

**Türkmenistanyň Bilim Ministrliği  
Türkmen politehniki instituty**

**D.Orazdurdyýew**

# **UMUMY GEOLOGIÝA WE INŽENER-GEOLOGIÝA BARLAGLAR**

**Hünär:** “Nebit-gazyň saklanýan ýerlerini, turbageçirijilerini taslamak, gurnamak  
we ulanmak ”

Aşgabat 2010

## Giriş

### 1.1. Dersin manysy, maksatlary, çözüň meseleri, ösüş taryhy, ähmiýeti, alymlaryň orny, gaýry ylymlar bilen özara baglanyşygy

**Geologiýa** Ýeriň düzümi, gurluşy, ösüş taryhy, ýer gabygynyň hereketi, onuň jümmüşindäki gazma baýlyklary hakyndaky toplumlaýyn ylymdyr.

**Inžener geologiýasy** geologiýanyň köpsanly pydaklarynyň in ýaşlarynyň biri bolup, geologik maglumatlary dürli gurluşyk bähbitleri üçin ulanýan ylymdyr.

Soňky ýyllarda adamyň tebigata täsiriniň ummasyz derejede artmagy sebäpli, inžener geologiýasynyň manysy özgerdi, ep-esli giňedi. Şoňa görä, häzirki döwürde **inžener geologiýasy** geologik gurşaw, ony oýlanyşykly we aýawly ulanmak hem-de gorap saklamak hakyndaky ylym hasaplanýar.

Inžener geologiýasynyň **esasy maksady** – meýdançanyň geologik şertlerini gurluşykdan ön öwrenmek hem-de desganyň gurluşygynyň we ulanylyşynyň täsiri astynda geologik gurşawda (ilkinji nobatda, dag jynslarynda) bolup geçjek üýtgewleri önünden çaklamak. Häzirki döwürde inžener-geologik maglumatlary ygtybarly we doly derejede almazdan, hiç bir desga taslanyp, gurlup we ynamly ulanylyp bilinmez.

Bu ýagdaý taslama düzmekden ön (gurluşyk barada karara gelmekde, taslamany maliýeleşdirmekde we ş.m.) geçiriljek inžener-geologik gözlegleriň düzüminde şu meseleleriň çözülmegini talap edýär:

- 1) gurluşygyň tehniki mümkinçiliklerini we ykdysady taýdan bähbitlilikini kesgitlemek;
- 2) belli obýektiň gurluşygy üçin geologik taýdan in amatly meýdançany saýlamak;
- 3) binýatlaryň we umumy obýektiň amatly konstruksiýalaryny (düzgütlerini) we gurluşyk önümçiliginiň bähbitli tehnologiýasyny (tilsimatlaryny) kesgitlemek üçin inžener-geologik şertleri anyklamak;
- 4) gurluşyk we ulanyş döwründe meýdany hem-de geologik gurşawy goramak üçin zerur çäreler we inžener gorag desgalary boýunça teklipleri işläp düzmek.

Inžener geologiýasy, öňden gelýän ýörelgä laýyklykda, geologik gurşawy özara jebis baglanyşykda öwrenýän 3 sany ylmy ugra bölünýär:

- 1) teýgum öwreniş – dag jynslaryny (teýgumlary) we topraklary öwrenýär;
- 2) inžener geodinamikasy – tebigy hem-de adamtarapyn prosesleri we hadysalary öwrenýär;
- 3) sebitleýin inžener geologiýasy – belli sebitiň geologik gurşawynyň gurluşyny we häsiýetlerini öwrenýär.

Mundan başga-da häzirki zaman inžener geologiýasynyň düzümine inžener-geologik gözlegleriň usulyýeti we tilsimatlary hakda goşmaça bir bölüm girizilýär. Bu bölümde hem inžener geologiýasynyň öňki agzalan ugurlaryndaky ýaly, binýady (matematika, fizika) we ugurdaş (inžener gidrogeologiýasy, inžener geofizikasy we başg.) ylymlaryň usullary giňden ulanylýar.

Garaşsyzlyk ýyllarynda Türkmenistanda gurluşyk uly gerime we depgine eýe boldy. Gurluşyk meýdançalary öňki çäklerinden daşyna çykdy (dagdaky, çöldäki, ýeriň, suwuň aşagyndaky gurluşyklar). Gurulýan desgalaryň geologik gurşawa täsiriligi artdy (köpgatly jaýlar, çylşyrymly şertlerde gurulýan ýollar, zeýkeşler we ş.m.), özleşdirilýän ýerlerde gurulýan jaýlaryň, desgalaryň täsiriniň ýetýän zolagynda inžener-geologik şertler düýpli üýtgedi (medeni zolakda ýerasty suwlaryň derejesiniň ýokary galmagy zerarly binýadasty gatlak suwdan doýgun, hili pes we öwrenilmesi kyn teýgumlara öwrüldi).

Gurluşygyň depgini güýçlendi: köpgatly jaýlaryň gurluşygyna 1-2 ýyl çemesi wagt sarp edilýär. Bu bolsa inžener-geologik gözleglere goýberilýän möhleti gysgaldýar. Şeýle şertlerde inžener-geologik maglumatlary ýokary hilde we öz wagtynda almak – işleriň döwrebap tehnika, bilimli hünärmenler bilen üpjün edilmegini we ýaşlar üçin milli dilde ýazylan okuw kitabyňyň bolmagyny talap edýär.

### ***Inžener geologiýasynyň manysy***

**Inžener geologiýasy** geologik maglumatlary dürli gurluşyk bähbitleri üçin ulanmaga niýetlenen ylymdyr.

Öwrenilýän ylmyň şuna kybapdaş kesgitnamasy öňki Sowet Soýuzynda 1929-1980-nji ýyllara çenli ulanyldy. Soňky ýyllarda adamyň tebigata täsiriniň uçursyz artmagy zerarly, inžener geologiýasynyň manysy özgerdi, ep-esli giňeldi. Häzirki zaman kesgitnama şeýledir:

**Inžener geologiýasy** geologik gurşaw, ony oýlanyşykly ulanmak we aýawly saklamak hakyndaky ylymdyr.

**Geologik gurşaw** Ýeriň gabygynyň adamyň täsirine tabyn bölegidir. Muňa toprak, teýgumlar, ýerasty suwlar (takmynan, 100 m çüňluga çenli), geologik hadysalar degişlidirler.

### ***Inžener geologiýasynyň maksady, wezipeleri***

Inžener geologiýasynyň maksady – öwrenilýän ýeriň tebigy-geologik ýagdaýyny gurluşyk başlanmazýndan ön öwrenmek, şeýle-de desga gurlup we ulanylyp ýörlen döwürde geologik gurşawda, ilkinji nobatda, dag jynslarynda bolup geçjek üýtgeşmeleri önünden çaklamak. Döwrün kadalaryna, talaplaryna laýyklykda, häzirki şertlerde hiç bir jaý, desga inžener-geologik maglumatlar alynmazdan, taslanyp, gurlup we ulanyşa berlip bilinmeýär.

Şulardan ugur alnyp, her inžener-geologik gözleg işiniň önünde (gurluşyk geçirmek barada karar kabul edilenden, taslamanyň serişde-harajat üpjünçiligi kesgitlenenden soň) şeýle meseleler goýulýar:

- 1) niýetlenýän desga üçin inžener-geologik taýdan amatly meýdany, meýdançany saýlamak;

- 2) desganyň umumy durkuny we onuň binýadynyň amatly konstruksiýasyny (düzgüdini) esaslandyrmak, gurluşyk işleriniň alnyp barylmalý tehnologiýasyny kesgitlemek niýeti bilen, inžener geologik şertleri jikme-jik öwrenmek;
- 3) daş-töweregi we geologik gurşawy gurluşyk we ulanyş döwründe abat saklamak üçin zerur çäreler we inžener gorag desgalary barada ündemeler işläp düzmek.

Sebitiň, ýurduň bähbitleri göz önünde tutulanda, dünýä tejribesinde toplanan maglumatlar gurluşyk üçin geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň ykdysady taýdan amatlydygyna güwä geçýär. Çykarylan harajatlar, serişdeler gurlan jaý-desgalaryň abatlygynyň üsti bilen ençeme esse bolup yzyna dolanýar.

### ***Inžener-geologiýasynyň ösüş taryhy***

Inžener geologiýasy, ylym pudaklarynyň aglaba köpüsi ýaly, resmi taýdan özbaşdak ylym pudagy diýlip ykrar edilmezinden öň, uzak wagtyň dowamynda maglumat (hakyda) toplama möwritini başyndan geçirýär. Şu jähetden Inžener geologiýasynyň ösüşini Irki we Taryhy döwürlere bölmek bolar.

Irki döwür gadymy zamandan 1930-njy ýyllara çenli wagty öz içine alýar we 3 tapgyra bölünýär.

- 1) Gadymyýetden XVIII asyryň aýagyna çenli.
- 2) XIX asyrdaky kapitalizmiň ösmegi bilen baglylykda, demir ýol, şäher, suw tehniki desgalaryň gurluşygy ýaýbaňlanyp başlaýar. Gurluşyk üçin geçirilen inžener gözlegleriniň, taslamalaryň tejribeleri barada inžener geologiýasyna golaý jemleýji kitaplary ýazylýar. Olara P. Usowyň (1859 ý., Russiýa) “Gurluşyk sungaty”, W. Karlowiçiň (1869 ý., Russiýa) “Teýkarlar we binýatlar” ýaly kitaplaryny mysal getirip bolar. XIX asyryň aýagynda belli rus geologlary A.P. Pawlow, I.W. Muşketow, W.A. Obruçew Merkezi Aziýanyň, şol sanda Türkmenistanyň, geologik şertlerini öwrenýärler.
- 3) 1900-1930-njy ýyllar.

Bu tapgyr “Inžener geologiýasy” diýen adalganyň, ylym pudagynyň, okuw-ylmy kafedralaryň döremegi, pudak boýunça ilkinji kitaplaryň ýazylmagy bilen meşhurdyr.

“Inžener geologiýasy” atly ilkinji kitap 1911-nji ýylda Nýu-Ýorkda (ABŞ) neşir edilýär (awtorlary H. Ris we T. Watson). Şol ýyl Londonda (Beýik Britaniýa) P. Sorsli “Inženerler üçin geologiýa” atly kitaby çap edýär.

Dag jynslarynyň mehaniki häsiýetleriniň mukdar bahalaryny kesgitlemek üçin usullary işläp düzen we gural-abzallary ýasan belli amerikan alymy K. Tersagi 1929-njy ýylda “Inžener geologiýasy” atly kitaby ýazýar. K. Tersagi öz döwürdeşlerinden käbir inženerleriň jaýrykly bitewidäşlerden düzülen ýapylaryň durnuklylygyny hasaplarda matematiki usullara has köp üns berip, şol jynslaryň geologik gurluşyna, weýranlaşma derejesine bolsa, az üns berip, ýalňyş taslamalaryň düzülmegine sebäp bolýanlygyny belleýär.

1923-nji ýylda Sankt-Peterburgda (Russiýa) gum ýollary örtmek üçin çägetopur-toýun garnuwlary boýunça N.N. Iwanow, P.A. Zemýatçenskiý we beýlekiler tarapyndan köpsanly barlaglarda amatly zire düzümi öwrenilýär. Bu ýerde toprak bilen dag jynslary gurluşyk jähetden ulanylany üçin, olara “teýgum” (grunt) diýlip at berilýär. Bu barlaglar “Ýol teýgum öwrenişiniň” ösmegine ýardam edýär.

Taryhy döwür inžener geologiýasynyň geologiýanyň özbaşdak pudagy görnüşde ykrar edilmegi, onuň ösüp-kämilleşmegi bilen bagly we şertleýin 3 tapgyra bölünip bilner:

- 1) 1930-1945 ý.ý.
- 2) 1946-1980 ý.ý.
- 3) 1980 ý. – şu günlere çenli.

