsmalaryň hasaby gönüçyzykly ýarsma gurşaw üçin alnyp barylýan hasap bilen ylalaşyklydyr diýip kesgitlemeli.

Türkmenistanda örän giň ýaýran toýunsow jynslaryň gysylma ukyby we berlen basyşdaky çöküş ýarsmasynyň kiparlamasy (konsolidasiýasy) şeýle şertlere bagly:

1) **struktur baglanyşyklaryň berkligine**; heniz ol baglanyşyklar döwülmänkä, üzülmänkä ýarsma maýyşgak görnüşde bolýar, onuň möçberi az, dowamlylygy örän çalt bolýar; dykyzlaşma basyş işjeň (effektiw) derejä ýetenden soň başlaýar;

2) **suw süzdürijilige**; ýagny dykyzlaşmanyň tizligi teýgumdaky suwlaryň gysylyp çykarylyş tizligine bagly bolýar. Öýjük suwlarynyň dyňzaw gradiýenti garalýan toýunsow jynsdaky öňki gradiýentden artmasa, suw gysylyp çykmaz we dykyzlaşma togtar (başlanmaz);

3) **jynsyň şepbeşikligine** (jynsy düzýän zireleriň özara süýşmä garşylygyna); bu şert struktur we struktur adsorbsiýa ýarsmalarynyň tizligine täsir edýär.

Köp sanly tejribelere görä toýunsow jynslaryň ýarsmalarynyň agramly bölegi (doly ýarsmanyň 80-95%-i) süzülip çykýan suwuň deregine gaty bölejikleriň süýşüp barmagy bilen bagly, ýarsmanyň galan bölegi hemişelik ýükde süýşüşleriň hasabyna bolup geçýän ýarsmalar bilen bagly. Emma aýry-aýry şertlerde haýal süýşme ýarsmalarynyň agdyklyk edýän ýerleri hem bolýar (Daşko R.E, 1976-1980ýý.).

Teýgumlaryň gysylma ukyby meýdan synaglary bilen (ştamply, pressiometrli synaglar), käbir laboratoriýalarda üçokly basyş döredýän abzalda – stabilometrde kesgitlenýär. Emma, iş ýüzünde teýgumlaryň gysylma ukyby sadalygy, elýeterliligi, arzanlygy sebäpli kompressiýa abzallarynda TDS-12248-96 standarta laýyklykda geçirilýän synaglaryň esasynda öwrenilýär.

12. Teýgumlaryň berkligi we dagynyk teýgumlaryň süýşmä garşylygy

12.1.Teýgumlaryň berkligi

Inžener geologiýasynda **teýgumlaryň berkligi** diýlip adatça olaryň gysyjy güýçlere garşylygy alynýar. Başgaça, teýgumlaryň berkligi – gapdala giňelmäge doly mümkinçilik berlen şertde olaryň mynjyradylmagy bilen kesgitlenýär. Teýgumuň durkuny bozýan güýç bu ýerde bir ugurda täsir edýär, şol sebäpli şeýle synaga **birokly gysyş** diýilýär.

Teýgumlaryň birokly gysyşa garşylygy kese ýarsmalaryň birden ulalmagy ýa-da teýgumuň durkunyň göz-görtele döwülmegi bilen häsiýetlendirilýär. Gysyş garşylygynyň san bahasy (R_c) teýgumuň göwrüminiň hemme nokatlarynda dartgynlyk birmeňzeşdir diýen çaklamadan ugur alnyp, şeýle formula bilen kesgitlenýär:

$$R_c = \frac{P_{mynj}}{F}, \ (kN/sm^2) \qquad (34)$$

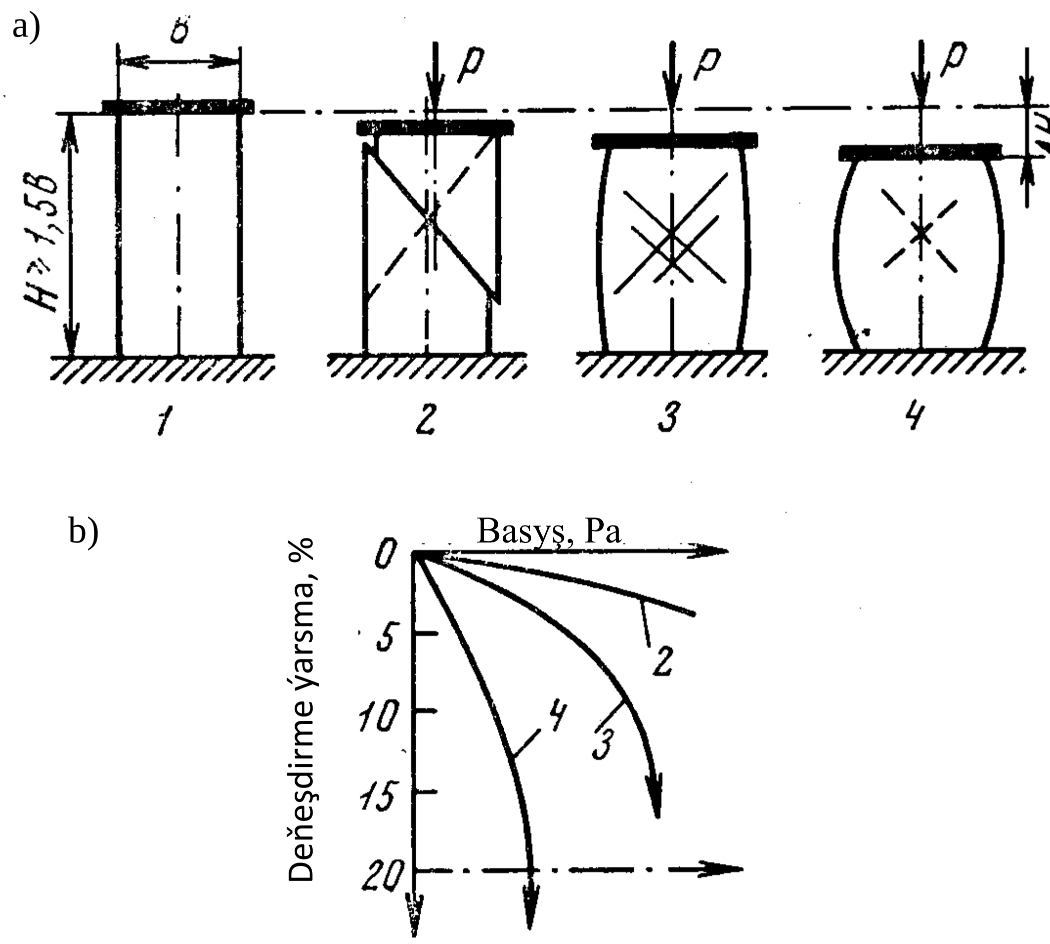
bu ýerde

P_{mynj} – mynjyratma sarp edilen güýç, kN;

F – nusganyň kese kesiginiň meýdany, sm^2.

Hakykatda nusgadaky dartgynlyk birmeňzeş däldir. Şol sebäpli nusgany mynjyratmagyň netijesinde teýgumlaryň berkligi hakda birnäçe sebäplere bagly şertli häsiýetnama alynýar. Emma muňa garamazdan inžener-geologik işlerde R_c giňden ulanylýar: bu görkeziji binýatasty bitewidaş jynslaryň göterijilik ukybyny (несущую способность), beýleki teýgumlaryň içki sürtülme burçuny, ilişmesini häsiýetlendirýär. Dagynyk teýgumlaryň häsiýetleri gowulandyrylanda R_c artdyrylan berkligiň esasy görkezijisi bolup, ulanylýan usullaryň bähbitlisini saýlamaga ýardam edýär.

Birokly gysyşda teýgumlaryň nusgasynyň döwülmegi (gaýry şertler birmeňzeş bolanda) dag jynslarynyň görnüşine baglylykda port, ýarym port we süýgeşik bolup bilýär (9-njy surat).



9-njy surat. Birokly gysyşda teýgumlaryň ýarsmasy

(Ý.M. Sergeýew we başg. boýunça. 1973)

a) – teýgumuň nusgasynyň synagdan öňki we soňky görnüşi;

1 – nusganyň synagdan öňki görnüşi; 2 – port döwülme; 3 – ýarymport döwülme;

4 – süýgeşik ýarsma; F – nusganyň başlangyç kesigi; P – basyş; ΔH – dik ýarsma;

b) – „basyş-ýarsma“ çyzgysy

Port döwülme – ýarsmalaryň we dartgynlyklaryň kiçi möçberlerinde, takmynan deňpaýly çäkde bolup geçýän teýgumuň nusgasynyň durkunyň döwülmesi (çatlamasy, jaýrylmasy) bilen bagly we köplenç sesli bolýar. Port döwülmeler diňe berk kristallik baglanyşykly jynslarda bolýar.

Teýgumlaryň süýgeşik döwülmesi (ýarsmasy) onuň göwrüminiň üýtgemän daşky sypatynyň çelege çalymdaş görnüşe geçmegi bilen häsiýetlenýär. Süýgeşik

ýarsma gowşak jynslara mahsusdyr. Bu ýarsma tebigy şertlerde ýerasty desgalaryň gurşawyndaky gatlaklaryň eplenmesine, gysylyp çykarylmasyna getirýär.

Dag jynslarynyň berkligi köp şertlere: dag jynslarynyň mineral düzümine; strukturasyna we teksturasyna, şeýle-de synaglaryň geçiriliş şertlerine baglydyr.

12.2. Toýunsow teýgumlaryň birokly gysyşa garşylygy

Toýunsow teýgumlaryň birokly gysyşa garşylygy bitewidaşlaryňka meňzeşdir. Tapawudy toýunlarda döwülip-bozulmadan öň hem, soň hem süýgeşik ýarsmanyň bolup geçýänligi bilen bagly. Eger bitewidaşlaryň bozulma ýarsmalarynyň deňeşdirme möçberi göterimiň ondan bir böleginden geçmeýän bolsa, toýunsow jynslarda ol onlarça göterime ýetip bilýär.

Mineral düzümi boýunça montmorillonitli toýunlaryň berkligi ýokary, gidroslýuda we kaolinit düzümli toýunlaryň berkligi pes bolýar. Gowy eýlenen palçykdan ýasalan toýun nusgalarynyň gysylgy halda doly guradylandan soňky berkligi onlarça MPa-a ýetip bilýär:

montmorillonitli toýunlarda	20-29 MPa,
gidroslýudaly toýunlarda	12-13 MPa,
kaolinitli toýunlarda	3-7 MPa

Zireleriň maýdalygynyň artmagy bilen toýunsow teýgumlaryň berkligi artýar. Emma bu baglanyşyk birtaraply däldir. Toýun bölejikleriniň arasynda kolloidleriň köp bolmagy berkligiň artmagyna däl-de peselmegine getirýän wagtlary hem bolýar. Bu waka şeýle düşündirilýär: teýgumuň zire düzümi näçe birmeňzeş bolsa, şonça ol ýerde öýjüklilik artýar; biralamatly zarýadlanan zireleriň agdyklyk etmegi bolsa, molekulýar we elektrostatik dartyş güýçleri gowşadýar.

Dykyzlygyň berklige täsiri teýgumy dykyzlaşdyran basyşyň **amatly çyglylykda** berlenligine bagly, ýagny iň az zähmet sarp edip, iň ýokary dykyzlygy gazanmak üçin her teýgumuň özüne mahsus amatly çyglylygy bolmalydyr. Toýunsow teýgumlarda bu çyglylyk ýaýylyş çägine golaýdyr.

Amatly çyglylykda teýguma berilýän basyş näçe uly bolsa, şonça berklik hem ýokary bolýar. Emma bu baglanyşyk diňe dykyzlanmanyň amatly basyşyna çenli bolup geçýär. Dykyzlanmanyň amatly basyşy dürli düzümli we şejereli toýunlar üçin 6-30 MPa aralygynda bolýar (Sergeýew Ý.M., 1973).

Toýunsow teýgumlaryň berkligine dykyzlandyryjy basyşdan başga gyzdyryp bişirme we suwa ýatyrma uly täsir edýär. Emma bu ýerde bişirmezden öň amatly

basyşda dykyzlandyrylan teýgumlaryň berkliginiň has ýokary bolýanlygyny bellemeli (14-nji tablisa).

14-nji tablisa

Moskwanyň etegindäki örtük topurlaryň nusgalarynyň dykyzlandyrylandan, gyzdyrylyp bişirilenden we suwa ýatyrylandan soňky berkligi (Ý.M. Sergeýew boýunça)

Nusgalaryň ýagdaýy	Dürli basyşda (10^5 Pa) dykyzlandyrylan nusgalaryň birokly gysyşda berkligi, 10^5 Pa					
	30	60	100	200	500	1000
Howada guradylan	98	118	139	138	141	142
105°C-da gyzdyrylanda	118	149	179	178	170	180
350°C-da gyzdyrylanda	127	234	570	550	-	545
700°C-da bişirilende	173	322	640	638	-	650
700°C-da bişirilenden soň, suwa ýatyrylanda	142	162	270	-	280	330

Dykyzlanmanyň amatly basyşy toýunsow teýgumuň zireleriniň maýdalygyna bagly: teýgumda näçe toýun we kolloid parçalary köp bolsa, şonça amatly basyşyň möçberi peselýär.

12.3. Teýgumlaryň süýşmä garşylygy

Süýşmä garşylyk çägesöw we toýunsow jynslaryň berkligini, ýagny döwülip-bozulma garşylygyny häsiýetlendirýär. Daşky güýjüň täsiri bilen teýgumuň belli zolaklarynda zireara baglanyşyklar bozulýar we bir zireleriň beýleki zirelere görä süýşmesi bolýar, ýagny teýgum şol bir basyşda çäksiz ýarsma häsiýetine eýe bolýar. Ýeriň ýüzünde bu proses ýapylaryň, kenarlaryň süýşüşleri, binýadyň aşagyndaky teýgumlaryň çogmagy we ş.m. görnüşlerde bolup geçýär.

Teýgumlaryň süýşmä garşylygynyň laboratoriýa we meýdan şertlerinde kesgitlenişi binýatlaryň aşagyndaky teýgumlaryň bozulmasyny modelirleýär, ýagny belli perpendikulýar basyşda duran nusgany ýa-da teýgumuň göwrüminiň bir bölegini süýşürmek, ýerinden gozgamak üçin sarp edilmeli güýji ölçemeklige esaslanýar.

Perpendikulýar basyşyň artmagy bilen teýgumuň süýşmä garşylygy egri çyzykly görnüşde artýar (10-njy surat). Gysýan basyşlaryň sebitinde süýşmä garşylyk umuman çäksiz artýar, emma çekiji (dartyjy) basyşlaryň sebitinde baglanyşykly teýgumuň berkliginiň belli çägi bolýar we egri çyzyk τ örki

(ordinatany) kesip geçýär (10-njy surat, a). Baglanyşyksyz teýgumlaryň dartyjy güýçlere garşylygy bolmany sebäpli, süýşmä garşylygyň egrisi örkleriň başlanýan (kesişýän) ýerinden çykýar (10-njy surat, b).