**Birinji tapgyr.** Eýýäm 1930-njy ýyla çenli uly okuw-ylmy ojaklarda (Moskwada, Sankt-Peterburgda we başg.) inžener geologiýasy boýunça ylmy laboratorýalar, hünärmen taýýarlanýan kafedralar açylýar. Inžener geologiýasynyň ilkinji dörän bölümi “Teýgum öwreniş” rus alymlary M.M. Filatow, W.W. Ohotin, W.A. Priklonskiý, W.M. Gumenskiý, S.S. Morozow we beýlekileriň işleriniň esasynda ösýär.

Teýgum öwreniş bilen bir hatarda, dag jynslaryny öwrenýän ýene bir ylmy ugur – „Teýgumlaryň mehanikasy“ fizikanyň, matematikanyň, gurluşyk we geologiýa ylmlarynyň çatrygynda döräp, kemala gelýär. Bu pudak dag jynslaryna nazary mehanikanyň we gurluşyk mehanikasynyň kanunlaryny ulanmaklyga esaslanýar. Bu ugurdan işlän belli alymlardan N.N. Maslowy, N.A. Sytowiçi we beýlekileri bellemeli.

Emma gurluşyk bilen bagly soraglaryň hemmesini çözmek üçin, diňe teýgumlary öwrenmek ýeterlik bolmaýar. Gurluşyk meýdançasynda geologik gurluşy, gidrogeologik şertleri, geologik hadysalary öwrenmek zerurlygy döreýär. Agzalan soraglary tutuşlygyna öwrenýän ylym pudagyna “Inžener geologiýasy” diýlip at berilýär. Bu ugruň bekäp-kämilleşmeginde F.P. Sawarenskiý, G.N. Kamenskiý, I.W. Popow, L.D. Belyý, W.A. Priklonskiý, N.W. Kolomenskiý, N.Ý. Denisow we beýleki alymlar möhüm işleri bitirdiler.

Şeýlelik bilen, birinji tapgyryň esasy netijesi – inžener geologiýasynyň iki ugurdan ybarat özbaşdak ylym pudagy: **teýgum öwreniş** we **inžener geodinamikasy** hökmünde kabul edilmegidir.

**Ikinji tapgyr.** Beýik Watançylyk urşy tamamlanandan soňra, uruşda weýran bolan jaýlary, desgalary gaýtadan dikeltmek, ýüzlerçe täze şäherleri, desgalary gurmak bilen bagly inžener gözlegleri geçirmek zerurlygy döreýär (şol sanda gowşak, amatsyz teýgumlaryň üstünde).

Şäher gurluşygy bilen bagly täze endişeler döreýär (emeli teýgumlar, zeýleme, suw peseldiş işleri). Şol sebäpli 1950-nji ýyllarda inžener-geologik şertleri gurluşyk taslamasy üçin ýöriteleşdirip öwrenýän inžener gözleg kärhanalary (TISIZ-ler) döreýär. Türkmenistanyň şertlerinde 1948-nji ýyldaky weýrançylykly Aşgabat ýer titremesinden soňra, inžener-geologik gözleglerde taslanýan hem gurulýan jaýlar we

desgalar üçin ýer titremäniň zarbasyna çydamly ýerleri saýlamaga uly üns berlip ugralýar.

Şu tapgyrda inžener-geologik şertler hil ýazgy görnüşden mukdar taýdan bahalanma görnüşine geçýär, gurluşygyň daşky gurşawa täsiri çaklanyp, gorag çäreleri işlenip düzülip ugralýar.

Inžener geologiýasynyň täze ugurlary döreýär:

- inžener geologiýasyna matematiki usullary girizmek;
- barlag nokatlarynyň sanyny, ýerleşiş kadalaryny amatlylaşdyrmak;
- nusga alynmaly ýerleri önünden hasaplap kesgitlemek.

Inžener-geologik gözlegleriň usullary N.W. Kolomenskiniň, G.K. Bondarigiň we beýlekileriň işlerinde ösdürilýär.

Toplanan maglumatlaryň rejelenip işlenmeginiň esasynda, täze bölüm – **sebitleýin inžener geologiýasy** döräp, kemala gelýär. Sebitleýin inžener geologiýasynyň gözbaşynda I.W. Popowyň, I.S. Komarowyň, Ý.M. Sergeýewiň, M.W. Çurinowyň we beýlekileriň işleri ýatyr.

Ikinji tapgyryň esasy netijeleri:

- inžener geologiýasynyň 3-nji bölümüniň – sebitleýin inžener geologiýasynyň kemala gelmegi;
- teýgumlara ulgamlaýyn garaýşyň döremegi;
- inžener geologiýasynyň kesgitli işler üçin niýetlenen bölümleriniň döremegi (melioratiw inžener geologiýasy, gazma baýlyklaryň ýataklarynyň inžener geologiýasy we ş.m.).

**Üçünji tapgyr.** 1980-nji ýylda Moskwada geçen XVI Halkara geologik kongresiniň düzüminde Inžener geologlaryň halkara birleşmesiniň Baş Assambleýasy Jarnama kabul etdi. Bu Jarnamada inžener geologiýasy geologik gurşaw baradaky ylym diýlip ykrar edildi we hemme inžener geologlar geologik gurşawy goramak we aýawly ulanmak baradaky jogapkärligi öz üstlerine almaklyga çagyryldylar. Şundan soňra neşir edilen inžener gözlegleriniň kadalarynda bu pikir resmi görnüşde bellendi we inžener geologiýasynyň önünde täze wezipeler goýuldy:

- geologik gurşawy (ýagny, Ýer gabygynyň adamyň inžener-hojalyk işleriniň täsiriniň ýetýän bölegini) amatly ulanmagyň nazary esaslaryny işläp düzmek;
- geologik gurşawyň üýtgewiniň çaklanmagynyň we surata düşürmegiň sebitleýin esaslaryny işläp düzmek;
- adamyň hojalyk işleri zerarly, geologik gurşawyň sebitleýin we ýerli üýtgewiniň bahalanýş usullarynyň ylmy esaslaryny işläp düzmek.

Türkmenistanyň Garaşsyzlyk ýyllaryndaky ösüş döwründe inžener geologiýasynyň önünde durýan meseleleri şeýle tertipde belläp bolar:

1. Gurluşyk geçirilýän ýerleriň çäkleri giňedi (Garagum çölündäki, dagdaky, ýerasty, suwasty gurluşyklar); gurluşyk ön ýeterlik öwrenilmedik ýerlerde, şol sanda özboluşly teýgumlaryň ýaýran ýerlerinde giňden ösüp başlady. Şol teýgumlary aýratyn tematik taýdan düýpli öwrenmegiň wagty geldi.

2. Ýurtda milli nusgawy resminamalar kabul edildi. Şolaryň inžener gözlegleri bilen bagly bölümleri ýerli şertler we wagtyň talaplary boýunça gaýtadan işlenilmeli. Milli gurluşyk kadalarynyň inžener gözleglerine degişli nusgawy tablisalarynda ýerli teýgumlaryň aýratynlyklary doly hasaba alynmaýar. Ýerli teýgumlaryň sebitleýin nusgawy tablisalaryny düzmek üçin häzirki wagtda ýeterlik mukdarda maglumatlar hem, inžener gözlegleriniň mümkinçilikleriniň gurluşyk işleriniň depgininden yza galýanlygy sebäpli, döwrebap zerurlyk hem bar.

3. Suwarymly ekerançylygyň öňden bar bolan ýa-da täze açylýan ýerlerinde howaly we suwdan doýgun zolagyň galyňlyklarynyň özara gatnaşyklary wagtyň dowamynda we giňişlikde üýtgeýär. Bu şertde nemgeçiş, duzgeçiş prosesleri öwrenmegiň ähmiýeti oba hojalygy we gurluşyk üçin örän möhümdir.

4. Dünýä derejesinde inžener-geologik maglumatlary almakda, işläp seljermekde, saklamakda we derwaýys ulanmakda täze tehniki we tehnologik ösüşler gazanyldy. Şol täze usullary, enjamlary tapyp almak, öwrenmek, ýerli inžener-geologik gözleg-barlag işlerine ornaşdyrmak inžener-geologlaryň, degişli pudak ýolbaşçylarynyň gündelik wezipesi bolmagynda galýar.

### ***Inžener geologiýasynyň düzümi***

Inžener geologiýasynyň aýry-áýry ylmy ugurlara bölünişine (strukturasyna) rus alymlary F.W. Kotlowyň, L.D. Belyýnyň, A.K. Larionowyň, W.D. Lomtadzäniň, F.P. Panýukowyň, G.K. Bondarigiň we beýlekileriň işlerinde seredilýär. Bu alymlaryň her haýsynyň inžener geologiýasynyň strukturasyna, düzümi böleklerine özboluşly garaýşy bar. Alymlaryň aglaba köpüsi inžener geologiýasyny 3 bölege bölýärler: “Teýgum öwreniş”, “Inžener geodinamikasy”, “Sebitleýin inžener geologiýasy”. Käbir alymlar inžener geologiýasynyň düzümine “Ýörite inžener geologiýasy” diýlen bölümi, ýagny “Inžener-geologik gözlegleriň usulyýeti” atly bölümi hem goşýarlar (W.D. Lomtadze we başg.). Inžener geologiýasynyň giň köpçülik tarapyndan ykrar edilen bölümlerine garap geçeliň.

1) **Teýgum öwreniş** teýgumlar hakyndaky, olaryň düzümi, häsiýetleri, ýaýraýyş kadalary hakyndaky 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 in möhüm täsirleri hem gös-göni teýgumlar bilen baglydyr.

2) **Inžener geodinamikasy** geologik we inžener-geologik prosesler we hadysalar baradaky ylymdyr. Bu ylym pudagy tebigy geologik prosesleri we hadysalary, adamyň hojalyk we gurluşyk işleri bilen bagly döreýän prosesleri, olaryň döremeginiň

sebäplerini, ösüş depginine täsirleri, geologik gurşawa, biosfera ýetirýän zyýanlaryna garşy göreş çärelerini öwrenýär.

3) **Sebitleýin inžener geologiýasy** aýry-aýry sebitleriň inžener-geologik şertleriniň kemala geliş kada-kanunylyklaryny, olaryň emeli täsir zerarly üýtgewini çaklamagy öwrenýär. Bu ylym ugrunyň maglumatlary täze özleşdirilýän ýerler boýunça meýilnamalar düzülende, alysa uzalyp gidýän desgalaryň (ýollar we başg.) gurluşygynyň taslamalarynyň deslapky tapgyrlary esaslandyrylanda we ş.m. ulanylýar.

Sebitleýin inžener-geologiýasynyň in wajyp ýörelgeleriniň biri şeýle manyny berýär: Ýer gabygynyň aýry-aýry meýdançalarynyň inžener-geologik taýdan birmeňzeşligi, olaryň birmeňzeş geologik şertleri başyndan geçirmegi we häzirki wagtda birmeňzeş gyzgynlyk-çyglylyk şertleriň dowam etmegi bilen ýakyn baglydyr.

### ***Inžener geologiýasynyň başga ylymlar bilen baglanyşygy***

Inžener geologiýasy ençeme geologik we geologik däl (tebigy we tehniki) ylymlar bilen baglydyr. Mysal üçin, ol geologik ylymlaryň hemmesi ýaly, fizikanyň, mehanikanyň, himiýanyň (esasan-da, 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 in 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 in 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. In ownuk mineral, organiki, organiki-mineral bölejikleriniň 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. **Inžener geodinamikasynda** ýerasty suwlara ekzogen geologik prosesleriň döremegine we ösüş depginine täsir edýän esasy şert hökmünde garalýar. **Sebitleýin inžener geologiýasynda** ýerasty suwlara inžener geologik şertleri kemala getirýän esasy düzüm bölegi ýaly garalýar. Şol bir wagtda hem ýerasty suwlar gidrogeologiýanyň öwrenýän esasy obýektiligine galýar: emma suw üpjünçiligi üçin ýa-da düzüminden ýod, brom ýaly peýdaly baýlyklary almak, bejeriş niýeti bilen ýa-da nebit we gaz ýataklarynyň gözlegi, özleşdirilişi bilen bagly meseleler öwrenilende gidrogeologiýa we inžener geologiýasy bilen göni baglanmaýar.



Inžener geologiýasynyň 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 geýýan 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.

Geologik däl ylmylaryň içinde inžener geologiýasyna iň ýakyn durýany “**Toprak öwrenişdir**“. Bu baglanyşyk ylmylaryň ikisiniň hem öwrenýän umumy obýekti - **topragyň** üsti bilen bolup geýýär. Toprak öwrenişde toprak ösümlikleriň gögerip, ösüp ýetişýän gurşawy hökmünde öwrenilýär. Inžener geologiýasy topragy teýgum hökmünde öwrenýär. Görnüşi ýaly, bu iki ylmyň önlerinde 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 ylmylary** bilen baglanyşygy gös-göni teýgumlaryň mehanikasynyň üsti bilen bolup geýýär. Inžener geologiýasy nazary we gurluşyk mehanikasyndan gelip çykýan kanunylyklary teýgumlarda ulanýar. Gurluşyk ylmylarynyň gazananlary teýgumlaryň daşky täsir astynda üýtgeýişlerini öwrenmäge ýardam berýär. Şol bir wagtda-da “Teýkarlar we binýatlar”, “Inžener seýsmologiýasy” ýaly gurluşyk ylmylary jaýlaryň we desgalaryň taslamasyna teýgumlar barada zerur gerek maglumatlary inžener geologiýasyndan alýarlar.

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

# I. GEOLOGIÝANYŇ ESASLARY

## 2. Ýer barada umumy maglumatlar

### 2.1. Geosferalar we olaryň özara baglanyşygy

**Geologiýa** ýeriň gurluşyny, gelip çykyşyny, ösüşini öwrenýän ylymdyr. Geologiýa esasan dag jynslaryny we Ýer gabygyny öwrenmäge esaslanandyr.

Ýeriň şekili şar pisint bolsa-da, özboluşlylygy sebäpli oňa geoid diýilýär.

Ýeriň daşynda aýlaw guşaklar (geosferalar) bardyr. Olara howa gatlagy atmosfera (beýikligi 1300 km ýetýär, ýer bilen bile aýlanýar), suw-buz guşagy-gidrosfera, ýeriň gabygy-litosfera girýär.

Ýer togalagynyň (keýesi) radiusy 6,4 müň km töweregi bolsa, ýer gabygynyň galyňlygy 20-80 km çemesidir. Gabykdan aşakda mantiýa we ýadro bardyr. Ýer togalagyna düşýän ýylylygyň 95% Günden gelýär, galany ýeriň aşagyndaky radioaktiw bölünişiň energiýasydyr.

#### *Ýeriň gaty gabygynyň ýylylyk tertibi*

Ýeriň gaty gabygynyň ýylylyk tertibiniň düzülişine daşky (ekzogen) we içki (endogen) ýylylyk çeşmeleri gatnaşýarlar.

Daşky çeşmä esasy Gün degişlidir, ondan ähli ýylylygyň 99.5% alýar. Gün şöhlesi bilen deňeşdirilende beýleki ekzogen çeşmeleriň (Aýdan, ýyldyzlardan ýaýramak, kosmos şöhleleri) ýylylygy ujypsyzdyr. Günüň ýylylygy biziň planetamyza ýaşaýşyň ösüşini kesgitleýär we atmosferada, gidrosferada, Ýeriň ýüzünde hem-de ýokary gatlaklarynda bolup geýýän dürli proseslere öz täsirini ýetirýär. Ýeriň üstüniň her 1sm<sup>2</sup> meýdanyna bir ýylda  $6.9 \cdot 10^9 \text{J/sm}^2 \cdot \text{ýyl}$  gün ýylylygy düşýär. Onuň 35.7% uzyn tolkunly şöhlelenmä ýitýär; 10.8% atmosfera gidýär; 53.5% bugarma sarp edilýär. Ýere ýetýän energiýa suwuň bugarmagyna, gaty gabygyň ýokary gatynda ýylylyk çalşygyna harçlanýar. Gün şöhleleriniň Ýere düşüşi wagt dowamynda we giňişlikde (Ýeriň geografik giňişligine baglylykda) üýtgeýär, bu bolsa, planetamyzyň klimatynyň üýtgemegine täsir edýär.

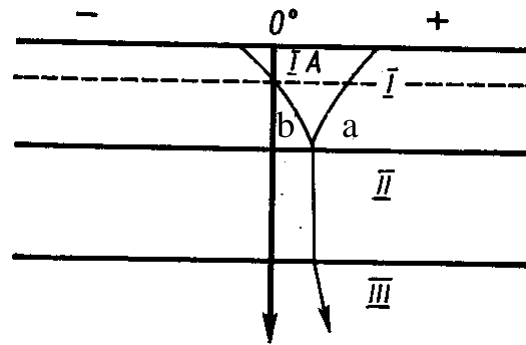
Ýylylygyň içki çeşmelerine ilki bilen uranyň, toriniň we kaliniň radioktiw dagamagy netijesinde bölünip çykýan ýylylyk energiýasy degişlidir. Mundan başga-da sürtülme, maýyşgak dartgynlygyň relaksasiýasy, grawitasion we polimorfik dönmeler, elektron gatlajyklaryň ýeriniň üýtgetmesi, himiki reaksiýalaryň faza geçmeleri we beýleki prosesler bolup geçende bölünip çykýan ýylylyklar degişlidirler. Ýöne hemme içki çeşmeleriň ýylylygyny mukdarlaýyn bahalandyryp bolmaýandygyny bellemek zerurdyr.

Ýeriň umumy ýylylyk balansy geologik ösüşiň dowamynda üýtgewsiz bolmandyr. Ol geologik proseslere we başga sebäplere görä wagtal - wagtal üýtgäp durupdyr, belli döwürlerde uly meýdanlarda ýylylyk balansynyň otrisatel bolan

wagtalary hem bolupdyr. Onuň bilen doňaklyklaryň ösüşi, müdümi doň jynslar toplumlaryň döremegi baglydyr.

### **Geotermik zolaklar**

Ýeriň gaty gabygyny ýylylyk tertibiniň aýratynlygyna görä daşky zolaga, ýyllyk hemişelik temperaturaly guşaga we içki zolaga bölýärler (1-nji surat).



1-nji surat. Ýeriň gaty gabygynyň temperatura zolaklary (guşaklary)

I – daşky (temperatura üýtgeýän) zolak; I A – doňma zolakçasy;

II – hemişelik temperaturaly zolak; III – içki (temperatura ösýän) zolak

Daşky zolagyň (geliotermozologyň) ýylylyk energiýasynyň esasy çeşmesi Gündür. Onuň şöhleleriniň Ýere düşmesi planetamyzyň aýlanyşyna, geografik giňişligine, ýeriň relýefine we beýleki sebäplere görä üýtgäp durýar. Bu zolak çuňluga görä temperaturanyň gije-gündizde, pasyllaýyn, ýyl-da, köp ýyllarda we köp asyrlarda üýtgeýän gatlaklaryna bölünýär. Temperaturanyň üýtgew gerimi çuňluga görä çalt azalýar. 1-2m çuňlukda gije-gündizde hemişelik temperaturaly gatlak ýatýar (ummanlar üçin 20-30m), temperaturanyň pasyllaýyn üýtgewi 8-10m-den geçmeýär, ýyllyk hemişelik temperaturaly gatlak (neýtral gatlak) 30-40m çuňlukda ýerleşýär. Soňky gatlagyň temperaturasy şol ýeriň howasynyň ortaça ýyllyk temperaturasyna golaýdyr. Ýylylyk hemişelik temperaturaly guşakdan aşakda Ýeriň jümmüşinden ýaýraýan ýylylyk akymy duýulup başlaýar. Ondan aşakdaky zolaga içki zolak (geotermozolak) diýilýär. Bu zolagyň ýylylyk tertibi her takyk meýdanyň geologik gurluşyna we tektonik aýratynlyklaryna, sebitiň geologik ösüş taryhyna we gidrogeologik şertlerine baglydyr.

Ýeriň jümmüşinden gaýdýan ýylylyk akymy geotermik gradiýent, geotermik bosaga we akymyň dykzlygy bilen häsiýetlendirilýär.

**Geotermiki gradiýent**  $G$  - her 100m çuňlukda temperaturanyň artmagydyr.

**Geotermik bosaga**  $B$  - temperaturanyň  $1^{\circ}\text{C}$  artýan çuňlugydyr. Olar şu ülnewler bilen kesgitlenýär.

$$G = T_2 - T_1 / H_2 - H_1 \text{ we } B = H_2 - H_1 / T_2 - T_1, \text{ bu ýerde}$$

$T_1$  we  $T_2$  -  $H_1$  we  $H_2$  çuňluklarda ölçenen temperaturalar.

Ýa-da  $B = H - h / T - t$ , bu ýerde

H - temperatura ölçenen çuňluk;

h - ýyllyk hemişelik temperaturaly gatlagyň çuňlugy;

T - H çuňlukdaky temperatura;

t - ýeriň üstünde howanyň ortaça ýyllyk temperaturasy.

Eger-de geotermik bosaga, berlen ýerdäki howanyň ortaça ýyllyk temperaturasy we ýyllyk hemişelik temperaturaly gatlagyň çuňlugy belli bolsa, onda ýeterlik takyklyk bilen dürli çuňlukdaky temperaturany ýa-da ol ýa-da başga temperatura degişli çuňlugy kesgitlep bolar:

$$T_H = t + H \cdot h / B \text{ we } H = B(T_H - t) + h.$$

Geotermik gradiýentiň orta ululygy  $3^\circ\text{C} / 100\text{m}$ , geotermik bosaganyň ortaça ululygy  $33\text{m}/^\circ\text{C}$  deňdir.

Ýylylygyň ýaýramagynda işjeň hereketli doýgun zolokdaky ýerasty suwlaryň ähmiýeti uludyr.

## 2.2. Ýaýraw minellary

Ýer gabygy dag jynslaryndan, olar bolsa, öz gezeginde minerallardan düzüldirler.

**Mineral** diýip, ýeriň astynda ýa-da üstünde dürli prosesleriň netijesinde dörän, kesgitli (durnukly) fiziki häsiýetli we himiki düzümlü tebigy jisimlere aýdylýar.

Häzire çenli 3,5 müň tebigy we şonçarak emeli minerallar belli. Her ýylda 30-a golaý täze mineral tapylýar ýa-da döredilýär. Dag jynslaryny düzýän minerallar 100 çemesidir, olara ýaýraw minerallar diýilýär.

Minerallar 3 usul bilen emele gelýärler:

- 1) endogen - magmatizmde çuňlukda döreýänler;
- 2) ekzogen - ýeriň ýüzünde himiki dargamadan soň döränler;
- 3) metamorfik - uly basyşdan we gyzygynlykdan özgerip döränler.

Minerallar köplenç gaty görnüşdedirler (kwars, zylça, meýdan şpatlary), emma olar suwuk (nebit, suw, simap), gaz görnüşli hem (metan, kükürtli wodorod) bolup bilýärler.

Gaty minerallaryň kristallik gurluşlary bolýarlar. Minerallar himiki düzümi boýunça 10 synpa bölünýärler (silikatlar, karbonatlar, sulfatlar, oksidler we başg.). Mineralogik düzümi dag jynslarynyň häsiýetlerine uly täsir edýär. Minerallary tanajak bolsaň, olaryň hersiniň özüne mahsus bolan fiziki, optiki häsiýetlerini, düzümini kesgitlemeli. Tanadyjy alamatlaryna minerallaryň gatylygy, ýalpyldysy, durulygy, daş keşbi, çyzygy, ýülmekligi we beýlekiler degişlidirler.

Minerallaryň **daş keşbi** köp dürlüdür, olar kub sypatly (nahar duzy), pişme gyraňly (kalsit), gylçykmaç (buýnuzça), gabyklaç (slýuda), süýümlek (asbest) ýaly görnüşleri bolup biler.

Minerallaryň **gatylygy** iň ygtybarly tanadyjy alamatdyr. Ony takyklajak bolsaň, nätanys mineralyň üst gyraňyny gatylygy belli bolan mineral bilen çyzyp (dyrnep) görmek ýeterlikdir.