Teýgumlaryň süýşmä garşylygy basyşyň belli çäklerinde (100 kPa-dan müňlerçe kPa-a çenli) 1773-nji ýylda Ş. Kulon tarapyndan tapylan gönüçyzykly baglanyşyk görnüşinde berilýär:

$$\tau=\sigma \text{ tg } \varphi + c, \tag{35}$$

bu ýerde

τ - aňrybaş süýşüriji dartgynlyk, kPa;

tg φ - içki sürtülme koeffisiýenti;

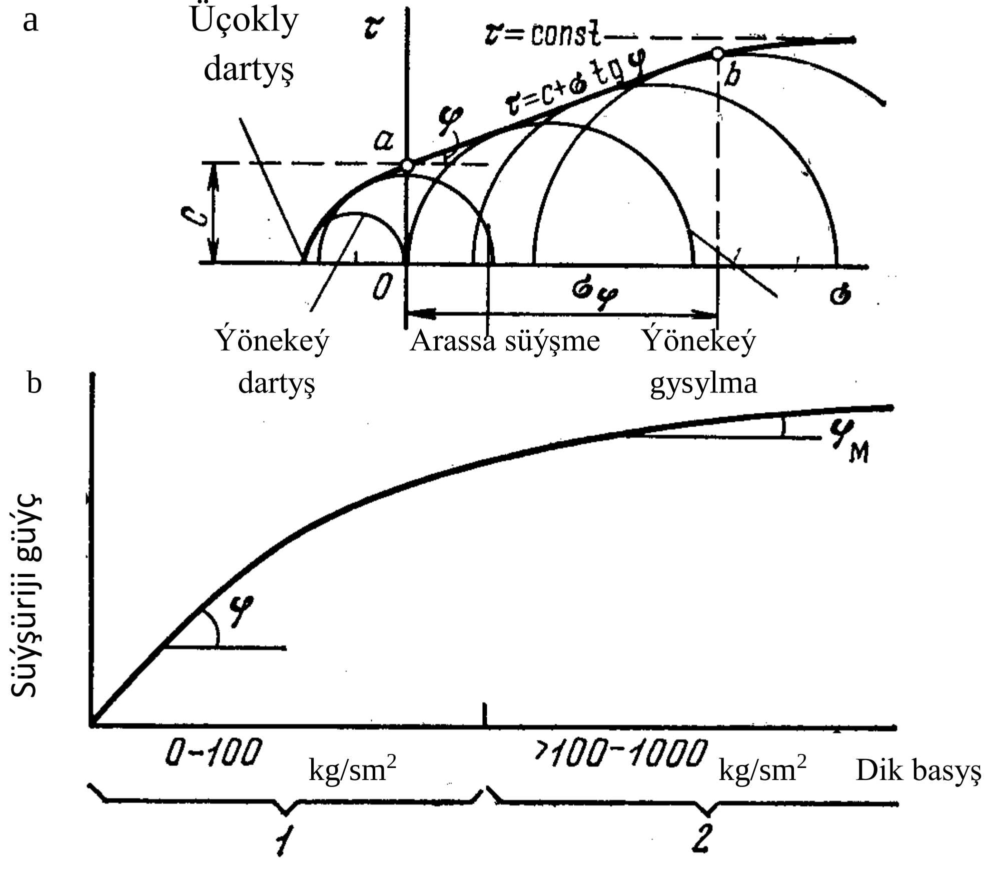
φ - içki sürtülme burçy, gradusda;

c – ilişme, kPa.

Çägelerde ilişme bolmaýanlygy sebäpli süýşmä garşylyk şeýle aňladylýar:

$$\tau=\sigma \text{ tg } \varphi \qquad (35^a)$$

Görkezilen ululyklar **φ** we **c** teýgumlaryň sürtülme we ilişme güýçlerinden düzülen süýşma garşylygy bolup, teýgumlaryň berkligi direg desgalara, ýerasty desgalara basyş hasaplananda giňden ulanylýarlar.



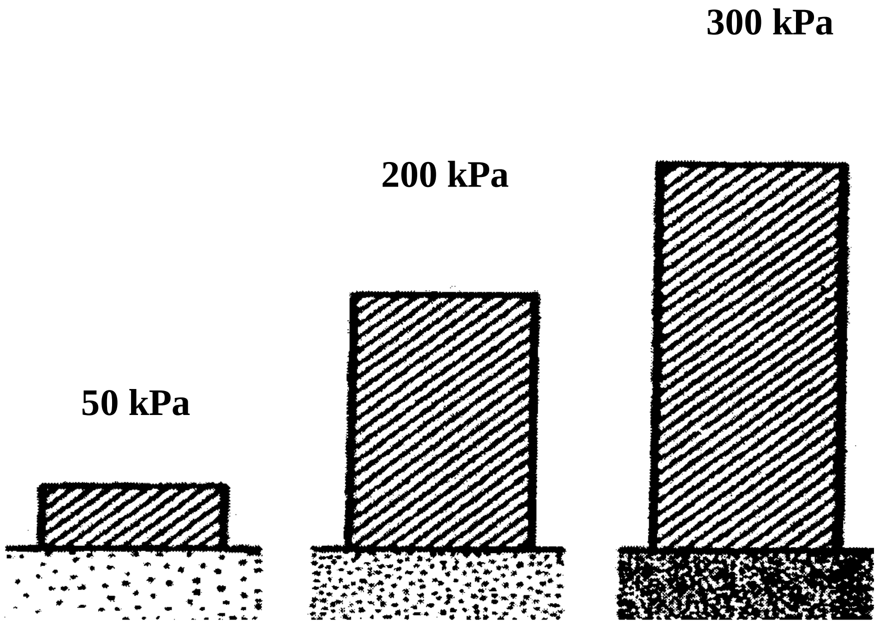
10-njy surat. Baglanyşykly (a) we baglanyşyksyz (b)

teýgumlaryň süýşmä garşylygynyň perpendikulýar basyşa baglylygy:

1 – inžener-geologik işlerde duşýan basyşlar;

2 – tektonofizikleri gyzyklandyrýan basyş çäkleri

Dagynyk teýgumlaryň sürtülmä garşylygy olaryň zire düzümine bagly. Teýgumy düzýän zireler näçe iri, üstleri büdür-südür, zireleriň ýerleşişi näçe dykyz bolsa, şonça sürtülme köp bolýar. Beýleki şertler meňzeş bolanda içki sürtülme dykyzlandyryjy basyşyň ösüşi bilen artýar (11-nji surat).



a b ç

11-nji surat. Dürli dykyzlykly ownuk çägeleriň çydap bilýän basyşy:

a – küpürsek çäge; b – aram dykyzlykly çäge; ç – dykyz çäge

Ilişme esasan baglanyşykly toýunsow jynslara degişli. Ol teýgumy düzýän zireleriň arasynda döreýän digirlenme (koagulýasiýa) sementleşme baglanyşyklaryň kemala gelmegi bilen döreýär. Bu baglanyşyklara täsir edýän şertlere zireleriň maýdalygy, iň maýda zireleriň mineral düzümi, dykyzlyk, çyglylyk, sementleşmäniň barlygy, sementiň düzümi, teýgumuň tebigy durkunyň üýtgedilenligi degişlidirler.

Toýunsow we çägesöw teýgumlaryň berkligini we süýşmä garşylygyny kesgitlemek üçin birnäçe usullar ulanylýar: berklik çäginde birokly gysyş bilen laboratoriýada kesgitlemek (TDS-17245-79), meýdan şertlerinde teýgumlary aýlawly kesme bilen barlamak (TDS-21719-76), teýgumlary üçokly gysyş abzalynda barlamak we başgalar. Emma iň giňden ulanylýan usula teýgumlaryň

birtekizlikde kesilmä garşylygyny laboratoriýada kesgitlemek usullary (TDS-12248-96) degişlidir. Bu usul görkezilen standart boýunça jaýlaryň we desgalaryň hemme görnüşleriniň gurluşygyny esaslandyrmakda ulanmaga hödürlenýär.

13. Teýgumlaryň synplanyşy.

Teýgumlaryň synplamalary aşakdaky maksatlar üçin ulanylýar:

1) teýgumlara inžener-geologik jähetden baha kesmek üçin;

2) inžener-geologik kartalary we kesimleri düzmek üçin;

3) inžener-geologik gözlegleriň düzümini, möçberini we usulyýetini kesgitlemek üçin;

4) teýgumlaryň amatsyz häsiýetlerini gowulandyrmak usulyny saýlap almak üçin.

13.1. Teýgumlaryň synplamalarynyň ösüp kämilleşmegi

Ylmyň ösmeginiň belli tapgyrynda esasy meseläniň biri synplamany esaslandyryp gurmakdyr. Bu tapgyryň döremegi ylym pudagy boýunça toplanan maglumatlar kesgitli derejä ýeten wagty, öwrenilýän zatlaryň içki baglanyşyk kanunlary äşgär edilenden soň mümkin bolýar. Inžener geologik jähetden synplamany düzmek işi dag jynslarynyň düzümi, gurluşy we häsiýetleri boýunça uly göwrümli maglumatlar ýygnalandan soň başlandy. Ilkinji synplamalar XX asyryň başlarynda düzüldi. Şeýle synplamalary düzmek we soňra kämilleşdirmek rus alymlary F.P.Sawarenskiý, I.W.Popow, W.A.Priklonskiý, P.N.Panýukow, Ý.M.Sergeýew, L.D.Belyý we beýlekiler tarapyndan geçirildi.

Ilkinji resmi umumy synplama 1982-nji ýylda neşir edildi. Bu synplama öňki Sowet Soýuzy dagaýança (1991ý) we ondan soň ençeme ýyllap hemme pudaklarda, esasan-da gurluşyk üçin gözleg-taslama işlerini geçirýän guramalarda we kärhanalarda ulanyldy. 1995-nji ýylda Russiýada teýgumlaryň synplamasy boýunça täze döwlet standarty (ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация) düzüldi. Ol standart soňra Garaşsyz döwletleriň arkalaşygyna (GDA) girýän döwletlerde (sol sanda Türkmenistanda) döwletara resminama hökmünde kabul edildi.

2003-nji ýylda dagynyk teýgumlar synpyna girýän teýgumlary Türkmenistanyň şertlerinde toparlamak üçin resminama - TDS 609-2003 kabul edildi.

13.2. Synplamalaryň görnüşleri

Teýgumlaryň synplamalarynyň umumy, bölek, sebit we pudak synplamalary ýaly görnüşleri bar.

Umumy synplamalaryň maksady iň köp ýaýran dag jynslarynyň kysymlarynyň hemmesini öz içine almak we olary teýgum görnüşde häsiýetlendirmekdir. Bu synplamalarda dag jynslary gelip çykyşy ýa-da aýgytly häsiýetleri boýunça aýry-aýry synplara, toparlara bölünýärler we her bölünip çykarylan synp, topar häsiýetleri boýunça beýlekilerden tapawutlanýarlar. Öňki agzalan synplamalar ГОСТ 25100-82, ГОСТ 25100-95 umumy synplamalara degişlidirler. Beýleki synplamalaryň hemmesi umumy synplamalaryň bir bölegidir.

Bölek synplamasy teýgumlaryň aýry-aýry toparlaryny belli görkezijileri ýa-da belli bir häsiýeti boýunça has ownuk toparçalara, kysymlara, görnüşlere, görnüşliklere bölýär. Dagynyk teýgumlaryň zire düzümi boýunça ýa-da çyglylyk derejesi boýunça bölünişi şeýle synplama degişlidir. Bu synplamalar umumy synplamanyň ýa bir bölegidir, ýa-da ösdürimidir.

Sebit synplamasy – aýry-aýry sebitleriň özboluşlygyny nazarda tutýan synplamadyr. Agzalan TDS 609-2003 şol bir wagtda hem sebit (Türkmenistan), hem bölek (dagynyk teýgumlaryň zire düzümi) synplamasyna degişlidir.

Pudak synplamasy – hojalyk pudaklarynyň aýry-aýrylary üçin niýetlenýän synplamadyr (ýol gurluşygy üçin, toprak öwreniş üçin we ş.m.). Olaryň ulanylyşy çäklidir.

13.2.1. TDS – 25100-95. Teýgumlar. Synplama

Bu synplama Russiýada işlenip düzülen umumy synplamadyr. Ol gurluşygy standartlaşdyrmak we tehniki normalaşdyrmak boýunça halkara ylmy-tehniki topar tarapyndan 1995-nji ýylyň Gurbansoltan aýynyň 19-da kabul edildi. Bu synplama Ermenistanyň, Gazagystanyň, Gyrgyzystanyň, Russiýanyň, Täjigistanyň, Özbegistanyň wekilleri tarapyndan goldandy. 1999-njy ýylyň Bitaraplyk aýynyň

31-de bu synplama TDS – 25100 – 95 belgi bilen Türkmenistanda hem işe girizildi.

Bu synplamada taksonomik birlikler şeýle alamatlara görä bölünýär:

3) **synp** – jisimara gurluş baglanyşyklaryň umumy häsiýeti boýunça;
4) **topar** – teýgumlaryň jisimara gurluş baglanyşygynyň hili boýunça (olaryň berkligi göz öňünde tutulyp);
5) **toparça** – teýgumlaryň gelip çykyşy (şejeresi) we emele geliş şertleri boýunça;
6) **kysym** – teýgumlaryň madda düzümi boýunça;
7) **görnüş** –teýgumlaryň atlary boýunça (jisim bölejikleriniň möçberleri we häsiýet görkezijileri göz öňünde tutulyp);
8) **görnüşlik** – teýgumlaryň madda düzüminiň häsiýetleriniň mukdar görkezijileri we jisimara gurluşy boýunça.

Bu synplama boýunça ähli teýgumlar **4 sany synpa**: **bitewidaşlara**, **dagynyk teýgumlara**, **doň teýgumlara we emeli teýgumlara bölünýärler**.

Bitewidaşlar synpy **bitewidaş** we **ýarymbitewidaş** toparlara, çogma (magmatik), dönen (metamorfik), çökündi bitewidaş toparçalara bölünýär. Bu synpa degişli teýgumlaryň görnüşlerine granitleri, dioritleri, gabbrolary, bazaltlary, andezitleri, liparitleri, kwarsitleri, mermerleri, çägedaşlary, çagyldaşlary, hekdaşlary, toýundaşlary, hekgumdaşlary, hekleri, zylçalary, nahar duzuny mysal getirip bolar.

Dagynyk teýgumlar bu synplama boýunça şeýle **görnüşlere** bölünýärler: toýunsow teýgumlar, läbikler (suwdan doýgun gyrmançalar), çägeler, iribölekliler we başgalar. Ýagny, köp ýagdaýlarda dürli häsiýete eýe bolýan gumbaýraklar, topurlar, toýunlar bir görnüşe degişli hasaplanyp, diňe aýry-aýry görnüşliklere süýgeşiklik sanyna laýyklykda bölünýärler.

13.2.2.TDS 609-2003. Teýgumlar dagynyk. Toparlama

Öňki Sowet Soýuzynyň umumy meýdany üçin niýetlenen ГОСТ - 25100-82 (TDS-25100-95) Türkmenistanyň kolloid aktiwligi pes we duzly teýgumlary üçin gabat gelmeýärdi. Şol sebäpli agzalan döwletara standartyň üsti TDS 609-2003 synplama bilen ýetirildi (düzüjiler Nurgeldiýew N. we başg.). Bu synplama bir sebitiň bölek synplamasydyr, ýagny diňe bir synpa – dagynyk teýgumlar synpyny toparlara, kysymlara, görnüşlere bölmek üçin niýetlenendir. Şonuň üçin onuň adyna “synplama” diýilmän **“toparlama”** diýildi. Bu synplamanyň gurluşy, ýörelgesi TDS-25100-95 döwletara synplamasyna doly gabat gelýär. Toparlama boýunça dagynyk teýgumlar synpy iribölekliler, çägeler, baglanyşyklylar toparyna, toparlar mineral düzümi boýunça kysymlara bölünýärler. Öňki agzalan döwletara

synplamadan tapawutlylykda TDS 609-2003 boýunça kysymlar görnüşlere zire düzümi boýunça bölünýärler. (15-njiy tablisa).

Teýgumlaryň görnüşliklerini kesgitlemek üçin bu ýerde olaryň süzülme koeffisiýenti, dykyzlygy, ýaýylma görkezijisi, deňeşdirme yzgarlap çişmesi we çöküşi, çyglylyk derejesi, duzlulygy we başgalar ulanylýarlar.

TDS 609-2003 resminama boýunça dagynyk teýgumlaryň esasynda dörän emeli (tehnogen) teýgumlaryň toparçalara, kysymlara, görnüşlere bölünişi hem berilýär (15-nji tablisa)

15-nji tablisa

Tebigy dagynyk teýgumlaryň synpy

Synp	Topar	Toparça		Kysym		Görnüş	Görnüşlikler
1	2	3		4		5	6
Dagynyk (mehaniki we suw-kolloid jisimara baglanyşykly)	Baglanyşyksyzlar	Çökündiler	Iriböleklilер	Minerallylar	Silikatlylar, Karbonatlylar, Köpminerallylar	Zire düzümi boýunça bölünýärler: Harsaň (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse - läheň) teýgumy – 200mm-den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa; Çagyl (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse - jyglym) teýgumy – 10mm-den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa; Ownuk çagyl (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse – ownuk jyglym) teýgumy- 2mm –den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa.	Bölünýärler: 1.doldurgyjyň düzümi boýunça; 2.zire düzüminiň dürlülik derejesi boýunça; 3.duzlulyk derejesi boýunça; 4.suw süzdürijilik derejesi boýunça; 5.çyglylyk derejesi boýunça.

			Çägeler			Zire düzümi boýunça bölünýärler: Daşly çäge – 2mm-den uly zireler agramy boýunça 25 göterimden köp bolsa; Iri çäge – 0,5mm-den uly zireler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa; Aram möçberli çäge – 0,25mm-den uly zireler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa; Ownuk çäge – 0,1 mm-den uly zireler agramy boýunça 75 göterime deň ýa-da köp bolsa; Kirşenli çäge – 0,1mm-dem uly zireler agramy boýunça 75 göterimden az bolsa.	Bölünýärler: 1.zire düzüminiň dürlülik derejesi boýunça; 2.dykyzlyk derejesi boýunça; 3.çyglylyk derejesi boýunça; 4.duzlulyk derejesi boýunça; 5.organiki maddalaryň deňeşdirme mukdary boýunça; 6.yzgarlap çökmäniň deňeşdirme bahasy boýunça; 7.öýjüklilik koeffi-siýenti boýunça; 8.suw süzdürijilik derejesi boýunça.

15-nji tablisanyň dowamy

<table>
<tr><td>1</td><td>2</td><td colspan="2">3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Dagynyk</td><td rowspan="2">Baglanyşyksyzlar</td><td rowspan="2">Çökündiler</td><td rowspan="2">Toýunsowlar</td><td>Minerallylar</td><td>Zire düzümi – toýun parçalarynyň (< 0,002 mm) mukdary (Mc, %) boýunça (2mm-den uly zireleriň mukdarynyň 50 göterimden az bolmak şerti bilen):
9) Gumbaýraklar ... 3 ≤ Mc ≤ 10
10) Topurlar... 10 < Mc ≤ 30
11) Toýunlar ... Mc>30%</td><td rowspan="2">Bölünýärler:
1. zire düzümi boýunça;
2. iribölek parçalaryň garyndylary boýunça;
3. ýaýylma görkezi-jisi boýunça;
4. organiki maddala-ryň deňeşdirme mukdary boýunça;
5. ýüksüzkä yzgarlap çişmäniň deňeş-dirme bahasy boýunça;
6. yzgarlap çökmä-niň deňeşdirme bahasy boýunça;
7. suw süzdürijilik derejesi boýunça;
8. duzlulyk derejesi boýunça.</td></tr>
<tr><td>Organiki – minerallylar</td><td>Läbikler</td></tr>
</table>

Bellik: Topraklar ekerançylyk hajatlary babatda Türkmenistanda topraknama üçin kabul edilen synplamalara görä toparlanýarlar. Inžener geologiýasynda we gurluşyk işlerinde topraklara dagynyk teýgumlar ýaly garalýar we olar degişli görkezijiler boýunça toparlanýarlar.

16-njy tablisa

Tehnogen teýgumlaryň synpy

<table>
<tr><th>Topar</th><th colspan="2">Toparça</th><th>Kysym</th><th>Görnüş</th><th>Görnüşlikler</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Sementleşmedik çökündi teýgumlar</td><td rowspan="2">Tebigy ýatan ýerinde üýtge-dilenler</td><td>Fiziki täsir bilen üýtgedilenler</td><td rowspan="4">Tebigy dagy-nyk teýgum-laryňky ýaly</td><td rowspan="4">Tebigy dagynyk teýgumlaryňky ýaly</td><td rowspan="6">Tehnogen teýgumlaryň düzüm we häsiýet aýratynlyklary göz öňünde tutulyp, tebigy teýgumlaryň görnüşlikleriniň bölünişine kybapdaş bölünýärler.</td></tr>
<tr><td>Fiziki we himiki täsir bilen üýtge-dilenler</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Tebigy ýatan ýerinden goz-gananlar</td><td>Süýşürilen teý-gumlar</td></tr>
<tr><td>Akdyrylan teý-gumlar</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Adamtarapyn dörentgiler</td><td>Dökülen zibiller</td><td rowspan="2">Önümçiligiň we adamyň hojalyk işleriniň galyn-dylary</td><td rowspan="2">Durmuşy zibiller, senagat zibilleri, gurluşyk galyn-dylary, şlaklar, şlamlar-küller, külşlaklar we başg.</td></tr>
<tr><td>Akdyrylan zibiller</td></tr>
</table>

14. Bitewidaş teýgumlar synpy

Bitewidaş (ýa-da berk struktur baglanyşýkly) teýgumlar 2 topardan – bitewidaşlardan we ýarymbitewidaşlardan düzülýärler.

Bitewidaşlara bir ýa-da birnäçe minerallaryň bile bitişen kristallaryndan düzülen örän berk jisimara baglanyşykly teýgumlar degişli bolýar. Olara çogma (magmatik) jynslaryň hemmesi diýen ýaly (gabbrolar, diabazlar, dioritler, granitler, siýenitler, bazaltlar, andezitler we başgalar), dönen (metamorfik) jynslaryň hemmesi: silikatlylar (gneýsler, kwarsitler, slanesler), karbonatlylar (mermerler,

rogowikler, skarnlar), berk baglanyşykly çökündi jynslardan: silikatlylar (çägedaşlar, çagyldaşlar), karbonatlylar (berk hekdaşlar, dolomitler) degişlidirler.

Ýarymbitewidaşlara gaty kristal bölejikleri esasan sementleşmek arkaly birleşip, gaty baglanyşyga eýe bolan teýgumlar degişlidirler. Olara çogma (magmatik) jynslardan diňe gyzgyndan erän maddalary ýokary galanda sowap, eremedik jynslar bilen garyşyp doňanda döreýänleri, berk baglanyşykly çökündi jynslaryň köpsanly görnüşleri degişlidirler:

- silikatlylar-toýundaşlar, kirşendaşlar, gowşak çägedaşlar;
- kremnililer-opokalar, diatomitler, trepeller;
- karbonatlylar-hekler, gowşak hekdaşlar, hekgumdaşlar;
- sulfatlylar-zylçalar, angidritler;
- galoidliler – nahar duzlary (galit).

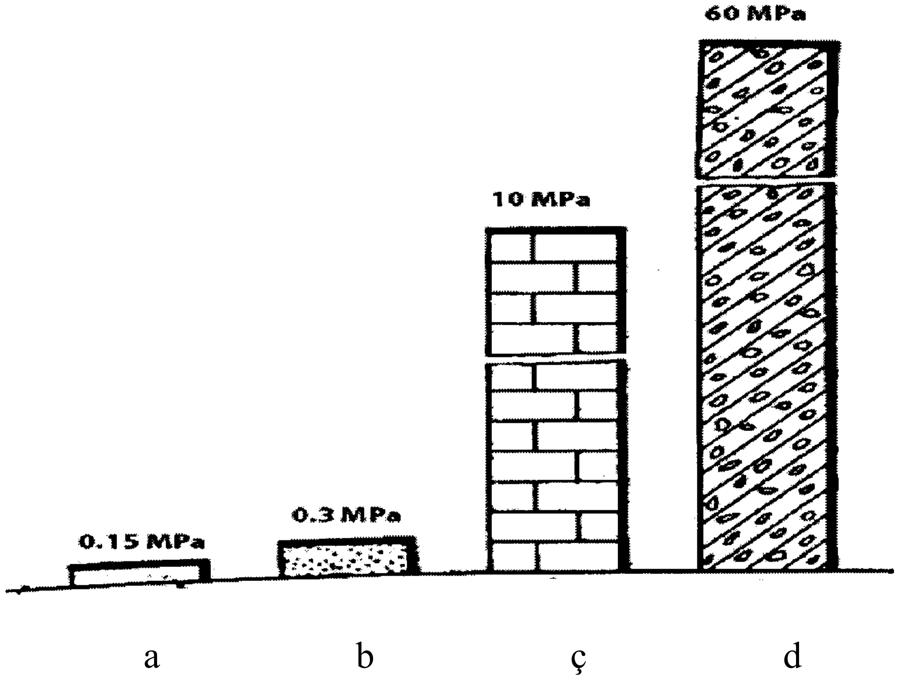
Bitewidaş we ýarymbitewidaş teýgumlaryň şertleýin araçägi hökmünde olaryň suwdan doýgun ýagdaýyndaky birokly basyşa (gysyşa) çydaýan R_c berklik çägi ulanylýar: $R_c \geq 5$ MPa – bitewidaş teýgumlar; $R_c < 5$ MPa – ýarymbitewidaş teýgumlar.

Umuman alanyňda bitewidaşlar synpyna degişli teýgumlaryň aglaba köpüsiniň aýgytlaýjy häsiýetleri amatly-berkligi ýokary, çöküjiligi ýoga golaý, durnukly, suw süzdürijiligi juda pes bolýar. Bu ýerde bitewidaşlar synpyna degişli aýry-aýry toparlara, Türkmenistanda giň ýaýran bitewidaş teýgumlaryň görnüşleriniň käbirlerine gysgaça häsiýetnama berilýär.

Çogma (magmatik) jynslar Türkmenistanda juda seýrek duşýarlar. Olaryň hemmesiniň diýen ýaly häsiýetleri şeýledir:

- berkligi ýokary, örän ýokary ($Rc \geq 100$ MPa);
- gysylmak ukyby az, ýoga golaý, ýagny çökmeýärler;
- suw süzdürijiligi ýok, sebäbi öýjüksiz; bu häsiýet diňe weýranlaşan, jaýrylan teýgumlarda bolup bilýär;
- durnuklylygy ýokary, suwda eremeýärler, ýumşamaýarlar.

Çogma jynslaryň berkligi aýry-aýry kristallaryň arasyndaky baglanyşygyň otly ergin (magma) sowap doňanda bile bitişip döränligi bilen bagly. Şol sebäpli granitleriň öýjükliligi 0,1-0,3%, suwdan doýgun ýagdaýyndaky birokly gysyşda berkligi 300 MPa-dan ýokary bolýar. Agzalan berkligiň juda ýokarylygy ony gurluşyk materiallarynyň, has hem dagynyk teýgumlaryň berkligi bilen deňeşdirilende aýdyň görünýär (12-nji surat)



12-nji surat. Dürli gurluşyk materiallarynyň we teýgumlaryň berkligi (myňjyramaklyga garşylygy): a – çygly toýun; b – çäge; ç – kerpiç; d – beton.

Bitewidaş teýgumlaryň (şol sanda çogma jynslaryň) amatsyz häsiýetleri adatça diňe weýranlaşma hadysasynyň netijesinde bolup bilýär. Weýranlaşma derejesi **weýranlaşma koeffisiýenti (Kw)** bilen kesgitlenýär. Bu görkezijiniň san bahasy weýranlaşan teýgumuň dykyzlygynyň weýranlaşmadyk teýgumuň dykyzlygyna bolan gatnaşygy bilen aňladylýar. Weýranlaşma koeffisiýenti weýranlaşmadyk teýgumda 1-e, çala weýranlaşanda 1-0,90-a, weýranlaşanda 0,9-0,8, güýçli weýranlaşanda 0,8-den aza deň bolýar.

Metamorfik (dönen) jynslar çogma jynslaryň, bitewidaş çökündi jynslaryň örän uly basyşyň, gyzgynlygyň täsiri astynda başga jynsa (adatça has berk, durnukly jynsa) öwrülmegi, dönmegi netijesinde döreýärler. Mysal üçin, çägedaşdan-kwarsitler, hekdaşlardan-mermerler, toýundaşlardan – toýun slanesleri, granitlerden – gneýsler emele gelýärler. Ýurdumyzda bu jynslar ýeriň ýüzüne golaý çuňluklarda çogma jynslardan hem seýrek duşýarlar.

Dönen jynslaryň häsiýetleri şeýledir:

- berkligi köplenç ýokary, käte pes hem bolup bilýär: kwarsitler-örän berk, mermerler-berk, toýunsow slanesleriň berkligi aramdan pese çenli;
- gysylma ukyby çogma jynslaryňka meňzeş;

- suw süzdürijiligi jynslaryň ýygyrtlylygyna we jaýryklylygyna bagly, umuman ýoga golaý;
- durnuklylygy dürli: kwarsitler – örän durnukly, toýunsow slanesler – çalt weýranlaşýarlar.

Bu ýerde dönen jynslaryň bir wekiline – soňky döwürde ýurdumyzda diwar örtügi üçin giňden ulanylýan mermer hakda aýratyn häsiýetnama berilýar.

Mermer – doly kristallaşan dag jynsy bolup, kalsitiň we dolomitiň zirelerinden düzülýär. Mermer ýumşak, ýylmamagy aňsatlygy üçin örtük bezeg daşy görnüşde ulanylýar. Iň gowy mermerler deňölçegli ownuk zireli, gatlaksyz, öýjüksiz, jaýryksyz bolup, düzüminde piritiň, slýudanyň garyndysyny saklamaýar. Emma şeýle mermerler seýrek duşýarlar, köplenç olaryň düzüminde köp mukdarda dolomit, azda-kände kwars, slýuda bolýar. Mermerlerde belli bir çuňluga çenli ýagtylyk geçirijilik (içi görünmek) ukyby bolýar, şu häsiýeti onuň bezeg hilini artdyrýar.

Gelip çykyşy boýunça mermerler 2 hili bolýarlar:

1. Mermerleşen hekdaşlar sebitleýin metamorfizmde uly çuňluklardaky basyşyň we gyzgynlygyň täsiri bilen döreýärler. Olaryň strukturasy doly we köplenç deňölçegli kristallaşan, teksturasy-zolakly bolýar.

2. Gyzgyn magmanyň karbonat jynslaryň içinden geçen zolagynda döreýän galtaşma mermerleri iri kristally, zolaksyz, reňki we strukturasy çalt üýtgeýän görnüşde bolýarlar.