**Ýülmeklik** diýip, minerallaryň urgudan soň üsti ýylmanak böleklere bölünmek ukybyna aýdylýar. Ýülmekligiň derejesi (juda kämil, kämil we kämilleşmedik) kesgitlenilse, mineraly tanamak ýeňilleşýär.

**Reňk** diňe käbir minerallar üçin tanadyjy alamatdyr (kükürt-sary, kaolinit-ak, biotit-gara bolýar). Emma minerallaryň aglaba köpüsiniň reňki garnuwa baglylykda üýtgäp durýar.

Minerallaryň **çyzygynyň** (owranan ununyň) reňki ygtybarlyrakdyr.

**Dykyzlyk** - minerallaryň ygtybarly häsiýetleriniň biridir. Emma dykyzlygyň san bahasyny diňe laborator şertlerinde kesgitläp bolýar.

**Şahsy häsiýetler.** Minerallaryň adyny anyklamak üçin olaryň başga-da käbir alamatlaryny ulanyp bolar. Mysal üçin, kalsitiň üstüne 10%-li duz turşulygynyň erginini damdyrsaň, ol paşyrdap gaýnaýar, piritiň kükürt ysy bar, nahar duzunyň (galitiň) şor tagamy bar we ş.m.

### 2.3. Dag jynslary

Dag jynslary - minerallaryň tebigy toplumlarydyrlar. Dag jynslaryny düzýän minerallar biri-birleri bilen bile biten görnüşde (granit, dolomit), gowşak sepli zireleýin (gumbaýrak, topur, toýun) ýa-da hiç hili baglanyşyksyz halda (çagyl, çäge) hem bolup biler.

Tebigatda 1000-e golaý dag jynslarynyň bardygy belli. Olar gelip çykyşy boýunça 3 topara bölünýärler: otly çogma (magmatik), dönen (metamorfik) we çöküdi dag jynslary.

**Çogma** (magmatik) jynslarynyň otly erginleriň çuňlukda doňan (granit), ýeriň ýüzüne çogup çykansoň doňan (bazalt) we wulkandan atylyp çykan (tuf) görnüşleri bolýar.

**Dönen** (metamorfik) jynslar (gneýsler, mermerler, slanesler) ägirt uly basyşyň we ýokary gyzygynlygyň (ýüzlerçe gradusa çenli, ýöne eretme nokadyndan pes) täsiri astynda çogma we çöküdi jynslaryň üýtgän görnüşleridirler.

Türkmenistanda çogma we dönen jynslar juda seýrek duşýanlygy sebäpli, olar jaýlaryň, desgalaryň teýkary hökmünde ulanylmaýar diýen ýalydyr.

**Çöküdi dag jynslary** 2 synpa (klasa) - berk seplilere we gowşak seplilere bölünýärler. Olar dag jynslarynyň weýranlaşmagynyň netijesinde emele gelip, ýeliň, suwuň, öz agramynyň täsiri bilen öňki ýatan yerinden gozganyp (käte gozganman) dörän çöküdi görnüşinde emele gelýärler.

Dag jynslary öwrenilende ilkinji nobatda olaryň strukturasyna, teksturasyna we mineral düzümine üns berilýär.

**Struktura** (içki gurluşy) diýlip, jynslary düzýän bölejikleriň (zireleriň) möçberleri, keşbi, dürli möçberli zireleriň özara mukdar gatnaşygy, zireleriň sepleşigi göz önünde tutulýar. Çöküdi dag jynslarynda esasan sementleşen (berk), suw-kolloid (durnuksyz) struktur baglanyşyklary bardyr. Çägelerde, çagyllarda sep baglanyşygy ýokdyr, olaryň berkligi diňe zireara sürtülme güýçlerinden düzülendir.

**Tekstura** (içki ýerleşiş) jynslary düzyň zirelerini giňişlikde möçberini, sep berkligi boýunça gyradeňligini, meňzeş ornaşyklygyny aňladýar. Tekstura jynslaryň izotrop (gyradeň) we anizotrop (ugurlaýyn) häsiýetlerini esaslandyrýar.

**Mineral düzümi.** Çogma jynslaryň iň wajyp minerallaryna ortoklaz, plagioklazlar, awgit, kwars degişlidirler. Dönen jynslarda ilkinji minerallardan (kwars, meýdan şpatlary, slýuda, kalsit) başga-da, dönen jynslara mahsus bolan ikilenç dörän minerallar hem duşýarlar (hlorit, talk, galamlyk).

Çöküdi dag jynslaryň düzümindäki minerallar örän köp dürlüdür. Türkmenistandaky jynslaryň gurluşyk häsiýetlerine iň uly täsir edýänlere örän durnuksyz minerallar bolan duzlar we toýun minerallary degişlidirler.

Dag jynslary inžener-geologik nukdaýnazardan öwrenilende olaryň şol bir wagtda hem häsiýetleri, hem-de emele geliş şertleri nazarda tutulýar.

Şu jähetden tebigy dag jynslary – tebigy teýgumlar 2 synpa: bitewidäşlere we dagynyk teýgumlara, olar bolsa, öz gezeginde, toparlara we toparçalara bölünýärler. Şu ýerde olaryň esasy häsiýetlerine gysgaça garap geçeliň.

Bitewidäş teýgumlaryň berkligi we durnuklylygy ýokary, çöküjiligi (ýarsma ukyby) we suw süzdürijiligi ýoga golaý bolýar. Olar 3 topara: çogma (magmatik), dönen (metamorfik) we çöküdi bitewidäş jynslara bölünýärler.

**Çogma jynslar** ýeriň astyndan uly gyzygynlykda erän maddalaryň ýokary galyp, sowap doňmagy netijesinde emele gelişler (granitler, bazaltlar, diabazlar, wulkanik tuflar we başg.). Ýurdumyzda olar örän seýrek duşýarlar. Olaryň hemmesiniň diýen ýaly häsiýetleri şeýledir:

- berkligi ýokary, örän ýokary (gysylma berkligi  $\geq 100$  MPa);
- gysylma ukyby az, ýoga golaý, ýagny çökmeýärler;
- suw süzdürijiligi ýok, bu häsiýet diňe weýranlaşan, jaýrylan çogmalarda bolup biler;
- durnuklylygy ýokary, suwda eremeýärler, ýumşamaýarlar.

Çogma jynslaryň amatsyz häsiýetleri (berkliginiň peselmegi, suw süzdürijiliginiň artmagy) diňe müňlerçe ýylyň dowamyndaky weýranlaşma hadysasynyň netijesinde bolup biler.

**Dönen jynslar** çogma jynslaryň, çöküdi jynslaryň örän uly basyşyň we gyzygynlygyň täsiri astynda başga jynsa öwrülmegi, **dönmegi** netijesinde döreýärler. Mysal üçin: çägedaşdan – kwarsitler, hekdaşlardan – mermerler, toýundaşlardan – toýunsow slanesler, granitden – gneýsler emele gelişler. Türkmenistanda bu jynslar ýeriň ýüzüne golaý çuňlukda juda seýrek duşýarlar. Olaryň esasy häsiýetleri şeýle:

- berkligi köplenç ýokary, käte pes hem bolup bilýär;
- gysylma ukyby çogma jynslaryňka meňzeş;
- suw süzdürijiligi jynslaryň jaýryklylygyna bagly, umuman, örän pes;
- durnuklylygy dürlüdür: kwarsitler örän durnukly, toýunsow slanesler çalt weýranlaşýarlar.

**Bitewidäş çöküdi jynslar** gowşak sepli çöküdi jynslaryň öýjüklerinde tebigy sementiň emele geliş netijesinde döreýärler. Mysal üçin: çägeden – çägedaş,

karbonatly çökündilerden – hekdaş, hekgumdaş (mergel), toýunlardan – toýundaş (argillit), çagyllardan – çagyldaş (konglomerat) emele gelýär. Bu toparyň jynslary Türkmenistanyň daglarynda (Köpetdag, Balkan, Köýtendag, Tüwergyr we başg.) örän giň ýaýrandyr. Toparyň jynslaryny şeýle häsiýetlendirip bolar.

**Berkligi** dürli (berk, aram, pes). Berklik bu ýerde, esasan, öýjüklere siňen tebigy sementiň düzümine bagly: iň berki – kremnili, demirli sement, pesräk – karbonat sementi, pes – zylça sementi, juda pes – toýun sementi. Berk bitewidaş çöküdi jynslaryň **çöküjiligi** çogma jynslaryňka kysymdaşdyr. Bu toparyň jynslarynyň belli görnüşleri (hekgumdaşlar, käbir öýjükli hekdaşlary, toýundaşlar, kirşendaşlar, has hem galoidler, sulfatlar) berkliginiň pesligi, **durnuksyzlygy** bilen tapawutlanýarlar.

**Dagynyk teýgumlar synpy**, ýagny baglanyşygy gowşak jynslar (iribölekli, çägeler, toýunsow jynslar) ýurdumyzyň düzlük ýerlerini tutuşlaýyn diýen ýaly tutýarlar. Olaryň esasy häsiýetleri köp dürlüdür we wagtyň, çyglylygyň, emeli täsiriň astynda giň çäkde üýtgäp durýar. Synpyň esasy toparçalaryny gysgaça şeýle häsiýetlendirip bolýar:

**Iribölekli teýgumlar**, esasan, dag jynslarynyň möçberi boýunça 2mm-den uly bolan böleklerinden düzülýärler. Olaryň umumy häsiýetleri: berkligi şertleýin ýokary, gysylmak ukyby pes, suw süzdürijiligi, suwberijiligi örän ýokary, kapillýarlygy ýok, durnuklylygy, umuman, ýokary, emma suwly gurşawda olaryň berkligi ep-esli peselýär. Umuman, iribölekli teýgumlaryň köp häsiýetleri doldurgyjyň düzümine ýakyn baglydyr. Ýurdumyzda iribölekli teýgumlar amatly teýkar hökmünde kabul edilýärler.

**Çägeler** mineral zirelerinden düzülýärler. Olaryň berkligi diňe çäge dänejikleriniň (zireleriniň) arasyndaky sürtülme güýçlere esaslanýar. Şol sebäpli çägelere azda-kände iňişme diňe çala çygly ýagdaýda (5-8% çyglylyga çenli) kapillýar güýçleriň hasabyna bolýar. Gury çägeler ürgün görnüşde, suwdan doýgun çägeler akgyn görnüşinde bolup, öz agramyny göterip bilmän çökmäge, akmaga meýillidir, berkligi bolsa, juda pesdir. Çägelereň çöküjiligi şertleýin pesdir, eger düşýän ýük sarsgynly bolsa, çäge gatlagynyň çöküjiligi 2-3 essä çenli artyp biler. Kirşenli çägeler suwdan doýgun ýagdaýynda azajyk sarsgyndan ýa-da dyňzawdan akgyn ýagdaýa geçip, gurluşyk üçin örän howply ýagdaýy – **suwýarsuw** hadysasyny (seret §12.2.) döredip biler. Iri çägelereň berkligi ep-esli ýokarydyr, kapillýarlygy azdyr, suw süzdürijiligi we suw berijiligi örän ýokarydyr.

**Toýunsow teýgumlar** düzüminde 3%-den köp mukdarda toýun zirelerini ( $d < 0,002\text{mm}$ ) saklaýar, düzüminiň galan bölegini kirşen we çäge zireleri tutýar. Toýunsow teýgumlaryň umumy häsiýetleri şeýle: berkligi aram berklikden pese, çyglylygyň artmagy bilen juda pese çenli azalyp bilýär. Çöküjiligi, umuman, ýokary we uzak wagtly dowamly, suw süzdürijiligi örän pesden suw geçirmeýän (suwabent) ýagdaýa çenli. Toýunsow teýgumlaryň köpsanly özboluşly (köplenç amatsyz) häsiýetleri bar: olara süýgeşiklik, suwda ýumşamak, çişmek ýa-da yzgarlanda çökmek, guranda ýygrylmak we ş.m. häsiýetler mahsusdyr. Şu sebäplere görä, inžener

gözlegleriniň düzüminde toýunsow teýgumlaryň häsiýetleri, esasan-da, duzly toýunsow teýgumlar, yzgarlanda çökýän teýgumlar örän içgin öwrenilýär. Çägesow-toýunsow teýgumlaryň häsiýetleri “Teýgum öwreniş” dersinde giňden öwrenilýär.