Mermerleriň berkligi, durnuklylygy olaryň struktura-tekstura aýratynlyklaryna bagly bolýar. Umuman mermerleşen hekdaşlaryň häsiýetleri giň gerimde üýtgegen bolýar. Mermerleriň dykyzlygy 2,67-2,86 g/sm^3, birokly gysyşda berkligi 75-197 MPa aralygynda üýtgeýär.

Klimatyň, howa şertleriniň täsirine mermerler durnuklydyrlar. Emma düzüminde pirit, organiki maddalar bolan mermerleriň durnuklylygy peselýär. Mermer düzüminde kömürturşy gazyny saklaýan suwlaryň täsirine durnuksyz bolýarlar, senagat merkezlerinde köp duşýan tüsse gazlary hem mermerleri çalt zaýalaýarlar.

Bitewidaş çökündi jynslar Türkmenistanyň daglyk ýerlerini tutuşlaýyn diýen ýaly tutýarlar. Bitewidaş çökündi jynslar jaý-desgalaryň teýkary görnüşinde seýrek ulanylýan hem bolsalar, olardan dörän iribölekli jynslar (harsaňlar, çagyllar, jyglymlar) teýkar hökmünde hem, gurluşyk materiallary hökmünde hem ýurdumyzda giňden ulanylýarlar. Bu topar iki toparça: ululy-kiçili böleklerden

düzülen zireli (terrigen) bitewidaşlara we agramly bölegi karbonat düzümli-karbonatly bitewidaşlara bölünýärler.

Çökündi bitewidaşlaryň madda düzümi teýgumuň zirelerini düzýän minerallaryň düzüminden başga, garyndylaryň we sementiň düzümine baglydyr. Garyndylaryň täsiri karbonat jynslarda has wajypdyr, sementiň hiliniň ähmiýeti zireli bitewidaşlarda uludyr. Mysal üçin, karbonat jynslar esasy mineral bolan kalsitden, dolomitden we beýleki karbonatlardan başga köplenç kremnezýomy, toýun maddalaryny, zylça garyndylaryny saklaýarlar. Kremnezýom hekdaşlaryň ereýjiligini azaldýar, berkligini artdyrýar. Şol sebäpli kremnili hekdaşlar köplenç berk, durnukly bolup, hut bitewidaşlara degişli bolýarlar. Toýun garyndyly hekdaşlaryň ereýjiligi kemelýär, şeýle-de olaryň berkligi hem peselýär, yzgarlanda bolsa-ýumşaýarlar. Şol sebäpli hekdaşlar düzüminde toýunsow maddalaryň artmagy bilen karbonatly-toýunly jynslara öwrülýärler: ilki toýunsow hekdaşlara, soňra hekgumdaşlara (mergellere) we ş.m. Bu berkligi peselen karbonatly jynslar ýarymbitewidaşlara degişli bolýarlar.

Hekdaşlaryň düzüminde dolomit bar bolsa, onda ereýjilik peselip, berklik artýar. Desganyň aşagyndaky ýa-da gurşawyndaky karbonat jynslarda zylçanyň, angidritiň ýa-da karbonatlara degişli bolmadyk sada duzlaryň bolmagy berk baglanyşykly teýgumuň durnuklylygyny düýpli peseldýär, bu ýagdaý gurluşykçylary aladalandyrmalydyr.

Karbonatly jynslaryň fiziki-mehaniki häsiýetleri olaryň strukturasyna, teksturasyna we düzümine baglydyr. Mysal üçin, paleozoý eýýamynyň kremnileşen, mermerleşen hekdaşlary, mezozoý, kaýnozoý eýýamlarynda emele gelen öýjükli balykgulakdan düzülen hekdaşlardan tapawutly berkdir. Hekdaşlaryň dykyzlygy ortaça 2,0-2,6 g/sm^3, kremnileşen dykyz hekdaşlaryňky 2,8-2,9 g/sm^3-e ýetýär. Hekdaşlaryň öýjükliligi 1,0-15,0%, birokly gysyşda berkligi birligiň ülüşlerinden 250 MPa-a çenli üýtgeýär. Arçabil, Gökdepe, Kelif ýataklaryndaky hekdaşlaryň öýjükliligi 1-7%, howada gysylma berkligi 110-140 MPa aralykda üýtgeýär. Balykgulakdan düzülen hekdaşlaryň öýjükliligi ýokarydyr (30-38%), birokly gysyşda berkligi (R_c=6-26MPa), ýumşaýjylyk koeffisiýenti ($K_ý$=0,6-0,8) pesdir.

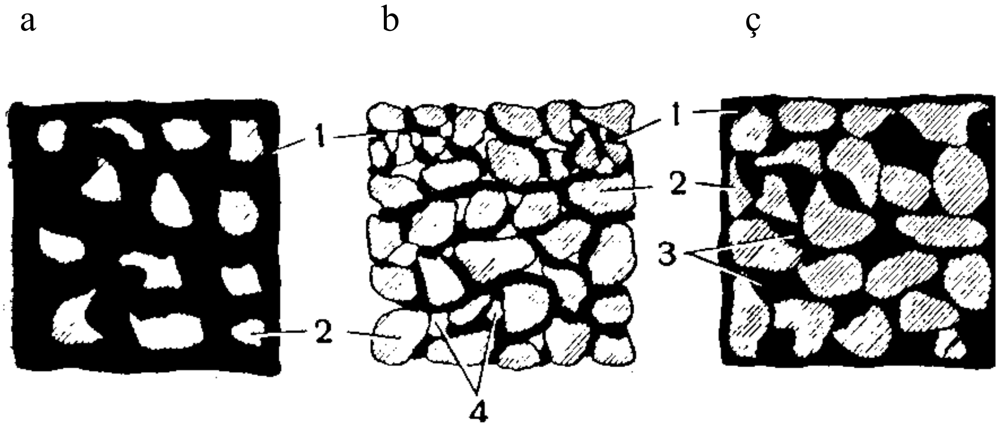
Karbonatly jynslarda suw süzdürijilik esasan jaýryklylyk bilen bagly. Jaýryklar boýunça hereket edýän suwuň düzüminde iýiji kömürturşulygy bolsa, karbonatlaryň ereýjiligi düýpli artyp, köwekler, gowaklar döreýärler.

Karbonat kysymly bitewidaşlaryň ýaýran ýerlerinde gurluşyk işleri taslananda olaryň fiziki-mehaniki häsiýetlerinden başga gowaklama prosesine meýilliligi göz öňünde tutulmalydyr.

Sementleşen zireli teýgumlar Türkmenistanyň daglyk ýerlerinde giň ýaýrandyrlar. Düzümindäki deslapky zireleriň möçberine laýyklykda olar şeýle kysymlara bölünýärler: iridaşlylar (çagyldaşlar), ownuk zireliler (çägedaşlar), kirşen zireliler (kirşendaşlar), toýun zireliler (toýundaşlar). Agzalananlaryň içinde çägedaşlar tebigatda köp duşýarlar.

Çägeleriň **çägedaşlara** öwrülmegi öýjük nemlerinden duzlaryň çökmegi arkaly diagenez tapgyrynda we çäge çökündileriň ýeriň gabygynyň aşaky böleklerine çökmeginiň netijesinde epigenez tapgyrynda bolup geçýär.

Sementleşen jynsyň berkligi zireleriň düzümine, şeýle-de sementleşmäniň kysymyna we sementiň düzümine bagly. Sementleşmäniň esasy görnüşleri guýma (bazal), galtaşma we öýjükli kysymlara degişlidirler (13-nji surat). Guýma kysymda çäge bölejikleri sementiň içine siňip, biri-birilerine degmeýärler (13-nji sur., a). Bu kysymda çägedaşyň berkligi sementiň berkligi bilen kesgitlenýär. Galtaşma sementleşmesinde sementleýji madda diňe zireleriň galtaşýan ýerlerinde bolýar (13-nji sur., b). Bu şertde berklik ýokary bolmaýar. Çägedaşlaryň iň berki öýjükli sementleşme kysymyna mahsusdyr, bu ýerde biri-biri bilen galtaşýan çäge zireleriniň arasyndaky öýjükler sement bilen doldurylgy bolýar (13-nji sur., ç).



13-nji surat. Çökündi jynslaryň sementleşmesiniň görnüşleri:

a – guýma (bazal); b – galtaşma; ç – öýjükli

1 – sementleşdiriji madda; 2 – bölejik (zire); 3 – sement bilen doldurylan öýjükler;

4 – sement bilen doldurylmadyk öýjükler

Sement hökmünde toýun maddasy, kremniniň suwsuz we suwly oksidleri (kwars, halsedon, opal), demir oksidleri, kömür kislotasynyň duzlary, kalsiniň sulfaty hyzmat edip bilýärler. Agzalanlaryň arasynda kremnili, demirli sementler örän berkdir. Geosinklinal (daglyk) sebitde zireleriň mineral düzümi hem, sementiň düzümi hem dürlüdir.

Çägedaşlaryň gaty bölejikleriniň dykyzlygy 2,60-2,70g/sm^3, dykyzlygy 2,20-2,70g/sm^3 aralygynda üýtgeýär. öýjükliligi 0,5-40% aralykda bolup, köplenç 20-25%-den ýokary çykmaýar.

Çägedaşlaryň mehaniki häsiýetleri olaryň strukturasyna, teksturasyna, zireleriniň ýylmanaklygyna, sementiň düzümine, sementleşmäniň kysymyna baglylykda giň gerimde üýtgeýär. Gysylma berkligi 1-2 MPa-dan 250 MPa-a çenli üýtgeýär. Dartylma berkligi gysylma berkliginiň 2-5%-ni, epilme berkligi – 6-20%-ni, süýşmä garşylygy – 11-12%-ni düzýär (M.P. Lysenko, 1972). Kwarsite çalymdaş we kremnili çägedaşlaryň gysylma berkligi ýokary (70-200 MPa), hek sementli çägedaşlaryňky ep-esli pesräk (20-100 MPa) bolýar.

Toýun, hekgumdaş, zylça sementli çägedaşlar berk hem, durnukly hem bolmaýarlar we ýarymbitewidaşlara degişlidirler. Garagumda köp dusýan deridaş – zylçaly çägedaşdyr. Otda birneme gyzdyrylyp, zylça sementi gowşadylandan soň bu daşlar eýlenýän deriniň iç ýüzüni arassalamak üçin gadymdan bäri ulanylýar.

Çägedaşlaryň aýaza çydamlylygy ýokary däldir. Mysal üçin, hatda kwarsite çalymdaş çägedaşlary 25 gezek doňdurylyp (aýazladylyp) we soňra doňy çözülende olar berkligini 1%, beýleki çägedaşlar 4-40%-e çenli azaldýarlar.

Çagyldaşlar (konglomeratlar, brekçiler) çägedaşlardan seýrek duşýarlar. Olaryň berkligi, durnuklylygy düzümindäki daşlara, semente bagly bolýar, emma çägedaşlaryňkydan pesdir we köplenç ýarymbitewidaşlara goşulýarlar.

Kirşendaşlar, toýundaşlar uly göwrümli we birsydyrgyn düzümli görnüşde seýrek duşýarlar. Köplenç olar çägedaş we karbonatly bitewidaşlaryň arasynda ýuka gatlak görnüşde duşýarlar. Strukturasyna, teksturasyna, sementiniň düzümine baglylykda olaryň dykyzlygy 1,34-2,10g/sm^3, berkligi 10-50 MPa aralykda üýtgeýär. Köplenç bu jynslaryň berkligi gatlaklylyga perpendikulýar gysylanda 15-20 MPa, ugurdaş gysylanda – 10-15 MPa çemesidir. Bu jynslar aýaza, temperaturanyň, çyglylygyň üýtgemegine durnuksyzdyrlar. Inžener-geologik jähetden toýundaşlaryň, kirşendaşlaryň hili çägedaşlaryňkydan pes hasaplanýar.

Olar ýapylarda aňsatlyk bilen weýranlaşyp, dökülmeleri emele getirýärler (Arçabil – Gökdere ýolunyň ýakalarynda we ş.m.).

15. Dagynyk teýgumlar synpynyň häsiýetnamasy

Ýurtdaky jaýlaryň, desgalaryň teýkary bolup hyzmat edýän dagynyk teýgumlaryň häsiýetleri olaryň düzümine, ýatýan ýerine we başgalara baglylykda örän giň gerimde üýtgeýärler. Emma şeýle üýtgewe garamazdan teýgumlaryň adybir kysymlarynyň, görnüşleriniň, görnüşlikleriniň özüne mahsus bolan häsiýetnamasyna daýanyp bolýar.

Çagyl teýgumlary pes çyglylygy (1-5%-e çenli), pes öýjükliligi (15-25%-e çenli), ýokary suw süzdürijiligi, deňeşdirme durnuklylygy, berkligi we az-owlak çöküjiligi bilen häsiýetlenýärler. Şol sebäplere görä köpgatly jaýlaryň binýatlaryny çagyl teýgumlarda ornaşdyrmak amatlydyr. Eger iridaş jynslar ýerasty suwly gatlaklar toplumyny düzýän bolsa, suwalgyç guýularyň çöwlügini (süzgüjini) şolaryň çäginde ýerleşdirmek çykaryp alynýan suwlaryň ýokary çykymyny kepillendirýär.

Çägeleriň berkliginiň tebigaty edil çagyllardaky ýaly, sürtülme güýçlerine baglydyr, bularda-da ilişme baglanyşygy ýokdur. Emma çägeleriň beýleki häsiýetleri çagyllaryňkydan üýtgeşikdir. Olaryň çyglylygy 1-15% aralygynda, öýjükliligi 35-45% aralygynda üýtgäp bilýär. Şol sebäplere görä çägeleriň berkligi pes, çöküjiligi ep-esli ýokary (has hem sarsgynly agramda), suw süzdürijiligi çäganiň zire düzümi boýunça görnüşligine bagly bolýar.

Toýunlaryň çyglylygy, duzlulygy, gysylma ukyby çägeleriňkiden, toýunsow jynslaryň beýleki görnüşlerinden hem ýokarydyr, suw süzdürijiligi welin, juda ujypsyzdyr. Yzgarlap suwdan doýgun ýagdaýa geçende toýunlaryň gysylyş ukyby 2-5 esse artýar, gapdala süýşüriji güýçlere garşylygy, esasan ilişme baglanyşygy, onlarça esse peselýär. Suwly gatlaklaryň düýbünde tutuşlaýyn galyň gatlak bolup ýatan ýerlerinde toýunlar suw geçirmeýän gatlak – suwabent bolup hyzmat edýärler.

Topurlar ýurdumyzda örän giň ýaýrandyrlar, häsiýetleri boýunça toýunlara meňzeşdirler. Tapawudy – ýüksüzkä yzgarlanda az çişýär, guradylanda az jaýrylýar, basyş astynda yzgarlasa, birden aşa köp çökýär. Suw geçirijiligi juda az bolansoň, topurlara şertleýin suwabent gatlak hökmünde garamak bolýar. Topurlar kerpiç öndürmek üçin amatly çig maldyr.

Gumbaýraklar toýunsow jynslara degişli bolsalar-da, häsiýetleri boýunça toýundan çägä has golaýdyrlar. Gumbaýraklar toýna, topura garaňda has pes

çyglylykda gaty haldan süýgeşik hala geçýärler, süýgeşik ýagdaýa geçýän çyglylygyndan çyglylyk sähelçe artsa, olar akgyn ýagdaýa geçýärler. Suw süzdürijiligi örän haýal, şonuň üçin çöwlügi gumbaýraklarda bolan guýular az suwly bolýarlar.

Lýoslar dagara, dagiçi, dagetek baýyrlaryň üstünde, ýapylarda, käte dagýaka düzlüklerde duşýarlar. Olar kirşenli toýunsow dag jynslaryna degişli bolup, ýokary öýjükliligi, şol sanda iri öýjükliligi, yzgarlanda birden uly möçberde çökmek ukyby bilen häsiýetlenýärler. Öýjükliligi ýokary bolsa-da (40-48%), lýoslar gury ýagdaýynda az gysylýarlar, suwdan doýgun ýagdaýa geçende bolsa, durnuksyz ýagdaýa geçip, berkligini çalt ýitirýärler. Tötänleýin yzgarlanda bada-bat çökmek ukyby lýoslaryň gurluşyk üçin iň bähbitsiz teýkardygyny tassyklaýar. Köp çykdajyly abatlaýyş işleri geçirilmezden lýoslaryň üstünde gurlan jaýlar adatça näsaz çöküp-jaýrylyp, hatda weýran bolup bilýärler.

Aýry-aýry teýgumlaryň häsiýet we düzüm görkezijileriniň san bahalary Köpetdagýaka düzlügi boýunça berilýär (17-nji tablisa).

17-nji tablisa

Köpetdagýaka düzlüginiň sil çökündileriniň aşaky – ortaky (Q_I - Q_{II}) we ýokarky – döwürdeş ynsanly (Q_{III} - Q_{IV}) toplumlarynyň teýgumlarynyň häsiýet we düzüm görkezijileri (N.Nurgeldiýew [3] boýunça goşmaçalar bilen)

Toplum	Dag jynslary	Tebigy çyglylyk, %	Dykyzlyk, g/sm^3		Öýjüklilik koeffisiýenti	Süýgeşiklik görkezijileri		Aňsat ereýän duzlaryň mukdary, %
			tebigy çyglylykda	gury halynda		Ýaýylyş çägi	Süýgeşiklik sany	
Q_I - Q_{II}	Lýos (ГОСТ 25100–82 boýunça)	$\frac{4,2}{2,2(195)}$	$\frac{1,55}{0,06(198)}$	$\frac{1,48}{0,09(193)}$	$\frac{0,842}{0,07(169)}$	$\frac{17,0}{2,6(170)}$	$\frac{6,9}{2,6(170)}$	$\frac{0,73}{0,42(188)}$
	Çagyl teýgumlary	$\frac{4,4}{1,8(13)}$	$\frac{2,42}{0,14(13)}$	$\frac{2,33}{0,18(13)}$	$\frac{0,184}{0,060(13)}$	-	-	-
Q_{III} - Q_{IV}	Toýunlar	$\frac{9,9}{3,3(1068)}$	$\frac{1,73}{0,12(1819)}$	$\frac{1,58}{0,05(1819)}$	$\frac{0,739}{0,08(1497)}$	$\frac{18,4}{2,6(781)}$	$\frac{13,8}{3,5(1051)}$	$\frac{0,97}{0,60(2464)}$
	Topurlar	$\frac{7,8}{5,0(2056)}$	$\frac{1,66}{0,11(2372)}$	$\frac{1,53}{0,08(2343)}$	$\frac{0,772}{0,055(2249)}$	$\frac{17,9}{2,2(508)}$	$\frac{6,4}{0,9(1193)}$	$\frac{0,66}{0,48(4031)}$
1	Gumbaý-raklar	$\frac{6,8}{2,2(782)}$	$\frac{1,62}{0,11(1192)}$	$\frac{1,52}{0,02(1164)}$	$\frac{0,789}{0,08(919)}$	$\frac{16,6}{2,7(208)}$	$\frac{2,2}{2,0(216)}$	$\frac{0,29}{0,22(2800)}$
	Çägeler	$\frac{3,7}{2,3(623)}$	$\frac{1,58}{0,18(686)}$	$\frac{1,52}{0,11(686)}$	$\frac{0,770}{0,109(666)}$	-	-	$\frac{0,24}{0,26(1618)}$

Bellikler: 1. Sanawjyda: görkezijiniň orta arifmetik bahasy;

2. Maýdalawjyda: orta inedördül gyşarma we ýaý içinde-hasaba goşulan synaglaryň sany

16. Özbolușly we amatsyz teýgumlaryň häsiýetnamasy.

Amatsyz diýlip, häsiýetleriniň ýaramazlygy sebäpli resmi kadalar boýunça üstünde jaý, desga gurulmagy maslahat berilmeýän, zerurlyk çykan şertlerde bolsa, diňe düýpli abatlaýyş işleri geçirilip, zyýanly häsiýetleri aradan aýrylandan soň gurluşyk üçin ulanylmaga rugsat berilýän teýguma aýdylýar.

Özbolușly diýlip, gurluşyga ýetirýän zyýanly täsirleri boýunça beýleki adaty teýgumlardan bir ýa-da birnäçe häsiýet görkezijileri bilen düýpli tapawutlanýan teýgumlara aýdylýar.

Türkmenistanyň gurluşyk normalarynda dürli teýgumlaryň ýaýran ýerlerinde geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň aýratynlyklary seljerilip, özbolușly teýgumlaryň sanawyna: yzgarlanda çökýän, çişýän, gowşak, duzly (şorlaşan), elýuwial we emeli teýgumlar goşulýarlar. Başga amatsyz teýgumlara şeýle-de doň, dökülen teýgumlar, torf (gemre) we torflaşan jynslar goşulýarlar.

Bu ýerde agzalan teýgum toparçalarynyň käbirleri barada gysgaça maglumat berilýär.

16.1. Doň teýgumlar

Temperaturasy 0°C-a deň ýa-da ondan hem pes (otrisatel) bolan we düzüminde buz saklaýan islendik teýguma **doň teýgum** diýilýär. Temperaturasy 0°C-dan pes bolsa-da, düzüminde buz saklamaýan jynslara (gury çäge, çagyl, bitewidaş we ş.m.) **aýazly teýgum** diýilýär. Aýazly teýgumlaryň häsiýetleri temperaturanyň üýtgemegine bagly bolmaýar. TDS-25100-95 boýunça doň teýgumlar özbaşdak synpy emele getirýärler.

Düzümindäki suwuň buza öwrülip, teýgumuň doňmagy onuň fiziki durkuny, ýarsma ukybyny, berkligini, suw süzdürijiligini, elektrik toguny we ýylylygy geçirijiligini üýtgedýär. Bu üýtgeşmeler teýgum doňandan soň hem aýaz güýçlenmegi bilen dowam edýär. Bulardan başga-da, teýgumlaryň doňmagy birnäçe doňaklyk prosesleriň we hadysalarynyň döremegine getirýär: teýgumuň strukturasynyň, teksturasynyň üýtgemegi, teýgumdaky çygyň göçmegi, doňup çişme, doňup jaýrylma, ýeriň ýüzünde, desganyň çäginde buzlaryň toplanmagy, doňy çözülende göwrümiň kiçelmegi we ş.m.

Sowuk klimatly ýokary guşaklyklarda (Sibir, Uzak Gündogar we ş.m.) doň ýagdaýyny müňlerçe ýyl saklap gelýän teýgumlaryň galyňlygy onlarça, hatda ýüzlerçe metre ýetýär. Ol ýerlerde diňe tomus möwsüminde ýeriň ýüzüniň ýokarky gatlagy (1-1,5m-e çenli) wagtlaýyn ereýär. Orta guşaklyklarda ýerleşen Türkmenistanda hemişelik doň teýgumlar ýokdur, diňe gyş möwsümi ýeriň ýüzi

0,5-0,8m çuňluga çenli doň ýagdaýa geçip bilýär. Şol sebäpli bu ýerde doň teýgumlary we doňaklyk hadysalaryny düýpli öwrenmek zerurlygy döremeýär. Emma bu ugurdan toplanan maglumatlaryň käbirlerini bilmek amatlydyr:

1. Suw buza öwrülende göwrüminiň 11% artýanlygy sebäpli, çygly teýgumlar doňanda öz göwrümini ulaldyp çişýärler, güberýärler. Bu häsiýet has hem kirşensöw, toýunsow jynslarda güýçli. Doňup çişme (морозное пучение) iri çägede, çagylda bolmaýanlygy sebäpli, dürli düzümli teýgumlaryň üstünde binýatlar, demir ýoluň relsleri näsaz ýokary galyp bilýärler. Bu amatsyz ýagdaýy aradan aýyrmak niýeti bilen Türkmenistanda taslanýan jaýlaryň, desgalaryň binýatlarynyň düýbi (düşegi) teýgumlaryň şol ýerdäki doňma çuňlugyndan aşakda ýerleşdirilýär. Şeýle bolanda binýadyň gapdalyndaky teýgumuň doňan bölegi çişip ýarssa-da, binýat öňki durkuny saklaýar. Eger şeýle çäre başga sebäplere görä amatsyz bolsa (ýeriň ýüzünden ýokarda gurnalýan emeli teýkarlar we ş.m.), onda doňanda çişmäge meýilli jynslar, doňanda-da, doňy çözülende-de häsiýetlerini üýtgetmeýän, doňaklyga parhsyz jynslar bilen (mysal üçin, çagyl bilen) çalşyrylýar.

2. Aýratyn gazaply sowuk ýyllar akabaly kanallardaky, derýalardaky suwlar galyň doňýarlar. Ýaz howa gyzyp başlanda buzlar eräp, herekete gelip, süýşüp, köprüleriň sütünlerine zeper ýetirer howpy döräp bilýär. Eger buzy yzygiderli döwüp, akdyrylmaly diýlen netijä gelinse, buzlary akabanyň, derýanyň aýak ujundan döwüp başlasaň, döwlen buzlary suw akdyryp äkidip ýetişer.

3. Doň ýagdaýa geçen teýgumuň berkligi wagtlaýyn artýar (çägelerde 6-14MPa-a, toýunlarda 2-5MPa-a çenli), doňy çözülen teýgumuň çyglylygy deslapkysyndan hem artyk bolýar, esasan-da toýunsow jynslarda (sebäbi doňma prosesi wagtynda doňýan üste tarap gurşawdaky suwlar dartylýar). Netijede doňy çözülen teýgumuň berkligi birden aşa peselýär, öň doňka üstünde jaý-desga gurulan teýkary düzýän teýgumlar akgyn halyna geçip, gapdala süýşýär, käte binýadyň aşagyndan ýokarylygyna çogup çykýar. Şeýle ýagdaýlar desganyň durnuklylygyny, abatlygyny bozýar we köplenç onuň doly hatardan çykmagyna sebäp bolýar. Doň teýgumlaryň uly galyňlykda ýatan ýerlerinde bu hadysanyň garşysyna 2 görnüşli göreş çäreleri alnyp barylýar: 1) teýkardaky doň teýgumlaryň doňy hiç wagt çözülmez ýaly şert döredilýär. 2) doň teýgumlaryň ilki doňy çözülip (eger olar juda galyň bolmasa), dykyzlandyrylyp, soňra desga gurulýar.

16.2. Gowşak teýgumlar

Gowşak teýgumlar diýlip, aşa çyglylygy zerarly goşmaça ýük düşmezden öz agramyny göterip bilmeýän toýunsow jynslar, şol sanda deňizleriň, kölleriň düýbüne çökýän häzirki zaman çökündiler – läbikler, ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda akgyn halynda duşýan gumbaýraklar, käte topurlar we toýunlar degişlidirler.

Läbikleriň şeýle häsiýetleri bar:

- örän gowşak we küpürsek (gury halyndaky dykyzlygy 1g/sm^3 çemesi, käte 0,8-0,9g/sm^3-e ýetýär, öýjükliligi 60%-den hem geçip bilýär);
- suwdan doýgun, çyglylygy 80-90%-e çenli;
- zire düzümi boýunça: gumbaýrak, topur, toýun, käte kirşenli çäge;
- organiki galyndylar ýokarky böleginde 10-12%, aşakda 2-3%-e çenli;
- galyňlygy 0,5-1,0m-den 10-20m-e çenli we soňra aşakdan başlap, diageneziň dowamynda adaty dag jynslaryna öwrülýärler.

TDS-20522-96 standartyň talaplaryna laýyklykda galyňlygy az hem bolsa, özbaşdak kybapdaş häsiýetli gatlak (inžener-geologik element) hökmünde bölünip çykarylmaly gowşak jynslara Türkmenistanda seýrek duşmaýan akgyn gumbaýraklar (I_L>1,0), akgyn we akgyn ýaýylýan topurlar we toýunlar (I_L>0,75) degişlidirler. Adatça olaryň çyglylygy 20-30%-den, öýjükliligi 43-45%-den pes bolmaýar, içki sürtülme burçy 20-25°, ilişmesi 5-10kPa çemesidir.

Gowşak teýgumlaryň üstünde jaýlary, desgalary gurmak diňe şeýle şertler berjaý edilende mümkindir:

- teýgumlaryň häsiýetleri gowulandyrylanda (dykyzlandyrma, berkidilme, dikligine ornaşdyrylan çägeli zeýkeşler bilen çalykdyrylanda);
- desganyň näsaz çökmelere parhsyzlygy gazanylanda (gaty guşaklar, çöküş sepleri ulanylanda);
- gowşak teýgumlar kakma (sütünli) binýatlar bilen geçilende, olaryň içi harsaň daşlary çümdürilip doldurylanda;
- gowşak teýgumlaryň çydap bilýän ýüklerini dogry kesgitläp, şol howply çäklere ýetilmedik ýagdaýynda;
- gowşak teýgumlary sarsgyna sezewar etmän olaryň tebigy ýagdaýy saklananda.

16.3. Şorlaşan (duzly) teýgumlar

Düzüminde ýeňil ereýän duzlary belli bir mukdardan artyk saklaýan teýgumlara **duzly teýgumlar** diýilýär. Duzly we duzsuz teýgumlaryň araçägi dürli resmi we okuw kitaplarynda birmeňzeş berilmeýär. Türkmenistanda ulanylýan dagynyk teýgumlara degişli resminamada düzümi SO_4^{2-} ionyň hasabyna geçirilen

ýeňil ereýän sulfatlaryň ýa-da Cl^- hasabyna geçirilen hloridleriň agramy 0,25%-e deň we ondan köp bolsa, teýgum duzly hasaplanýar. GDA girýän döwletlerde ulanylýan halkara standartda düzüminde suwda ereýän duzlary 2%-den az saklaýan teýgumlar duzsuz hasaplanýar.

Duzly teýgumlar Türkmenistanda örän giň ýaýrandyrlar we inžener-geologik jähetden amatsyz ýagdaýlary döredýänligi sebäpli içgin öwrenilmegini talap edýärler. Düzümindäki duzlar eränden teýgumlaryň dykyzlygy, ýarsmasy, baglanyşygy, berkligi, durnuklylygy, suw süzdürijiligi üýtgeýär, iýijilik ukyby güýçlenýär, öýjük nemleriniň duzlulygynyň artmagy topragyň hasyllygyny peseldýär, teýgumuň aýazda doňma nokadyny pese gaçyrýar. Duzly teýgumuň suwda ýumşaýjylygy örän ýokary bolýar, yzgarlanda (ygaldan we başg.) olaryň kolloidleri ergin halyna geçýär, berklik juda pese düşýär, ýeriň ýüzi uzak wagtlap guramaýan, ýelmeşip duran palçyga öwrülýär.