## **2.4. Geologik hronologiýa**

Geologik kartalar, kesimler düzülende, dag jynslary gurluşyk jähtden öwrenilende ilkinji takykklanmaly maglumat - şol ýerdäki gatlaklaryň geologik ýaşydyr, ýagny olaryň haýsy döwürde emele gelenini bilmekdir. Munuň sebäbi-ýaşyt we meňzeş şejereli gatlaklaryň, dag jynslarynyň görnüşleriniň häsiýetleriniň hem meňzeş bolýanlygyndadyr.

Ýer gabygynyň ýaşyny 3,5-4,0 milliard ýyl diýip hasaplaýarlar. Çökündi dag jynslarynyň her gatlagynyň belli bir wagt aralygynda emele gelendigi tebigydyr. şol gatlaklaryň deňeşdirme ýaşyny biljek bolsaň, stratigrafik we paleontologik usullar ulanylýar. Stratigrafik (gatbar) usul her bir aşakda ýatan gatlagyň ýokarkydan öň emele gelenligine esaslanýar. Paleontologik usul her döwrüň özüne mahsus jandarlarynyň, ösümlükleriniň bolanlygyna we gatlaklarda olardan nähili-de bolsa, bir yz, nyşan galandygyna esaslanandyr.

Eger geologik ýaşy mukdarlaýyn (absolýut) ölçegde bilmek zerurlygy çyksa-radioaktiw usullar (argon, gürşun, radiouglerod usullary we başg.) ulanylýar.

Dag jynslarynyň absolýut we deňeşdirme ýaşlarynyň esasynda geologik wagtyň şkalasy düzülendir. 1-nji tablisada şol şkalanyň sadalaşdyrylan bölegi getirilýär.



## Stratigrafik (gatbar) we geohronologik şkalalardan parçalar

Eýýäm	Döwür (ulgam)	Bölüm	Döwriň dowamlylygy mln.ýyl
Kaýnozoý (KZ)	Ynsanly (Q)	Döwürdeş Ýokarky Ortaky Aşaky	1,0-3,0
	Neogen (N)	Ýokarky (pliosen) Aşaky (miosen)	25
	Paleogen (P)	Ýokarky (oligosen) Ortaky (eosen) Aşaky (paleosen)	41
Mezozoý (MZ)	Hek (K)		70
	Ýura (J)		55-58
	Trias (T)		40-45
Paleozoý (PZ)			330-375
Proterozoý (PR)			1110
Arheý (AR)			2200

## 2.5. Tektonik hereketler

**Yrgyldyly tektonik hereketler** inžener-geologik şertler üçin geosinklinal zolakda (ýaş, ösýän daglaryň zolagynda) has täsirlidir. Bu hereketler suw-tehniki desgalar, suw howdanlary, melioratiw ulgamlar, deňizýaka şäher gurluşygy üçin aýratyn üns berilmegine mynasyp bolýar. Bu hereketleri ygtybarly öwrenmek üçin takyk geodezik ölçegler ulanylýar.

**Epinli bozulmalar** daglyk ýerlerde gurluşyk geçirilende hasaba alynýar. Epimli süýşme gatlagyň bitewiligi üzülmezden bolup geçýär. Emma epinleriň depesinde (antiklinalda) dag jynslarynyň has jaýrykly, käte mynjyran görnüşde bolýanlygy nazarda tutulmalydyr.

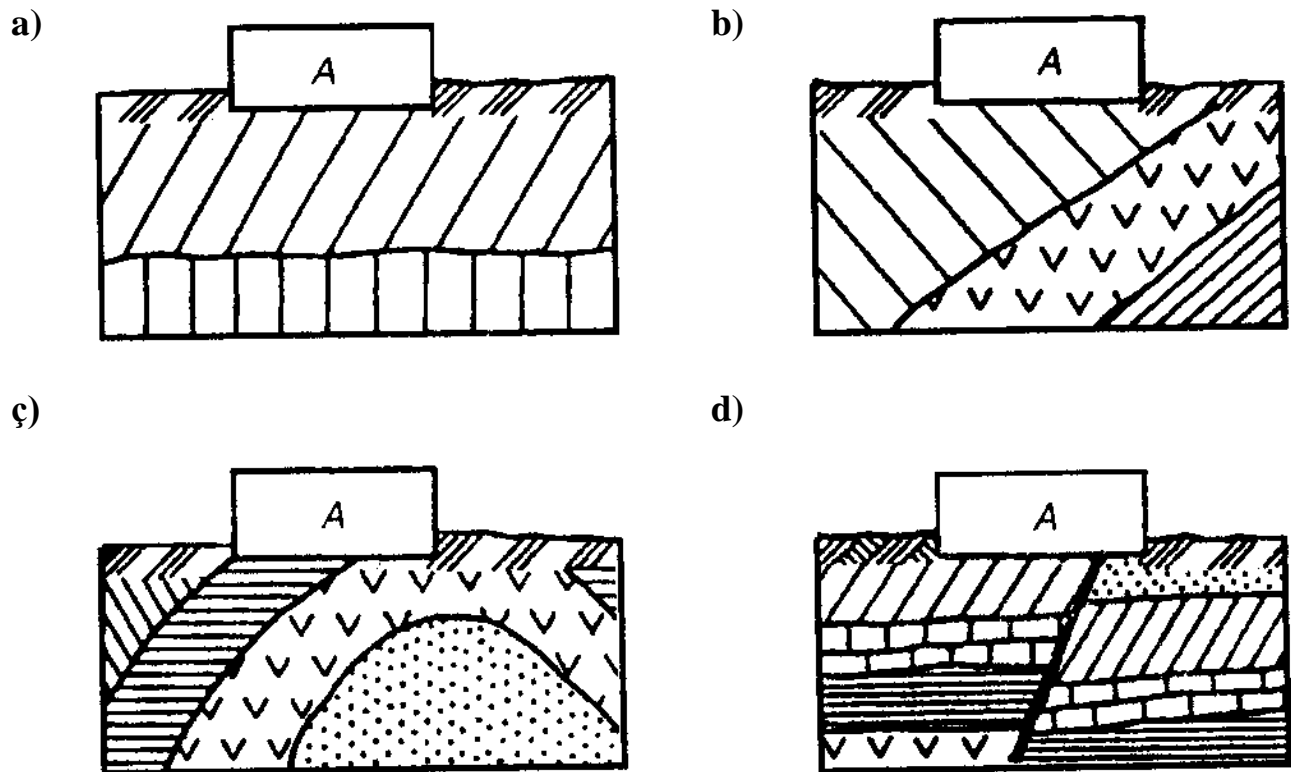
**Üzňelenen bozulmalarda** gatlaklaryň bir bölegi beýleki bölegine görä kese, dik ýa-da ýapgyt tekizlik boýunça gapdala, ýokary ýa-da aşak süýşýär. Şeýle süýşmeleriň gerimi birnäçe sm-den birnäçe km-e (Baýkal) çenli bolup bilýär. Uzňeli tektonik hereketde gatlaklaryň çatlap süýşýän ýerinde dag jynslary garyşýarlar. Tektonik jaýryklaryň golaý ýerlerinde ýer titremäniň zarbasy güýçlenýär.

**Gatlaklaryň ýatýş şertleri** inžener geologik şertlere kesgitli derejede täsir edýär.

Gurluşyk üçin in amatly ýagdaý-gatlaklar keseligine ýatanda, dag jynslary birmeňzeş we galyň bolanda bolýar. Bu şertde binalaryň we desgalaryň agramynyň

meñzeş häsietli gatлага düşýänligi sebäpli, çöküş bolaýsa-da, gyradeň, ýagny howpsuz bolýar (2-nji surat). Çatlan, süýşen gatlaklar gurluşyk meýdançasynyň inžener-geologik şertlerini ýaramazlaşdyrýar: teýgumdaky birmeñzeşlik ýitýär, mynjyran zolaklar teýgumlaryň berkligini peseldýär, jaýryk boýunça süýşmeler, ýerasty suwlaryň hereketleri yzygiderli dowam edýär. Şol sebäplere görä, kert, eňaşak ýatan gatlaklar gurluşyk üçin amatsyz bolýar, ýagny desga dürli gatlaklaryň üstünde ýatýanlygy sebäpli, näsaz çökmeler döreýär.

Inžener-geologik gözleglerde tektonik hereketler, çatlamalar gytaklaýyn alamatlaryň üsti bilen mälim bolýar (källeriň kertliginiň, çuňlugynyň artmagy, ýerasty suwlaryň gözbaşynyň çykmagy, alyslaýyn suratlarda garamtyl göni çyzyklaryň bolmagy we ş.m.). Inžener-geologik kartalarda tektonik jaýryklar gyzyň reňkli çyzyklar bilen görkezilýär.



2-nji surat. Gurluşyk meýdançalarynda duşýan geologik gurluşyň görnüşleri  
(W.P. Ananýew we A.D. Potapow boýunça ):

a, b – gurluşyk üçin amatly meýdançalar; c – gurluşyk üçin şertleýin amatly meýdança; d – amatsyz meýdança; A – bina (desga)

## 2.6. Geomorfologiýanyň elementleri

Geomorfologik şertler diýlip, ýeriň ýüzüniň relýefiniň gelip çykyşyna (şejeresine), geologik ýaşyna, görnüşlerine, elementlerine düşünilýär. Meňzeş ýaşly we kybapdaş şejereli relýef relýefiň özboluşly kysymyny emele getirýär. Relýefiň aýry-aýry kysymlarynyň çäginde inžener-geologik şertler (teýgumlaryň kysymlary, dykzylygy, çyglylygy, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugy, geologik hadysalaryň sanawy we ş.m.) adatça, birmenzeş bolýar. Sebitleýin barlaglarda geomorfologik şertler öwrenilýän ýeri inžener-geologik jähetden kybapdaş häsiýetli sebitlere, welaýatlara, etraplara bölmek üçin ulanylýar.

Relýefiň görnüşleri (baýyrlar, depeler, käller, gollar, takyr düzlükler we ş.m.), elementleri (absolýut bellikleri, belentli-pesligi, eňşaklygy, kötelligi we ş.m.) aýry-aýry desgalaryň gurluşygynyň taslamasy düzülende uly ähmiýete eýe bolýar. Taslama esaslandyrylanda tebigy ýagdaýda we gurluşyk netijesinde relýef bilen bagly dörejek we ösjek ekzogen geologik, inžener-geologik proseslere we hadysalara baha kesilýär. Şeýle çaklamalar diňe bir obýekti ýeriň ýüzünde amatly ornaşdyrmak üçin däl-de, onuň ulanylýan döwründe durnuklylygyny berjaý etmek üçin düzülýär.

Jaýlar we desgalar taslanýan döwründe geomorfologik jähetden şeýle soraglaryň dogry çözgüdi tapylmalydyr:

- relýefiň kysymyny we görnüşini kesgitlemek;
- relýefiň guruljak desga üçin amatlylygyna baha kesmek;
- gurulýan desganyň töweregindäki relýefiň wagtyň dowamynda üýtgewini (kenar opurylmasy, källeriň ösmegi, yzgarlap çökmeler we ş.m.) we gurluşyk zerarly üýtgän relýefde ýerüsti suwlaryň hereket ugrunyň üýtgewini çaklamak.

Inžener-geologik kartalarda geomorfologik şertler (relýefiň keşbi) deňkeseleriň (gorizontallaryň) bellikleriniň üsti bilen we karta goşulýan kese kesimlerde görkezilýärler.

## II. Hidrogeologiýanyň esaslary

### 3. Tebigatda suwuň aýlanyşygy

#### 3.1. Ýerde suwuň ýaýraýşy

**Gidrosfera** - ýeriň daşky guşaklarynyň biridir. Ol gün energiýasynyň we grawitasiýanyň (agramyň) täsirinden hereket edip bilýän ähli erkin suwlary özünde jemleýär.