Ergin halyna geçmedik duzlar teýgumuň baglanyşygyny ep-esli artdyrýar, has hem haýal ereýän sulfatlar (mysal üçin, gežde). Emma kristallaşanda özüne howadan suwy dartýan käbir duzlaryň (Na_2SO_4 we $MgSO_4$) göwrüminiň ulalyp, gübreň şorluga geçýänligi sebäpli olarda baglanyşygyň artmasy ujypsyzdyr. Öýjükleri duzdan doly teýgumlar yzgarlanda çökýärler. Gurluşykda şorlaşan (duzly) teýgumlaryň esasy ýetirýän zyýanly täsiri olaryň ýere gömlen ýa-da duzly teýgum bilen galtaşýan binýatlary, gurluşyk materiallaryny, kabelleri, turbageçirijileri iýip, çüýredip zaýalamagydyr.

Şorlaşan teýgumlaryň öwrenilişi suw dartuw derňewleriniň üsti bilen amala aşyrylýar. Netijede aşakdaky soraglar aýdyňlaşdyrylýar:

- teýgumlaryň duzlulyk derejesi;
- ýeňil we haýal ereýän duzlaryň düzümi;
- teýgumlaryň şorlaşmasynyň sebäpleri, olaryň çyglylygynyň we duzlulygynyň üýtgew kadasy.

Teýgumlaryň duzlulyk derejesiniň gurluşyga täsiri TGN 2.03.11-99 resminama laýyklykda kesgitlenýär (18-nji tablisa).

Duzly, esasan-da şor (düzüminde duzlary 2-3%-den köp saklaýan) teýgumlaryň bar ýerlerinde gurluşyk geçirmek çäklendirilýär. Şorlaşan teýgumlara garşy göreş çäreleri gurluşykda teýgumlaryň häsiýetlerini gowulandyrmak (duzuny aýyrmak), desganyň goraga mätäç böleklerini duzuň täsirine durnukly we duz erginini geçirmeýän materiallar bilen örtmek arkaly amala aşyrylýar.

18-nji tablisa

Howaly zolakdaky teýgumlaryň düzümindäki SO_4^{2-} we Cl^- ionlaryň mukdar derejesine baglylykda betondan we demir-betondan ýasalan gurnamalara iýijilik täsiriniň howplulyk derejesi (betonyň suw geçirmeýänligi boýunça markasy W_4, ýagny K_s=(2-7)10^{-9}sm/s bolan şertde)
(TGN 2.03.11-99 boýunça sadalaşdyrylyp alynýar)

Teýgumuň düzümindäki ionlaryň (mg/kg) iýijiliginiň howplulyk derejesi				Teýgumuň beton we demir-beton gurnamalara howply täsir ediş derejesi
SO_4^{2-} ionlaryň betonlara täsiri			Hloridleriň (Cl^-) betona täsiri	
Adaty portlandsement (TDS-10178-85)	Şlak goşulyp gowulandyrylan portlandsement	Sulfata çydamly sement (TDS-22266-94)	Portland-sement, şlakly portland-sement, sulfata çydamly sement	
500-1000	3000-4000	6000-12000	400-750	çala howply
1000-1500	4000-5000	12000-15000	750-7500	orta howply
1500-den köp	5000-den köp	15000-den köp	7500-den köp	örän howply

Bellik: Hloryň mukdary boýunça howpsuzlygyň görkezijileri suw geçirmeýänligi boýunça markasyna garamazdan diňe demir-beton gurnamalar üçin hasaba alynýar. Eger teýgumuň düzüminde hem hlorid (Cl^-), hem sulfat (SO_4^{2-}) bar bolsa, sulfatyň mukdary 0,25-e köpeldilip hloruň üstüne goşulýar.

16.4. Adamtarapyn (tehnogen) dörän-dökülen teýgumlar hakda düşünje

Uly şäherleriň, has hem gadymy şäherleriň tutýan meýdanynyň, olaryň ýakalarynyň, ýerden gazylyp alynýan käbir magdanlaryň ýataklarynyň ýerleşen ýerlerinin üstki gatlagy tebigy ýatan ýerinden gozgalan jynslardan düzülýär. Geologik nukdaýnazardan olar **adamtarapyn jynslar**, tehniki teýdan **tehnogen** teýgumlardyrlar. Bu teýgumlar has giç öwrenilip başlandy (Kotlow F.W., Krutow

W.I. we başg.). Türkmenistanda bu teýgumlar heniz ýeterlik derejede öwrenilmedik teýgumlaryň hataryna girýärler. Bu teýgumlaryň esasy alamatlaryna ýaýrawynyň sebitleýin çäkliligi, ýerleşişiniň topbak-topbaklygy degişlidir. Olaryň galyňlygy 1-2m-den 5-6m-e, käte 15-20m-e çenli ýetýär. Tehnogen teýgumlar şeýle toparlara bölünýärler:

1. Senagat we gurluşyk önümçiliginiň galyndylaryndan düzülen jynslar: şlak, kül, ýerinden gozgalan toýunlar, çägeler, kerpiç döwükleri, betonyň, demriň, demir-betonyň, aýnanyň bölekleri. Irimçik düzüm bölekler teýgumuň 10%-e çenli göwrümini tutup bilýär. Şeýle teýgumlaryň ortaça (aram) dykyzlygy bolýar, olaryň bar ýerinde gurluşyk işleri (hendek gazmak, ýerleri tekizlemek) kynçylykly geçýär.

2. Önümçilik galyndylaryndan we durmuşy zibillerden düzülen jynslar: agaç ýonuşgalary, kesindileri, çöp-çalam, kagyz. Olarda iri garyndylar (bölekler) ujypsyz göwrümi tutýarlar. Şeýle teýgumuň häsiýeti gatlagyň dörän wagtyna, çüýrüntgä öwrüliş derejesine bagly, umuman amatsyz.

3. Dökülen gumlar, guýulan laýlar. Köplenç olaryň düzümi çägesöw-toýunsow jynslardan ybarat bolýar. Düzümi birmeňzeş, dykyzlandyrmasy kyn bolmaýar.

4. Aşakda ýatan peýdaly magdany çuň karýerler, şahtalar bilen alnanda ýokardaky gatlaklaryň gazylyp-çykarylyp, bir ýere üýşürilmegi netijesinde dörän teýgumlar. Bu hili teýgumlaryň häsiýetleri dürli bolýar.

Dürli ýurtlarda toplanan tejribä görä agzalan tehnogen teýgumlardan düzülen meýdançalarda düýpli gurluşyk geçirmek bähbitsiz hasaplanýar. Köplenç şeýle teýgumlaryň üsti tekizlenip, zerur şertlerde üstüne toprak düşelip, ol ýerleri baglyk-tokaýlyga öwürmek amatly hasaplanylýar. Eger guruljak jaýyň aşagynda şeýle teýgumlaryň galyňlygy uly bolmasa (2-3m-e çenli), olar aýrylyp, ýerine amatly teýgum düşelýär.

17. Teýgumlaryň häsiýetleriniň nusgawy we hasap bahalary.

17.1. Kybapdaş häsiýetli gatlaklary bölüp çykarmak

Kybapdaş häsiýetli gatlak (KHG) ýa-da inžener-geologik element – dag jynslarynyň toplumynyň ýaşy, gelip çykyşy, litologik düzümi, durky-haly, fiziki-mehaniki häsiýetleri boýunça birmeňzeş bolan bölegidir. Teýgumuň häsiýetleri kybapdaş häsiýetli gatlagy bölüp çykarylanda ulanylýan esasy görkezijilerdir. Bu gatlagyň göwrümi teýgumuň haýsy häsiýet görkezijisi inžener-geologik barlaglaryň kesgitleýji ölçegi diýlip kabul edilenligine bagly bolýar. Kesgitleýji görkezijini saýlamak gurluşyk meýdançasynyň inžener-geologik aýratynlyklaryna, taslanýan desganyň görnüşine we geologik gurşawa täsirine bagly.

Kybapdaş häsiýetli gatlaklaryň bölünip çykarylmagy binalary we desgalary gurluşyk meýdançasynda talaba laýyk ýerleşdirmäge, binýadyň teýkarynyň işleýiş modelini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Kybapdaş häsiýetli gatlaklaryň bölüniş kadalary, her gatlak üçin teýgumuň häsiýet görkezijileriniň nusgawy we hasap bahalarynyň esaslandyrylyşy „TDS-20522-96. Teýgumlar. Synaglaryň netijelerini statistik işläp geçmesiniň usullary“ (rus dilinde) atly döwlet standartynyň kadalary boýunça kesgitlenýär.

Bu ýerde şol resminamanyň käbir kadalary getirilýär.

Barlanýan teýgumlaryň toplumy KHG-lere deslapky bölünişigi olaryň gelip çykyşy, tekstura-struktura aýratynlyklary we görnüşleri boýunça geçirilýär.

Her deslapky bölünip çykarylan KHG-niň, içinde säwlikleriň ýa-da başga KHG-ä degişli synaglaryň ýoklugyny anyklamak üçin derňew hasaby geçirilýär.

KHG-niň ahyrky bölünip çykarylmasy teýgumuň görkezijileriniň giňişlikde üýtgewiniň görnüşine, üýtgew koeffisiýentine we deňeşdirme üýtgew koeffisiýentine baglylykda geçirilýär. Bu ýerde deslapky çykarylan KHG-de teýgumuň görkezijileriniň san bahalarynyň giňişlikde tötänleýin üýtgeýänligini ýa-da haýsy-da bolsa bir ugur boýunça (köplenç çuňluk boýunça) garaşly üýtgewiň barlygy anyklanmaly. Eger üýtgew tötänleýin bolmasa, onda TDS-20522-96 boýunça deslapky bölünen KHG-ni goşmaça KHG-lere bölmegiň zerurlygy anyklanmaly.

Şeýle barlag üçin fiziki görkezijiler, ýeterlik mukdarda bar bolsa, mehaniki görkezijiler ulanylýar.

17.2. Nusgawy baha

Görkezijiniň nusgawy bahasy diýlip, onuň şahsy bahalary boýunça hasaplanan orta arifmetiki bahasy kabul edilýär:

$$X_n = \overline{X} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} X_i, \qquad (36)$$

bu ýerde:

X_i, $\overline{X}$, X_n – hersi öz gezeginde görkezijiniň şahsy, orta arifmetiki we nusgawy bahalary;

n – synaglaryň sany.

Görkezijiniň hasaplanýan seçgisine säwlik bilen düşen şahsy bahany aýyrmak üçin şeýle formula ulanylýar:

$$|X_n - X_i| > \nu \cdot S, \qquad (37)$$

bu ýerde:

ν - TDS-20522-96-daky tablisa boýunça alynýan statistik kriteriý [55];

S – orta inedördül süýşme.

Orta inedördül süýşme şeýle hasaplanýar:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_n - X_i)^2} \qquad (38)$$

Eger haýsy-da bolsa bir şahsy baha 49-njy formuladaky şerti kanagatlandyrsa, ol baha seçgiden aýrylmalydyr. Şondan soň X_n we S görkezijiler täzeden hasaplanylmalydyr.

17.3. Görkezijiniň hasap bahasy

Nusgawy bahadan hasap bahasyna geçmekde teýgumuň gyradeň birmeňzeş däldigi we synaglaryň sanynyň çäklidigi sebäpli ortaça bahanyň säwlikli kesgitlenilýänligi göz öňünde tutulýar.

Munuň üçin ilki üýtgew koeffisiýenti (V) we takyklyk görkezijisi (ρ_α) hasaplanýar:

$$V = \frac{S}{X_n}, \qquad (39)$$

$$\rho_\alpha = \frac{t_\alpha \cdot V}{\sqrt{n}}, \qquad (40)$$

bu ýerde:

t_α - kabul edilen birtaraply ynamly ähtimallyga (α) baglylykda alynýan koeffisiýent.

Görkezijiniň hasap bahasy (X) şeýle hasaplanýar:

$$X=X_n(1\pm\rho_\alpha), \quad (41)$$

bu ýerde:

ρ_α-nyň öňündäki alamat desganyň ygtybarlylygyny artdyrmak niýeti bilen alynýar.

(36)÷(41) formulalarda görkezilen usul teýgumlaryň teýkarynyň hasabynda ulanylýan dykyzlyk, dagynyk teýgumlaryň ýarsma moduly, bitewidaş teýgumlaryň birokly gysyşa berkligi ýaly görkezijileriň hasap bahalary kesgitlenende ulanylýar. Ýarsma modulynyň, deňeşdirme yzgarlap çökmäniň we yzgarlap çişmäniň görkezijileri üçin hasap bahasynyň deregine nusgawy bahany almaga ygtyýar berilýär.

Içki sürtülme burçunyň we udel ilişmäniň nusgawy we hasap bahalary TDS-20522-96-nyň kadasy boýunça başgaça hasaplanýar. Eger laborator synaglary bitewi berlen 3 dik basyşda birtekizlikli kesme (süýşürme) boýunça geçirilen bolsa, berklik görkezijileriniň nusgawy we hasap bahalary aşakdaky usullaryň biri boýunça kesgitlenýär:

1) içki sürtülme koeffisiýentiň (tg φ_j) we udel ilişmäniň (c_j) şahsy bahalary her bitewi nusga boýunça alnan dik basyşda (σ_i) kesgitlenen süýşüriji basyşyň (τ_i) bahalaryna görä 42,435,44 formulalar boýunça kesgitlenýär.

2) tg φ we c görkezijileriň nusgawy bahalary tg φ_j we c_j şahsy bahalary boýunça däl-de, hemme nusgalar boýunça kesgitlenen σ_i we τ_i görkezijileriň bir seçgide statistik işlenip geçmesi boýunça hasaplanýar. Bu usul adatça gidrotehniki we energetiki desgalaryň taslamasy esaslandyrylanda ulanylýar.

Bu ýerde agzalan 1-nji usulda ulanylýan formulalar getirilýär.

$$tg\varphi_j=\frac{K\sum_{i=1}^{K}\tau_i\sigma_i-\sum_{i=1}^{K}\tau_i\sum_{i=1}^{K}\sigma_i}{K\sum_{i=1}^{K}(\sigma_i)^2-\left(\sum_{i=1}^{K}\sigma_i\right)^2}, \quad (42)$$

$$c_j=\frac{1}{K}\left(\sum_{i=1}^{K}\tau_i-tg\varphi_j\sum_{i=1}^{K}\sigma_i\right), \quad (43)$$

bu ýerde:

K - tg φ_j we c_j görkezijileri kesgitlemek üçin her synagda ulanylan dik basyşlaryň (σ_i) sany $K\geq3$ bolmaly.

Eger (55) formula ulanylanda $c_j<0$ bolsa, onda $c_j=0$ diýlip alynýar we tg φ_j şeýle formula boýunça hasaplanýar

$$tg\varphi_j = \frac{\sum_{i=1}^{K} \tau_i \cdot \sigma_i}{\sum_{i=1}^{K} \sigma_i^2} \qquad (44)$$

Getirilen formulalar boýunça hasaplamalar kompýuterde ýa-da gaýry hasaplaýjy abzallarde geçirilip bilner. Bu hasaplamalaryň inçe ýollaryny has çuňňur öwrenmek üçin inžener geologiýasynda matematika usullaryny ulanmak boýunça ýörite ýazylan kitaplara we gollanmalara ýüzlenip bolar (Komarow I.S., 1972 we başg.).