Ýer togalygynda keseligine we dikligine suwuň ýaýraýşy gyrađen däl. Suwuň ýaýraýşynyň ýokarky çägi ýeriň üstünden 17km çemesi belentlikde ýerleşýär. Bu zolakda 12900km<sup>3</sup> golaý suwuň göwrümi bardyr. Suwuň iň uly göwrümi ýeriň üstünde: ummanlarda, buzluklarda, deňizlerde, derýalarda, köllerde, batgalyklarda

ýerleşendir. Olaryň göwrümi 1400 mln  $\text{km}^3$  golaý suwdur. Ýeriň ýüzünden aşakda **ýerasty gidrosfera (gidrolitosfera)** ýerleşýär. Ol ýerüsti gidrosfera bilen jebis baglanşyklydyr. Tebigatda suw suwuk, gaty, bug hallarynda we beýleki görnüşlerde duşýar. Ýeriň ähli gidrosferasynda suwuň umumy gorlary (troposferadan mantiýa çenli) 1.39 mlrd.  $\text{km}^3$  golaýdyr. Onuň 97.5% umanlaryň we deňizleriň paýyna düşýär, onuň hem diňe 2.5% golaýy süýji suwlardyr.

Häzirki wagtda ýerde her ýyl  $3000\text{km}^3$  golaý suw harç edilýär. Alymlaryň hasaplamalaryna görä suwuň ulanylyşy ýakyn geljekde 2 esse golaý artar. Ýerasty baýlyklaryň we suwuň ulanylyşynyň artmagy ýerdäki suwlaryň we tebigy gurşawyň hapalanmagyna, gorlarynyň kemelmegine getirýär. Adamzadyň önünde tebigy hapalanmakdan we gorlarynyň kemelmeginden goramak, gidrosferanyň tertibini dolandyrmak, tebigy gençleri amatly we aýawly ulanmak ýaly meseleler durýar. Bu meseleler ýeke bir döwletiň çäginde çözmek mümkin däl. Şonuň üçin döwletleri öz aralarynda düşünişip, bu meseleleri üşüp bilelikde çözmelidirler.

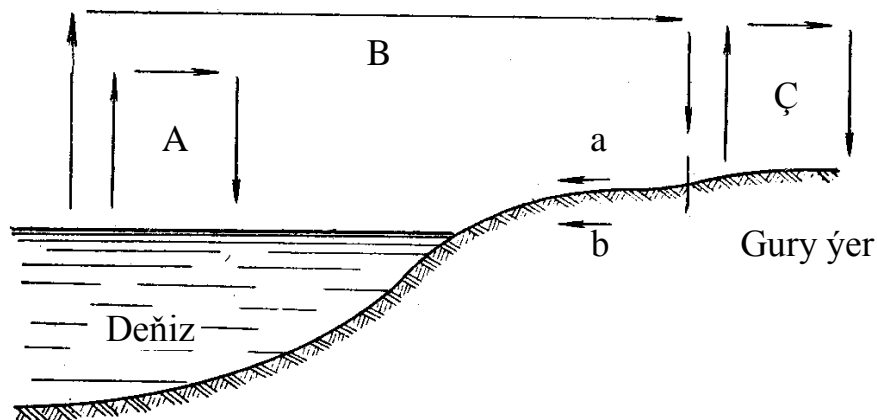
### 3.2. Tebigatda suwuň aýlanyşygy

Ýerde suwuň ornuny üýtgetmesiniň üznüksiz prosesine tebigatda **suwuň aýlanyşygy** diýip düşünilýär. Bu aýlanyşykda suwuň halynyň üýtgemegi mümkin, özem aýlanyşyk gaýtalanyp duran häsiýetlidir. Bu proses gidrosferanyň ähli böleklerini: atmosferanyň çygyny, ummanlary, ýerüsti we ýerasty suwlary öz içine alýar we özara baglanşdyrýar. Bularyň ählisi dünýäniň suw balansynyň elementlerini düzýärler. Suw aýlanyşygynyň iki kysymy bar: gidrologik we geologik.

**Gidrologik aýlanyşyk** atmosferanyň suwuny, ýerüsti suwlary, derýalaryň, akabalaryň, şelf we kontinent ýapylar derejesinde deňizleriň we ummanlaryň täsirinden däreýän ýerasty suwlary öz içine alýar. Eger ummanlaryň we deňizleriň üstünden bugaran suw goýalyp (kondensirlenip) şol meýdanyň çäginde ygal görnüşde düşse, onda oňa **suwuň kiçi aýlanyşygy** diýilýär (3-nji surat). **Uly gidrologik aýlanyşyk** diýip dünýä ummanlarynyň we gury ýeriň üstünden bugaran suwuň atmosferada ýerini üýtgedip, amatly şertlerde ýene-de ýeriň üstüne düşüp ýerüsti we ýerasty akymalaryny emele getirmegine düşünilýär. Munda suwuň bir bölegi ýene-de bugarmaga harçlanýar. Gury ýeriň suwlary ýerüsti we ýerasty akymalar bilen Dünýä ummanlaryna barýarlar, ol ýerden ýene-de bugaryp, atmosfera geçýär. Gury ýeriň çäklerinden bugaryp suwuň ýene-de ygal görnüşinde şol ýere düşmegine **içki aýlanyşyk** diýilýär. Iri suw howdanlaryň, melioratiw ulgamlaryň gurulmagy, suwaryşyň artmagy netijesinde içki suw aýlanyşygy ulalýar. Ýeriň gidrologik suw aýlanyşygy ýapyk häsiýetlidir, umman bilen gury ýeriň suw çalşygy balansirlenendir (bugaran we ygala öwürlip ýere düşän suwuň mukdarlary deň). Ummanlardan bugaryp gury ýere eltilýän ygalyň umumy mukdary  $66\text{m}^3$  deňdir, gury ýerden Dünýä ummanlaryna barýan suwuň mukdary hem  $66\text{m}^3$ -dyr. Ýeriň dürli meýdany üçin gidrologik aýlanyşygy mukdarlaýyn **suw balansynyň** deňlemesi görnüşinde aňladyp bolar.

Ýerde her ýyl gidrologik aýlanyşykda 577 müň km<sup>3</sup> golaý suw gatnaşýar (suwuň dünýä gorlarynyň 0.05%). Gidrologik aýlanyşyk klimata, relýefiň döreýşine, toprak emele gelmesine, ergin we gaýyp ýören maddalaryň göçürilişine we ş.m uly täsir edýär.

Suw balansyny düzüjileriň - ygallaryň, bugaryşyň, ýerüsti we ýerasty akymynyň gatnaşygy her etrap üçin köpýyllyklaryň dowamynda hemişelige golaýdyr. Bu gatnaşygy öwrenmek suw balansyny adama bähbitli ugra ugrukdyrmak nukdaý nazaryndan zerurdyr.



3-nji surat. Tebigatda suwuň aýlanyşygy  
A – uly; B – kiçi; Ç – içki suw aýlanşyklar;  
a – ýer üsti akym; b – ýerasty akym

Geologik suw aýlanyşygy çökünci toplanmada (sedimentasiýada) deňiz we beýleki suwlaryň gömülmegi, soňra bu suwlaryň geologik proseslerde (metamorfizmiň giçki tapgyrlarına çenli) gatnaşmagy we täze dörän suw diýip atlandyrylýan suwlaryň döremegi bilen baglydyr. Bu aýlanyşygy ýeriň gaty gabygyndaky köp sanly geologik proseslere, dag jynslaryň we minerallaryň döreýşine, magdan emele geliş prosesine we gazma baýlyklaryň ýataklarynyň (şol sanda nebidiň we gazyň) döreýşine düşünmek nukdaý nazardan öwrenmek örän wajypdyr.

Geologik aýlanyşykda köp sanly geologik prosesler bilen bagly dürli sikiller bardyr. Meslem, olaryň biri çökünci toplanmak prosesi bilen bagly sikl. Munda ummanlarda çökünci toplananda ýerasty suwlary emele gelýärler, soňra litifikasiýada olar dag jynslaryndan gysylyp, **sedimentogen** suwlara öwrülýärler.

Çökünci we wulkanogen - çökünci jynslary geosinklinal şertlerde sebitleýin metamorfizm tapgyrini geçende (ýokary temperaturanyň we basyşyň täsiri) minerallaryň kristallik gözenekleri bozulýar, üýtgeýär we himiki bagly suwuň bölünip çykmagy natijesinde metamorfogen suwlar döreýär. Ýeriň gaty gabygyna mantiýanyň maddasy gelende (otly erginler, flýuidler) onda molekulýar we dissosirlenen görnüşde suw bölünip aýrylýar, ol hem **magmatogen ýerasty suwlary** döredýär.

Ýeriň gaty gabygynyň döreýş prosesinde, esasan hem onda maddalaryň ýeriniň üýtgemeginde we ýaýramagynda, mineral we magdan emele gelmelerde, ýerasty suwlaryň döremeginde suwuň geologik aýlanyşygynyň orny uludyr.

Gidrologik we geologik aýlanyşyklaryň tizlikleriniň we möçberiniň dürlüligine garamazdan olar özara baglanyşyklydyrlar we olary öwrenmeklik köp geologik we gidrogeologik proseslere düşünmäge mümkinçilik berýär. Iki aýlanyşyk hem atmosferanyň we ýeriň gaty gabygynyň çäginde bolup geçýär, şol wagtda-da olar ýeriň beýleki guşaklary bilen hem baglydyrlar.

### 3.3. Suw balansy barada düşünje

Belli wagt dowamynda ýerasty suwlaryň iýmitlenişi we harjyny kesgitleýän düzüjileriň mukdarlaýyn gatnaşygyna etrabyň **suw balansy** diýilýär.

Belli bir etrabyň teýgum suwlaryň balansyny kesgitlemek üçin onuň girdeji we çykdaýy düzüjilerini bilmek zerurdyr. Etrabyň çäkleri bolup derýalar, akabalar (gapdal çägi), ýokarky çägi - ýeriň üsti, aşaky çägi - suwabent gatlaklaryň üçegi hyzmat edýär. Suw balansynyň girdeji düzüjilerine aşakdakylar degişlidir:

1. Ygallaryň hasabyna iýmitleniş Y;
2. Teýgum suwlaryň akabalardan, derýalardan suw syzylmanyň hasabyna iýmitleniş S;
3. Suwaryş suwuň hasabyna iýmitleniş  $S_s$ ;
4. Goňşy meýdandan ýerasty suwuň akyp gelişi G;
5. Aşaky dyňzawly gatlaklardan akyp gelmegi netijesinde teýgum suwlaryň iýmitleniş D;
6. Suw buglarynyň goýalmasyndan (kondensasiýa) iýmitleniş K;

Teýgum suwlaryň balansynyň esasy çykdaýy düzüjilerine:

1. Ýeriň ýüzünden teýgum we kapillýar suwlaryň bugarmasy B;
2. Ösümlikleriň suwy ulanyşy (transpirasiýa) T;
3. Suwuň zeýkeş desgalaryna (derýa, zeýkeşler, guýular) akyp gitmegi Z;
4. Ýerasty suwlaryň meýdanynyň çäginde akyp çykması Ç;
5. Teýgum suwlaryň aşaky suwly gatlaklara akyp geçmesi A degişlidir.

Girdeji we çykdaýy düzüjileriň tapawudy teýgum suwlaryň derejesiniň üýtgemegine getirýär ( $\mu \cdot \Delta H$ ).

Onda suw balansynyň deňlemesi t wagtyň dowamynda aşakdaky umumy görnüşde ýazylýar:

$$\mu \cdot \Delta H = \frac{(Y + S + S_s + G + D + K) - (B + T + Z + \text{Ç} + A)}{F}$$

Bu ýerde F - balans meýdany,  $m^2$ :

$\Delta H$  - t wagtyň dowamynda balans meýdanynda teýgum suwlaryň ortaça derejesiniň üýtgemesi, m;

$\mu$  - teýgum suwlaryň derejesiniň üýtgeýän zolagynda dag jynslaryň suw berejiliginiň ýa-da suw doýgunlyk ýetmezçiliginiň ortaça bahasy.