18. Teýgumlaryň häsiýetlerini emeli ýollar bilen gowulandyrmagyň usullary

18.1. Usullaryň toparlanyşy.

Tebigatda duşýan teýgumlaryň dykyzlygynyň, berkliginiň, durnuklylygynyň pes ýerleri, çyglylygynyň, suwlulygynyň, suw süzdürijiliginiň, ýarsma ukybynyň ýokary ýerleri seýrek duşmaýar. Şeýle amatsyzlyklar taslanýan desgalaryň durnuklylygyna, gurluşyk işleriniň geçirilişine, geologik proseslerиň ösüşine täsir edýärler. Eger gurluşyk meýdançasyny başga amatly ýere geçirmek mümkinçiligi bolmasa, öňki bar bolan teýgumlaryň häsiýetlerini zerur ugra gönükdirip üýtgedýän emeli usullar ulanylýar.

Teýgumlaryň amatsyz häsiýetlerini gowulandyrmak üçin häzirki günlere çenli onlarça usul işlenip düzüldi. Olary şertleýin üç topara bölüp bolýar:

1) mehaniki usullar (dykyzlama, sarsgynly synçgama we başg.);

2) fiziki usullar (çalykdyrma, elektroosmosly çalykdyrma, gyzdyryp bişirme, doňdurma, toýunlama, bitumlama);

3) himiki usullar (sementleme, silikatlama we başg.).

Bu usullary saýlap-seçip alyp ulanmak:

- teýgumuň kysymyna we tebigy durkuna;
- teýguma gurluşygyň bildirýän talaplaryna;
- degişli şertlerde ulanyp boljak tehniki mümkinçiliklere;
- usulyň ykdysady bähbitliligine baglydyr.

Abatlaýyş usullaryň sanawynyň teýgumlaryň kysymyna görä bölünişi aýratyn ünse mynasypdyr.

Bitewidaş we ýarymbitewidaş jynslaryň amatsyz taraplary köplenç olaryň jaýryklylygy, köwekliligi we weýranlaşanlygy bilen bagly bolup bilýär. Olaryň bitewiligini dikeltmek, dykyzlygyny, durnuklylygyny ýokarylandyrmak, ýarsmasyny, suw süzdürijiligini peseltmek üçin sementleme, toýunlama, bitumlama, wagtlaýyn çäre hökmünde doňdurma ulanylýar.

Baglanyşyksyz teýgumlaryň (çägeleriň, çagyllaryň) amatsyz häsiýetleri olaryň gowşaklygy (küpürsekligi), suw süzdürijiliginiň ýokarylygy, suwdan doýgunlygy, durnuksyzlygynyň pesligi (suwýarsuwa meýilliligi) bilen bagly bolup bilýär. Bu amatsyz häsiýetleri düýpli gowulandyrmak üçin çalykdyrma, mehaniki dykyzlandyrma, tamponaž (synçgalap toýun dykmak) we kolmataž (toýunlama, toýun bulamagyny siňdirip, öýjükleri ýapmak), zire parçalaryny goşup berkitmek, bitumlama, sementleme, iki erginli silikatlama, sintetik şepbik (smola) bilen berkitmek, doňdurma ýaly usullar ulanylýar.

Baglanyşykly (toýunsow) jynslaryň amatsyz häsiýetlerine berkliginiň, basyşa çydamlylygynyň pesligi, çöküjiliginiň ýokarylygy, suwuň täsirine durnuksyzlygy, yzgarlanda çökýänligi mysal bolup bilýär. Bu amatsyz häsiýetleri gowulandyrmak üçin mehaniki dykyzlandyrma, zire parçalaryny goşup berkitme, teýgum sütünlerini ulanyp dykyzlandyrma, gyzdyryp bişirme, elektroosmosly çalykdyrma, iňňepisint süzgüçler bilen çalykdyrma, çuňaldylan, uzaldylan we kese goýlan süzgüçler bilen çalykdyrma, birerginli silikatlama, doňdurma ýaly usullar ulanylýar.

Bu ýerde agzalan usullaryň käbirleri hakda gysgaça maglumat berilýär.

18.2. Dykyzlandyrma

Dykyzlandyrma gurluşykda teýkaryň berkligini artdyrmak niýeti bilen iň köp ulanylýan usuldyr. Ol baslykdyrma, synçgama, sarsdyrma, sarsdyryp synçgama, partlama görnüşinde ulanylýar. Teýgumlaryň, käte dökülen gumlaryň hut öz agramy astynda ýa-da üstüne gymyldaman duran wagtlaýyn ýük goýlup dykyzlandyrylýan wagtlary hem bolýar [38].

Baslykdyrma teýgumuň üstünden agyr ýüki togalamak (katoklary sürmek) arkaly geçirilýär. Teýguma düşýän ýük gytak bolup, ol togalanyp sürülýän enjamyň agramyndan düşýän dik ýükden we aýlanýan tigirden (barabandan)

döreýän kese güýçden düzülýär. Bu ýerde dykyzlanma esasy täsir togalanýan tigirden düşýän gytak güýçdür. Bu usul ýol gurluşygynda köp ulanylýar.

Synçgama (трамбование) – esasy iş guraly bolan synçgynyň (трамбовка) belli beýiklige ýokary galdyrylyp göýberilende döreýän urgudyr. Teýgumuň dykyzlanmasy onuň üstüne düşýän urgy energiýasynyň täsiri bilen teýgumuň bölejikleriniň dikligine we keselegine süýşmegi zerarly bolup geçýär. Urgy energiýasynyň diňe bir bölegi dykyzlanma sarp edilýär, galan bölegi teýgumuň maýyşgak gysylmagyna harçlanýär. Usulyň täsirliligini artdyrmak üçin dykyzlandyrma amatly çyglylykda alnyp barylmalydyr.

Synçgylar ýa-da küdüňler (trambowkalar) demirden ýa-da demirbetondan ýasalyp dürli agramda bolýar. 7 tonna agramly synçgylar yzgarlanda çökýän lýos jynslaryny 3,0-3,5m çuňluga çenli dykyzlandyrýar. Soňky döwürde dörän aşa agyr synçgylar (agramy 80-100t çenli) ulanylanda dykyzlanma has aşaky çuňluklara hem aralaşýar.

Sarsgynly we sarsgynly-urguly usullar ulanylanda iş enjamyndan teýguma yrgyldyly we urguly täsir barýar, netijede teýgum has jebis dykyzlaşýar. Sarsgynly we sarsgynly-urguly usullar biri-birinden yrgyldylaryň ýygylygy we gerimi bilen tapawutlanýarlar. Ýygylygyň azalyp, gerimiň ulalmagy bilen sarsgynly täsir sarsgynly-urguly täsire öwrülýär.

Baslykdyrma, synçgama, sarsdyrma usullary desganyň binýadyny ýa-da ýerasty bölegini ýerleşdirmek üçin gazylýan ganawlaryň we hendekleriň düýbüni dykyzlandyrma (вытрамбование) üçin giňden ulanylýar.

Zire parçalaryny goşup dykyzlandyrma agzalan usulyň bir görnüşidir. **„Teýgum düşegi“** diýip atlandyrylýan bu usul gowşak teýgumlary dykyzlandyrmak, ýer titremäniň gurulýan desga ýetirjek zyýanly täsirini azaltmak üçin Türkmenistanda örän giňden ulanylýar. Ýörite işlenip düzülen kadalara we gurluşyk normalarynyň talaplaryna görä [27 we başg.] işleriň sadalaşdyrylan yzygiderligi şeýle alnyp barylýar:

1) hendegiň düýbi taslama belgisinden aşaklygyna gurulmaly düşegiň galyňlygyna baglylykda çuňaldylýar;

2) hendegiň düýbüne zerur ýagdaýda galyňlygy 15sm yzgar äkidiji jyglym ýazylýar;

3) daşly - çägeli garyndy taýýarlanylýar, onuň düzüminiň (agramy boýunça) 60-65%-i 5-2mm diametrli ownuk çagyldan, galan 35-40%-i d<2mm çäge, gumbaýrak-toýun doldurgyçdan ybarat bolýar;

4) ýasalan garyndynyň çyglylygy amatly derejä (15-17%-e) ýetirilip, öňki düşelen jyglymyň üstüne 15sm galyňlykda ýazylýar we agramy 6-8t sarsgynly katok bilen baslykdyrylýar. Katogyň öwran-öwrän gatnamasy düşegi düzýän emeli teýgumuň gury halyndaky dykyzlygy $\rho_d \geq 2,1t/m^3$-e, berklik we ýarsma görkezijileri: içki sürtülme burçy 40°-a, ilişme 12kPa-a, ýarsma moduly 70MPa-a, hasap garşylygy R=500kPa-a ýetýänçä dowam etdirilýär (zerur şertlerde agzalan sanlar başgaça bolup biler);

5) dykyzlandyrylan gatlagyň üstüne ýene 15sm galyňlykda garyndy düşelýär we 4-nji punktda görkezilen işler gaýtalanýar;

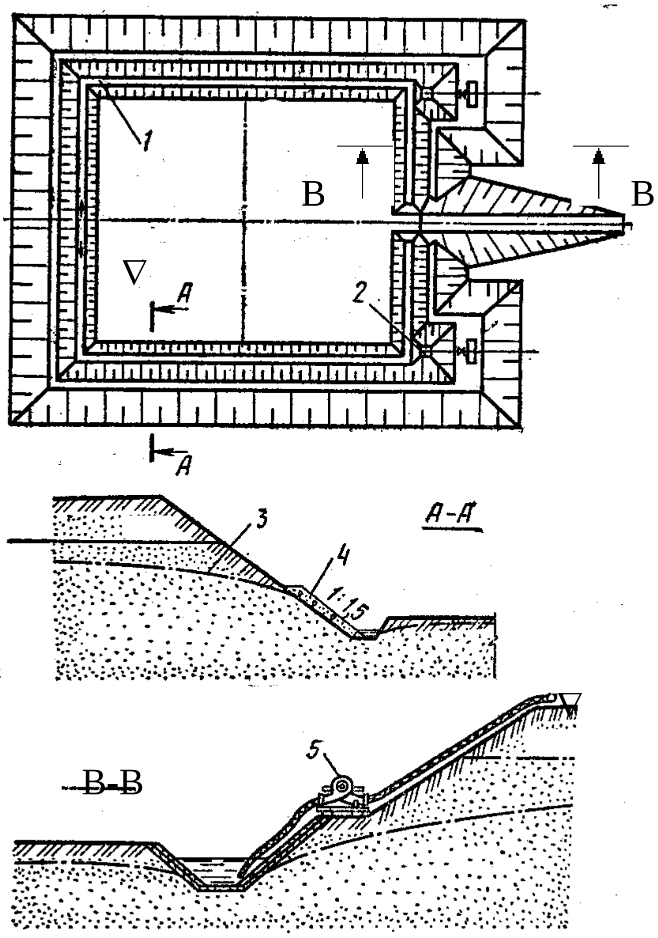
6) 4-nji we 5-nji punktdaky işler tä dykyzlanýan gatlagyň galyňlygy teýgum düşeginiň taslamada bellenen galyňlygyna ýetyänçä dowam etdirilýär.

Teýgum sütünleri (грунтовые сваи) bilen dykyzlandyrma köplenç yzgardan çökýän teýgumlaryň galyň düşen ýerlerinde dykyzlandyrma geçirilende ulanylýar. Ilki belli çuňluga çenli uly diametrli guýy burawlanýar, onuň içine 2-3 metr galyňlykda ownuk çagyl, iri çäge guýulýar we soňra suw guýulyp, çagylyň töweregi yzgarladylýar. Soňra öňki agzalan synçgama usuly ulanylýar. Guýuda çagyl, çäge gapdala süýşüp töweregini dykyzlaşdyrandan soň ýene-de çagyl guýlyp we suw göýberilip, synçgama geçirilýär we ş.m.

Partlama usuly has çuň ýatan gatlaklary dykyzlandyrmak üçin ulanylýar. Türkmenistanda bu usul ilki yzgarladylan lýos jynslary dykyzlandyrmak üçin Gäwers düzlüginde (Ýaşyldepe obasy) synag görnüşinde ulanyldy.

18.3. Çalykdyrma

Çalykdyrma, başgaça **suwpeseldiş** – ýerasty suwlaryň derejesini emeli akdyryp ýa-da sordurylyp çykarmak arkaly pese düşürmek bolup, dowamlylygy boýunça iki topara bölünýär. Hendeklere, ýerasty desgalara gelýän ýerasty suwlary gurluşyk döwründe aýrylmaly bolsa, oňa **gurluşyk suwpeseldişi**, oba, şäher hojalygynyň bähbitleri üçin suwuň derejesi hemişelik peseldilmeli bolsa, oňa **ulanyş suwpeseldişi** diýilýär. Ýerasty suwlaryň derejesini peseltme-akdyryp aýyrma, zeýkeş, açyk we ýapyk (wakuumly) suwpeseldiji guýular, iňňepisint süzgüçler arkaly, käte elektroosmos usuly we başgalar bilen amala aşyrylýar.

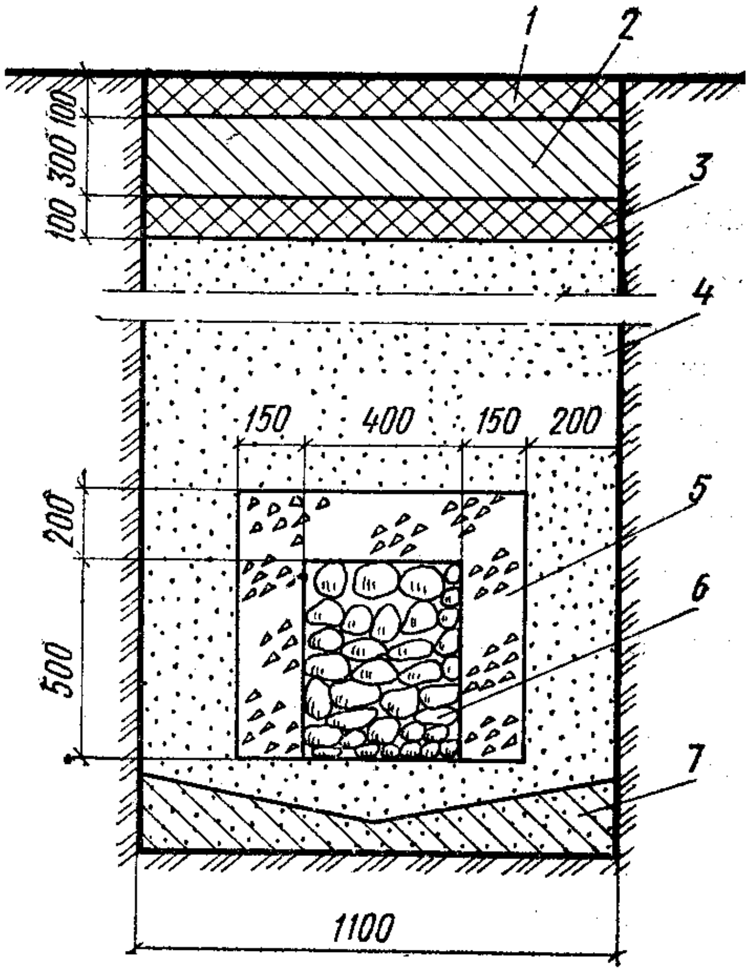


14-nji surat. Açyk usul bilen suwy akdyryp aýyrmanyň sudur şekili.

1 – suw ýygnaýjy joýajyk; 2 – suw toplaýjy çukur (zumpf); 3 – peseliş oýtumy; 4 – hendegiň raýyşynda goýlan zeý ugrukdyryjy ýük; 5 – nasos enjamy

Suwy akdyryp aýyrma usuly köplenç gurluşyk hendeklerine gelýän suwuň derejesini peseltmek üçin ulanylýar (14-nji surat). Hendegiň düýbünde gazylan çukura (zumpfa) ýa-da joýajyga toplanan suw nasos bilen ýokary çykarylýar. Bu usuly suwdan doýgun teýgumlaryň islendik görnüşlerini çalykdyrmak üçin ulanyp bolýar.

Zeýkeşli çalykykdyrma gurluşyk döwründe suwuň derejesini peseltmek üçin, desgalary ýerasty suwlardan, ekin ýerlerini zeýlemeden goramak üçin ulanylýan ýapyk zeýkeşler ulgamydyr. Ýapyk zeýkeşleriň turbasyz (15-nji surat) we turbaly görnüşleri (16-njy surat) bolýar.



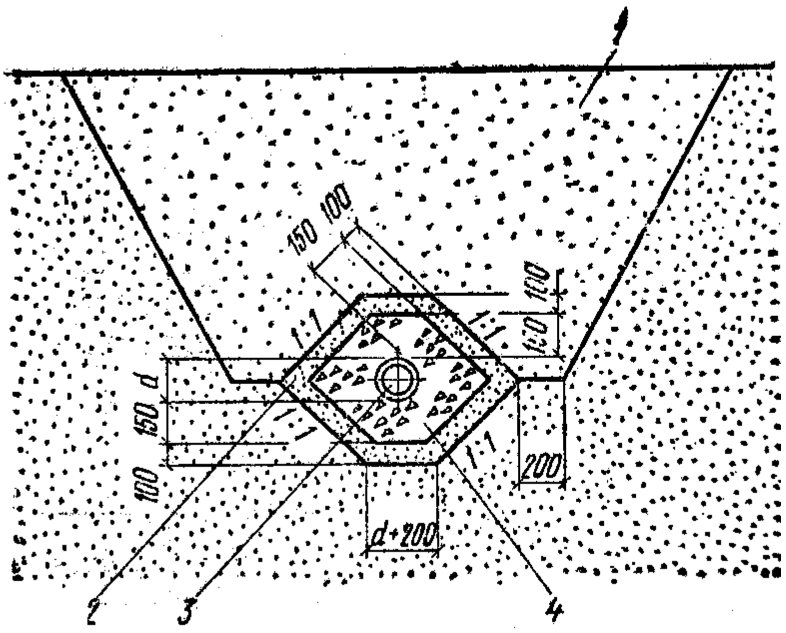
15-nji surat. Turbasyz ýapyk zeýkeş

1 – köki aşakda ýerleşdirilen gyrtyç; 2 – dykyzlandyrylan toýun;

3 – köki ýokarlygyna goýlan gyrtyç; 4 – ýerli çäge; 5 – jyglym;

6 – laýsyz örülen harsaň daşlar; 7 – toýun-beton garyndysy görnüşde goýlan düşek

Ýapyk zeýkeşler energiýa harjyny talap etmeýänligi sebäpli, ulanyş döwrüniň dowamynda hemişelik çalykdyrma üçin amatlydyr.



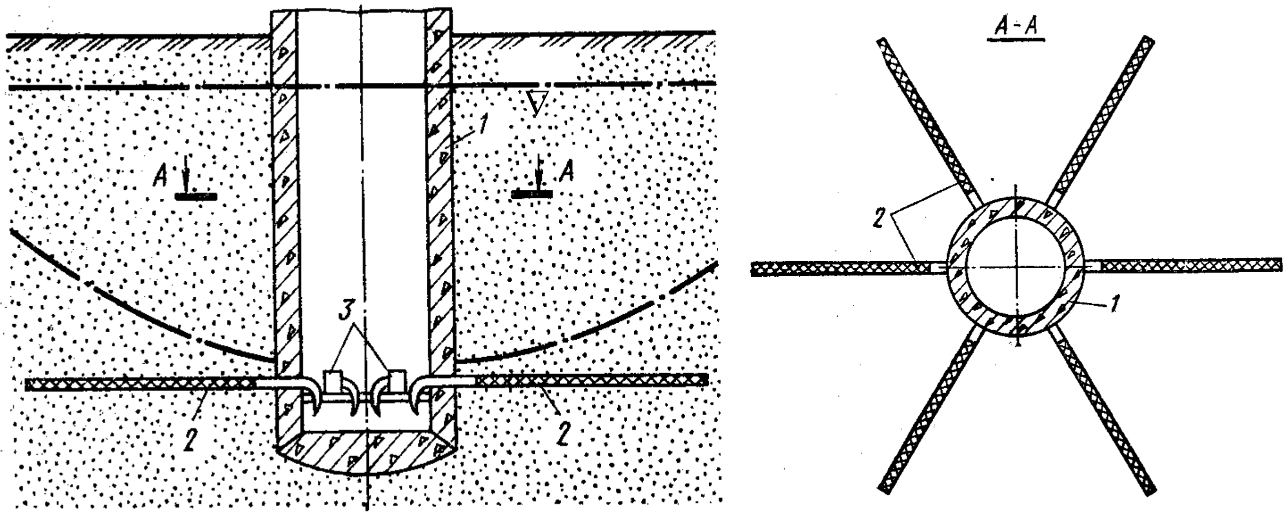
16-njy surat. Kämil däl kysymly turbaly zeýkeş

1 – ýerli çäge; 2 – aram möçberli çäge; 3 – turba; 4 – ownuk çagyl ýa-da jyglym

Türkmenistanda gurluşyk we ulanyş suwpeseldişinde dik zeýkeş guýulary örän giňden ulanylýar. Olaryň aglaba köpüsinde guýa (skwažina) suw torlanan süzgüç sütüniniň daşyna sepilen çäge-jyglym gatlagynyň üsti bilen gelýär. Guýa gelýän suw elektrik togy bilen işleýän çuňda ýerleşdirilen nasosyň kömegi bilen çykarylýar. Zeýlemäniň zyýanly täsirlerinden goralmaly desgalaryň talaplaryna, suwly gatlagyň suw berijiligine baglylykda dik zeýkeşlere degişli kakylan süzgüç sütünli iňňepisint guýularyň (iglofiltrleriň), wakuumly (ežektorly) guýularyň hem ulanylýan wagtlary bolýar. Suw berijiligi juda pes toýunsow jynslarda hemişelik suwpeseldiş gurnalanda gatlaklardaky suwlar ilki suw ýygnaýjy şahtalara şöhlepisint kese zeýkeşler arkaly toplanýar (17-nji surat), nasoslar arkaly ýa-da öz akymyna suwäkidiji toplaýjy turba, tonnele çatylýar. Aşgabat şäheriniň zeýlän ýerlerini çalykdyrmak üçin gurulýan zeýakabaly tonnel ulgamyna zeý suwlary tonneliň iki gapdalynda gurnalan şöhlepisint kese zeýkeşli şahtalardan öz akymyna barmaly.

Ýerasty suwlaryň derejesi peseldilip, çalykdyrylan ýerde ýer-gazuw işlerini geçirmek, dürli desgalary gurmak we olary aladasyz ulanmaga mümkinçilik bermek bilen bir hatarda birnäçe amatsyz ýagdaýlar hem döräp bilýär. Suwuň alnyp çykarylýan tarapyna (guýa, zeýkeşe we başg.) ugrugýan süzülme akymy teýguma gidrodinamik basyş bilen täsir edýär, zireara baglanyşyklar gowşaýar we

suw bilen ownujak bölejikleriň alnyp çykmak howpy döreýär. Suwuň derejesiniň peselmegi suwuň ýokary galdyryjy (iteriji) basyşyny azaldýar, netijede teýgum ýene goşmaça çökýär. Bulardan başga-da çykýan suw bilen suwda erän gazlar, himiki maddalar äkidilýär, çalykdyrylan ýere howa girýär, netijede desgalaryň daş-töweregini tutup duran gurşaw üýtgeýär. Taslamada we gurluşykda agzalan prosesler göz öňünde tutulmalydyr.



17-nji surat. Şöhlepisint suwalgyç

1 – şahta; 2 – şöhle kysymly kese guýular; 3 – suw çykaryjy nasoslar

18.4. **Sementleme** iri öýjükli we jaýrykly teýgumlaryň häsiýetlerini gowulandyrmak üçin ulanylýar. Hususan-da bu usul teýgumlaryň berkligini artdyrýar, suw süzdürijiligini düýpli peseldýär, ýerasty desgalara gelýän suwuň öňüni bekleýär, emeli raýyşlary, hendekleriň, karýerleriň diwarlaryny berkidýär. Sementleme usuly öýjük-jaýryklarynyň giňligi 0,15mm-den az bolmadyk teýgumlarda amatly.

Işiň geçirilişi şeýleräk: 0,5-1m-den 2-3 m-e çenli aralygy bolan guýular burawlanýar. Buraw ergininden arassalanandan soň guýulardan 50-5000 kPa (0,5-50 atm) basyş bilen sement ergini teýguma siňdirilýär; sement ergininiň şepbeşikligini azaltmak üçin käte semente toýun hem goşulýar.

18.5. **Silikatlama** iki görnüşde bolýar: iki erginli we bir erginli.

Iki erginli silikatlama süzülme koeffisiýenti 2-80 m/g-g aralykda bolan çägeleriň berkligini, durnuklylygyny we suw geçirmezlik ukybyny artdyrmak üçin ulanylýar. Burawlanan guýa basyş bilen ilki suwuk aýna, soňra hlorly kalsiniň ergini siňdirilýär. Suwuk aýna suwy gysyp çykarýar, hlorly kalsiý bolsa - suwuk aýnany. Çäge zireleriniň daşynda galan suwuk aýna hlorly kalsiý bilen reaksiýa girip, çalt doňýan geli ($SiO_2 \cdot nH_2O$) emele getirýär we çäge sementlenýär:

$$Na_2O \cdot nSiO_2 + mH_2O + CaCl_2 = nSiO_2(m-1)H_2O + Ca(OH)_2 + 2NaCl$$

Netijede dörän emeli çägedaşyň berkligi 5-6 MPa-a ýetýär.

Bir erginli silikatlama yzgarlanda çökýän lýos jynslaryny berkitmek üçin ulanylýar. Bu ýerde suwuk aýna lýosdaky öňden bar bolan kalsiniň suwda ereýän duzlary bilen täsirleşýär we çalt doňýan geli emele getirýär. Doňmany çaltlandyrmak üçin suwuk aýnanyň düzümine berkligi 2,5% bolan nahar duzunyň ($NaCl$) ergini goşulýar:

$$Na_2O \cdot nSiO_2 + CaSO_4 \cdot 2H_2O + nH_2O = SiO_2 \cdot nH_2O + Na_2SO_4 + Ca(OH)_2$$

Netijede, teýgum suwuň täsirine çydamly (yzgarlasa-da çökmeýän), suw geçirmeýän bolýar, berkligi 0,6 MPa-a çenli artýar. Bu usul yzgarlanda çökýän gatlagy doly doňdurmak üçin silikatlandyrylan sütünler görnüşinde ulanylýar.

18.6. **Toýunlama** getirilen (udel) suw siňdirijiligi 100 l/min-a çenli bolan aşa jaýrykly bitewidaşlarda, doldurgyçsyz jyglymlarda sementlemäniň deregine (arzanlygy üçin) ulanylýar. Toýunlamada diňe suw süzdürijilik peselýär. Azda-kände berkligi we suwda durnuklylygy hem artdyrmak niýeti bilen soňky döwürde toýun ergininiň deregine toýunly-sementli ýa-da toýunly-hekli erginler ulanylýar. Usuly ulanmaga doly girişilmezinden öň, ilki siňdiriş synaglary geçirilýär.

18.7. **Bitumlama.** Eger jaýryklylyk aşa uly we suw ýitgileri juda köp bolsa (iri köwekler we ş.m.), toýunlama garaşylýan netijäni bermeýär (ýerasty suwlaryň ýokary tizligi siňdirilýän ergini has uzaga alyp gidýär). Şeýle şertlerde bitumlama, ýagny nebit önümlerini teýguma siňdirmek usuly ulanylýar. Bu usulyň iki görnüşi bar: gyzgyn we sowuk bitumlama.

Gyzgyn bitumlamada bitum 150-180°C-da eredilýär we basyş bilen teýguma siňdirilýär (siňdiriji buraw guýularynyň arasy 1m). Netijede diňe suw süzdürijilik düýpli peselýär, berklik üýtgemeýär. Emma öýjük-jaýryklary dolduran bitum ýuwulyp aýrylmaýar, iýiji gurşawda hem durnuklylygyny saklaýar.

Sowuk bitumlama süzdürijilik koeffisiýentleri 10-100 m/g-g aralygynda bolan baglanyşyksyz teýgumlarda suw ýitgilerini (ýa-da akyp gelýän suwuň mukdaryny) azaltmak üçin ulanylýar. Bu usulda d=0,03-0,001 mm çenli ownadylan bitum zirelerinden ýasalan bitum bulamagy (emulsiýasy) teýguma siňdirilýär we soňra digirlendiriji (koagulýant) hökmünde $CaCl_2$ goşulýar. Digirlendirijiniň täsiri bilen çöken bitum öýjükleriň, jaýryklaryň 40-75% göwrümini doldurýar we suw süzdürijiligi peseldýär.

18.8. **Gyzdyryp bişirme** yzgarlanda çökýän lýos jynslaryny berkitmek üçin giňden ulanylýar (Türkmenistanda henize çenli ulanylmady). Buraw guýusynyň içine ýanyjy garyndy (gaz, solýarka, nebit, kömür, koks) we basyşly howa göýberilýär hem-de ýakylýar. 700-900°C-a çenli gyzan temperatura 5-6 günläp saklanýar. Netijede guýynyň töwereginde d=1,5-3m bolan kerpije çalymdaş bekän teýgum emele gelýar. Bu teýgum yzgarlaýanda-da çökmek ukybyny doly ýitirýär, berklik 150-200 kPa-a çenli artýar.

Edebiýat

1. **Gurbanguly Berdimuhamedow**. Eserler ýygyndysy. 1-nji Tom. A., 2007ý.
2. **Gurbanguly Berdimuhamedow**. Eserler ýygyndysy. 2-nji Tom. A., 2008ý.
3. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy inžener geologiýasy. TDNG, A., 2008ý.
4. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. „Teýgum öwreniş“ ylmynyň laborator işleri boýunça gollanma. A.TBM TPI 2001.
5. TDS 609-2003. Dagynyk teýgumlar. Toparlama. (Düzüjiler: Nurgeldiýew N. we başg.). A.“Tşrkmenstandartlary“ Başdöwletgullugy 2003.
6. Грунтоведение. Под ред. В.Т. Трофимова. Изд. МГУ, 2005г.
7. Лабораторные работы по грунтоведению. Под ред. В.Т. Трофимова. Изд. МГУ, 2008г.
8. Ломтадзе В.Д. Ирженерная геология. Инженерная петрология. Л.: Недра 1984.
9. Грунтоведение. Под.ред. Е.М. Сергеева. Изд. МГУ ,1983.