Ýer togalagynyň suw balansy kesgitlenende ortaça ýyllyk üçin hasap alnyp barylýar. Onda ýeriň üstünde we dag jynslarda çygyň gorunyň üýtgemesini nula deň diýip alynýar hem-de ýuwenil suwlaryň akyp gelmesi, degidrasion suwlaryň emele gelmesi we gidrotasiýa harç edilýän suw hasaba alynmaýar.

Suw aýlanyşygyny öwrenmek meselelerine ony bähbitli ugra ugrukdyrmak, netijesinde aýry-aýry sebitler boýunça çygyň amatly ýaýramagyny gazanmak degişlidir.

### 3.4. Ýerasty suwlaryň döreýşi

Gidrosfaranyň döremegi we ösmegi Ýeriň geologik taryhy bilen baglydyr. Ýerasty gidrosferanyň döreýşi gidrogeologiýanyň çylşyrymly we ýeterlik öwrenilmedik meseleleriniň biridir. Häzirki döwürde alymlaryň köpüsi atmosferanyň we gidrosferanyň döreýşi barada 1959 ý. A.P.Winogradowyň aýdan pikiri bilen ylalaşýarlar.

Oňa görä Ýer başda sowuk jisim (0.5-1% suwly daş we demir-daş meteoritlere çalymdaş), ol adiabatik gysylma we elementleriň radioaktiw dagamagy netijesinde bölünip çykýan ýylylygyň hasabyna Ýeriň ösüşiniň irki döwründe gyzýar. Ol döwürde bölünip çykýan energiýanyň mukdary häzirkisinden 8-9 esse köp ekeni. Ýeriň jisimleri gyzyrylmagyň täsirinden birtaraplaýyn ugrukdyrylan gabyklara bölünmek prosesi (mantiýanyň eremegi we gazyň aýrylmagy netijesinde Ýeriň ýüzüne suwly we ergin gazly çalt ereýän bazalt magmasy çykýar) bolup geçýär. Şeýlelikde, atmosferanyň we gidrosferanyň döremegi mantiýanyň jisiminiň eremeginiň we gazynyň aýrylmagynyň netijesidir. Gidrosferanyň ol wagtydaky ähli suwlary ýuwenil şejerelidir. Ýeriň ösüşiniň irki döwründe gidrosfara mukdar hem-de hil tarapyň çylşyrymly ewolýusiýa (öwrülşiğe) sezewar bolýar. Mümkün, irki poleozoýdan bäri Dünýä ummany düzümini düýpli üýtgetmän saklanyp gelýändir.

Gidrosfera döränden soň we ýer togalagynda suwuň uly aýlanyşygynyň ösmegi bilen ýerasty suwlaryň döremeginde duzly deňiz suwlardan başga ygallaryň süýji suwy hem gatnaşýar. Olar magmadan (otly erginden) döreýän ýuwenil suwlaryň buglarynyň goýlamasyndan emele gelýärler.

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi suwlaryň dag jynslary, gazlar, organiki maddalar bilen çylşyrymly özara täsiri netijesinde taplanýar. Ol belli bir derejede Ýeriň gaty gabygynyň geologik ösüş taryhyny görkezýär. Ýerasty suwlaryň döreýşi barada 4 nazaryýet bar: 1) infiltrasion (siňme); 2) kondensasion (goýalma); 3) sedimentasion (çökme); 4) ýuwenil.

Tebigy suwuň aýlanyşygyna işjeň gatnaşýan çalt suwçalşyk zolagyndaky süýji, şoruntyk suwlaryň esasy bölegi we käte duzly-şor suwlar infiltrasion şejereli suwlara degişlidir. Süýji suwlaryň kesgitli bölegi howaly zolakdaky buglaryň

goýalmasyndan döreyär. Goýalyş suwlaryň az ygally sähralarda, çöllerde ähmiýeti uludyr.

Sedimentasion suwlar (gadymy basseýinlerde çökündi toplanmak prosesinde dörän deňiz şejereli suwlar) çuň artezion basseýinleriň çökündi jynslarynda ýaýrandyr we geologik möçberlikli wagtda suw aýlanyşygyna gatnaşýarlar. Olaryň ilkibaşdaky düzümi orun üýtgame, metomorflaşmak prosesleriň, dag jynslarynyň, gazlaryň we organiki maddalaryň täsirinden düýpli üýtgändir.

Ýuwenil suwlaryň orny Ýeriň ösüşiniň irki döwürlerinde uludyr (başda Ýerdäki ähli suwlar ýuwenil suwlara degişlidir - A.P.Winogradow). Häzirki döwürde magmatik ojaklarda ýuwenil suwlaryň belli bir mukdary döreyär, emma ýerasty suwlaryň umumy balansynda olaryň paýy ujypsyzdyr.

Poleogidrogeologiýada giňden ulanylýan ýerasty suwlaryň şejereleri boýunça synplanyşy hem ünse mynasypdyr. Oňa görä ýerasty suwlary ýeriň jümmüşine ýokardan gelyän **ekzogen** we magmadan hem-de mantiýadan litosfera aşakdan gelyän **endogen** ýerasty suwlara bölünýär.

Ekzogen suwlara infiltrasion (şol sanda kondensasion) we sedimentasion, endogen suwlara bolsa, magmatik (ýuwenil) we metamorfik suwlar degişlidirler.

### ***Suwly we suwabent jynslar barada düşünje***

Suwdan doýgun zolak dürli litologik aýratynlykly we geologik ýaşly jynslardan düzüldir. Olarda ýerasty suwlaryň toplanyşyna, jynslar toplumyndan syzylşyna hem-de guýular bilen ulanylanda jynslaryň suwy berijiligine görä **suwly** (erkin suwly) we **suwabent** (suw süzdürmeýän) jynslara bölünýärler.

Erkin suwly, öz üstünden suwy geçirmäge ukyply we dartyş güýjüň täsirinden suwy aňsatlyk bilen berip belýän jynslara **suwly jynslar** diýilýär. Suwly jynslara çagyllar, çagyl daşlary, gowşak sepli çäge daşlary, çägeler, kirşen daşlary, hek daşlary, jaýryklaşan çogma we dönen jynslar degişlidirler.

Suwy örän ujypsyz geçirýän (süzdürýän) ýa-da tebigy şertlerde geçirmäge we özünden bermäge ukypsyz dag jynslaryna **suwabent (suw süzdürmeýän) jynslar** diýilýär. Olara toýunlar, agyr topurlar, gowy çüýrän demrigen gemre (torf), toýunsow slanesler, toýundaşlary, daşygan duz, zylça (gips), hek gumdaşlary hem-de ähli dykyz we jaýryklaşmadyk çogma we dönen jynslaryň belli bir bölegi degişlidirler.

## **4. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri we himiki düzümi**

### **4.1. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri**



Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri suwlaryň suw üpjünçiligi üçin ulanarlyk hiline, olaryň dürli gurluşyk desgalaryny, materiallaryny iýijilik täsirine deslapky baha kesmäge mümkinçilik berýär. Suwuň fiziki häsiýetleri adatça gös-göni meýdan şertlerinde suwly nokadyň ýazgysy geçirilende, suwuň nusgasy alnanda kesgitlenýär. Suwuň fiziki häsiýetlerine onuň dykzlygy, temperaturasy, durulygy, bulanyklygy, reňki, tagamy, ysy, elektrik geçirijiligi we beýlekiler degişli. Meýdan şertlerinde suwuň temperaturasy, reňki, durulygy, tagamy, ysy öwrenilýär.

Suwuň tagamynyň, ysynyň, reňkiniň we bulanyklygynyň kesgitlenilişi TDS-3351-84 resminama boýunça kadalaşdyrylýar.

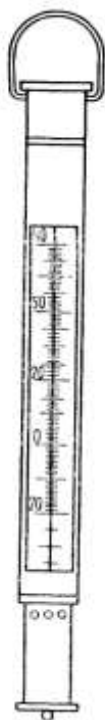
**Suwuň temperaturasy.** 10 m çuňlukdan aşakda ýatan teýgum suwlarynyň temperaturasy adatça howanyň ýerli ortaça ýyllyk temperaturasyna golaýdyr. Türkmenistanda ol 15-25°C aralygynda üýtgeýär. Aşaky dyňzawly gatlaklardan çeşmeler, skwažinalar arkaly çykýan suwlar ýyly (30-35°C-a çenli), käte sowugrak (15-25°C-a çenli) bolup bilýär. Temperaturasy 7-11°C aralygyndaky suw içmek üçin, 35-37°C aralygyndaky suw ýuwunmak üçin (wannada) amatly hasaplanýar.

Gidroteologik gözleglerde ýerasty suwlaryň temperaturasy çeşmedäki, guýudaky, skwažinadaky suwuň içine goýberlen termometr bilen ölçelýär. Çeşmeleriň, açyk zeykeşleriň, kãrizleriň, ýalpak guýularyň suwlarynyň temperaturasyny ölçemek üçin howanyň temperaturasyny ölçýän termometre meňzeş sapan termometrini ulanyp bolýar (4-nji surat). Bu şertde termometri suwdan çykarmankaň temperaturany ölçemeli. Çuň guýulardaky, skwažinalardaky suwlaryň temperaturasyny ölçemek üçin ýöriteleşdirilen (duýgurlygy ýörite peseldilen) termometrler ulanylýar (5-nji surat).

Guýularda aşakdan ýokaryk çykarylýança daşky howanyň täsiri bilen temperatura üýtgemez ýaly termometriň simap şarjagazynyň daşy ýylylygy haýal geçirýän material (ýüň, pamyk we ş.m.) bilen örtülýär, ýagny ýörite „ýalta“ termometr ulanylýar. Şeýle termometriň suwuň temperaturasyny dogry ölçemegini berjaý etmek üçin, ony suwda azyndan 10-15 minutyň dowamynda saklamaly. Çuň skwažinalardaky suwuň temperaturasy elektrotermometrler we elektroelementler arkaly ölçelýär.

**Suwuň reňki.** Arassa suw reňksiz bolýar. Suwuň reňki onuň düzümindäki mehaniki we organiki garyndylara bagly. Suwa sarymtyl we goňras reňki organiki garyndylar berýär; demriň kem turşusy we kükürtli wodorod, şeýle-de talh suwlar suwa ýaşylymtyl-mawy öwüşgin berýärler.

Suwuň reňkini kesgitlemek üçin beýikligi 30-40 sm bolan iki sany aýna silindrleriň birine barlanýan suw, beýlekisine distillirlenen (saplanan) suw guýulýar we olaryň reňki deňeşdirilýär.



4-nji surat  
Sapan termometri



5-nji surat  
Ýalta termometr

**Suwuň durulygy.** Suwuň durulygy hem onuň düzümindäki mehaniki we organiki garyndylara bagly. Suwuň durulygyny kesgitlemek üçin suwy silindr şekilli aýna gaba guýmaly we ony ýörite möçberli hatyň (şriftiň) üstünde goýmaly. Eger hat gowy saýgartmaýan bolsa, gapdaky suwy döküp azaltmaly we täzedden okamaly. Haty saýgardýan suw sütüniniň iň uly galyňlygy (santimetrde ölçelýär) durulygyň mukdar görkezijisi bolýar. Meýdan şertlerinde agzalan silindr düýbi tekiz, reňksiz çüýşe gap bilen çalşyrylyp bilner. Eger durulyk 30 sm-den az bolmasa, onda suwuň durulygy kanagatlanarly hasaplanýar.

Durulyga gapma-garşy many berýän **bulanyklyk** adalgasy hem käte ulanylýar. Suwuň bulanyklygy suwuň içinde ýüzüp ýören kirşen, toýun, kolloid zireleriniň massasynyň suwuň umumy göwrümüne bolan gatnaşygydyr.

Hususan alanyňda bulanyklyk ýerüsti suwlar üçin mahsusdyr. Ol derýalaryň joşmagy, kanallaryň, ýaplaryň ýokary akymynda arçaýyş (çuňaldyş, giňeldiş) işleriniň geçirilmegi bilen bagly bolup bilýär.

Akar suwuň bulanyklygy akabanyň hanasynyň gömülmegine, howa sowanda buz örtügiň döremeginiň güýçlenmegine täsir edip bilýär.

**Suwuň tagamy.** Suwuň tagamy onuň düzümindäki erän mineral maddalara, garyndylara we gazlara bagly. Düzüminde hlorly natriý  $500 \text{ mg/dm}^3$ -a çenli bolan suw süýjümtik,  $600 \text{ mg/dm}^3$  –dan köp bolsa, duzly (şorumtyk) bolýar. Magniniň sulfaty suwa aýy, demriň duzlary-ýympyk, organiki maddalar-süýjümtik, magniniň we kalsiniň gidrokarbonatlary, şeýle-de erkin kömürturşy gazy ( $\text{CO}_2$ ) suwa ýakymly

tagam berýär. Duzlulugy az ýagyş suwlarynyň tagamy ýakymсыz bolýar. Suwuň tagamy 20-30°C-a çenli gyzdrylan suwy birnäçe sekuntlap agzyňda saklap kesgitlenýär. Emma her adamyň tagama baha kesişiniň subýektiwligi sebäpli, olaryň biri-birine gabat gelmeýän wagtlarynyň hem bolýanlygyny bellemeli.

**Suwuň ysy.** Ýerasty suwlar adatça yssyz bolýar. Eger suwda kükürtli wodorod bar bolsa, ol suwa palak ýumurtganyň ysyny berýär. Agaç, çöp çöwlükli guýularda uzak duran ýata suwlaryň ýakymсыz ysy bolýar. Ýata ýerüsti suwlaryň ysy köplenç suwda bar bolan bakteriýalar, çüýreýän organiki maddalar bilen bagly.

Suwuň ysyny kesgitlemek üçin ony probirka guýup, 50-60°C-a çenli gyzdymaly. Soňra probirkanyň agzyny dykmaly, suwy çäýkap, dykyny aýryp, suwy ysgamaly.

## 4.2. Ýerasty suwlaryň himiki düzümi

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi wodorod görkezijisiniň we ion-duz ulgamynyň üsti bilen aňladylýar.

**1. Wodorod görkezijisi ( $pH$ )** – suwdaky wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny (aktiwligini) kesgitleýär. Suw azda-kände ionlara dargaýar:



Islendik suw ergininde wodorod ionlarynyň konsentrasiýasy suwuň ion köpeltmek hasyly ( $K_B$ ) bilen kesgitlenýär:  $[H^+] \cdot [OH^-] = K_B$

Bu görkeziji ( $K_B$ ) hemişelik ululyk bolup, temperatura we az-kem basyşa baglydyr.

22°C temperaturada suwuň ion köpeltmek hasyly  $[H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$  sana deňdir. Neýtral (bitarap) suwda  $H^+$  we  $OH^-$  ionlaryň konsentrasiýalary deň bolýar. Onda wodorod ionlarynyň konsentrasiýany şeýle hasaplap bolýar:

$$[H^+] = \sqrt{10^{-14}} = 10^{-7}$$

Wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny  **$pH$**  görkeziji bilen aňlatmak kabul edilen. Ol  $H^+$  ionynyň konsentrasiýasynyň onlyk logarifminiň tersin (otrisatel) bahasy bilen alnan görnüşidir:

2-nji tablisa

### **$pH$ görkezijä görä ýerasty suwlaryň toparlanyşy**

Toparlar	$pH$
Aşa turşy	$pH < 5$
Turşy	$pH = 5-7$
Neýtral (bitarap)	$pH = 7$
Aşgarly	$pH = 7-9$
Ýokary aşgarly	$pH > 9$

$$pH = -\lg [H^+] = -\lg [10^{-7}] = 7$$

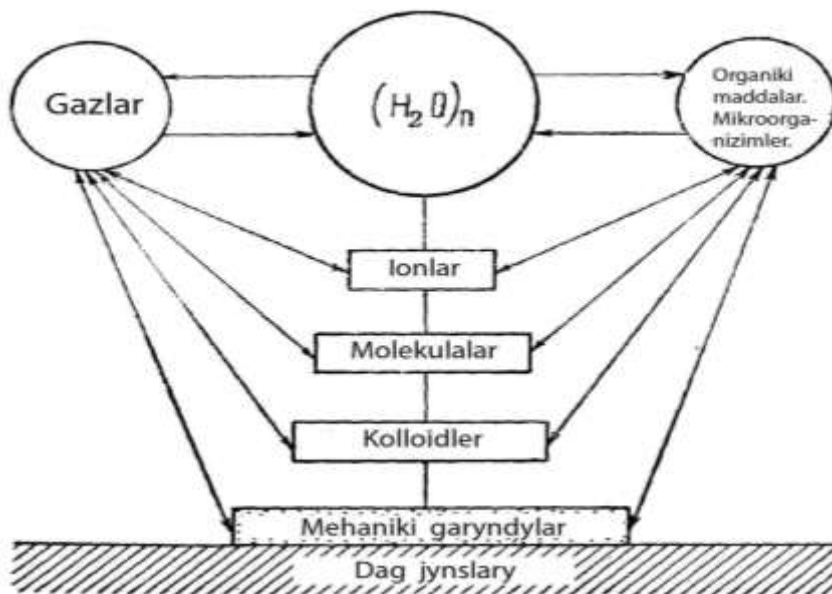
$pH$  görkezijä görä suwlar 5 topara bölünýärler (2-nji tablisa).

Ýerasty suwlarda  $pH = 1,8 - 11,0$  aralykda bolup bilýär, emma köplenç  $pH = 5-8$  aralygynda üýtgeýär.

Suw düzümi boýunça wodorod görkezijisiniň kiçi bahalaryna ( $pH < 7$ ) eýe bolanda suwuň iýijilik ukyby artýar, şol sanda gurşawdaky duzlaryň ereýijiligi güýçlenýär.

Suwdaky wodorod ionlarynyň konsentrasiýasyny suwuň nusgasyny alan ýerinde kesgitlemeli. Iň köp ulanylýan usul-kolorimetrik usuldyr. Ol dürli indikatorlaryň wodorod görkezijesine baglylykda reňkini üýtgetmek ukybyna esaslanýar.

**2. Ýerasty suwlaryň ion-duz ulgamy** makro – we mikrodüzümlerden, radioaktiw elementlerden ybarat. Tebigy suwlarda bulardan başga organiki maddalar we mikroorganizmler, suwda erän duzlar, kolloidler we mehaniki garyndylar bolup bilýärler (6-njy surat).



6-njy surat. Tebigy suwlaryň düzümi şekili  
(A.M.Owçinnikow boýunça)

### 3. Suwuň duzlulygy (gury galyndysy).

Suwuň duzlulygyna suw  $110^{\circ}\text{C}$ -da gyzdyrlyp, doly bugardylandan soň galýan galyndynyň massasy boýunça baha kesilýär. Ol  $\text{g/dm}^3$ -de ( $\text{g/litrde}$ ) ölçelýär.

Duzlulygy boýunça tebigy suwlar baş topara bölünýärler (3-nji tablisa).

Gury galyndynyň  $1 \text{ g/dm}^3$  –dan az bolmagy, içimlik **agyz suwuna** bildirilýän esasy talapdyr. Süýji suwlaryň düzüminde adaty gidrokarbonat ionlar agdyklyk edýär.

## Tebigy suwlaryň gury galyndysy boýunça toparlanyşy

Toparlar	Gury galyndysy, g/dm <sup>3</sup>
Süýji	<1
Çala şorumtyk	1 – 3
Güýçli şorumtyk	3 – 10
Duzly	10 – 50
Goraba	>50

**Çala şorumtyk suwlar** duzlarynyň mukdary boýunça TDS-2874-82 resminamanyň talaplaryna gabat gelmese-de, suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde agyz-hojalyk suwlary hökmünde ulanylýar.

**Güýçli şorumtyk suwlar** adama içmäge doly ýaramsyz bolsa-da, mallary suwa ýakmak üçin Türkmenistanda giňden ulanylýar.

Şorumtyk suwlaryň düzüminde sulfat-ionlary agdyklyk edýärler. Duzly suwlaryň, gorabalaryň düzüminde hlor ionlary agdyklyk edýärler. Suwuň bir litrinde erän duzlaryň mukdary 600 grama çenli ýetip bilýär.

**4.** Suwuň düzümindäki himiki elementler, ionlar, molekulalar adaty şertlerde duşýan mukdarlaryna baglylykda **baş düzümçelere (makrokomponentlere)** we **mikrokomponentlere** bölünýärler.

**Baş düzümçelere (makrokomponentlere)** suwda köp mukdarda duşýan elementler we birleşmeler degişli. Olar suwuň himiki kysymyny we esasy häsýetlerini kesgitleýärler.

Esasy baş düzümçeler – suwuň hut özüni döredýän kislorod bilen wodoroddyr.

Suwuň himiki düzüminiň kysymy we esasy häsýetleri:  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $Na^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$  ionlary (baş düzümçeleri) bilen kesgitlenýär. Tebigy suwlaryň mineral düzüminiň esasy bölegini (süýji we şorumtyk suwlarda 90-96%-ni, duzlulygy ýokary suwlarda 99%-den köp bölegini) baş düzümçeler düzýär.

Süýji we şorumtyk suwlarda  $HCO_3^-$ ,  $CO_3^{2-}$  we  $Ca^{2+}$  ionlar, duzly suwlarda we gorabalarda  $Cl^-$  we  $Na^+$  agdyklyk edýärler.  $SO_4^{2-}$  we  $Mg^{2+}$  ionlar anionlaryň we kationlaryň arasynda aralyk mukdarda duşýarlar. Baş düzümçeleriň aýry-aýry ionlarynyň häsýetnamasy 3-nji tablisada berilýär.

**5. Mikrokomponentler** diýlip, ýerasty suwlaryň düzüminde 10-100 mg/dm<sup>3</sup> – dan az mukdarda duşýan himiki elementlere we birleşmelere aýdylýar. Olara *Li*, *B*, *F*, *Cr*, *Mn*, *Zn*, *I*, *Ba*, *Pb* ýaly himiki elementler degişlidirler. Bu düzümçeleriň suwuň kysymyna täsiri bolmasa-da, olaryň dürli biologik proseslere täsiri uludur.

Käbir sebitlerde suwda we toprakda mikroelementleriň ýetmezçilik ýa-da artykmaçlyk etmegi adamlary keselledip bilýär. Mysal üçin, organizimde iodyň ýetmezçiligi bolsa, boýun çişme (zob) keseli döredýär. Mikroelementleriň ýetmezçiligi duýulýan ýerlerde, olar ýörite iýmite goşulýar. Biziň Garaşsyz

Türkmenistanymyz ilaty ýod garylan nahar duzy bilen üpjün etmekde dünýä ýurtlarynyň öň hatarynda barýar.

**6. Kolloidler.** Käbir elementler ýerasty suwlar bilen ion görnüşinde göçüp bilmeýärler (alýuminiý, demir we ş.m.). Olar suwda kolloid zireleri görnüşde hereketde bolýarlar. Kolloid ziresiniň (misellanyň) möçberi  $(10-1000) \cdot 10^{-10}$  m bolup, ol hakyky erginlerden azyndan on esse iridir. Kolloidiň udel üst meýdanynyň ululygy we zaryadlylygy (otrisatel) zerarly, olar dürli maýda zireleri özüne dartmaga (adsorbsiýa häsiýetine) ukyply bolýar.

**7. Gazlar.** Suwda köp duşýan gazlara kislorod ( $O_2$ ), kömürturşy gazy ( $CO_2$ ), kükürtli wodorod ( $H_2S$ ), wodorod ( $H_2$ ), metan ( $CH_4$ ) degişli. Suwdaky gazyň mukdary gazyň fiziki we himiki häsiýetlerine, suwuň temperaturasyna we basyşyna bagly.

Kislorod suwa howadan barýar we suw ösümlükleriniň fotosintez prosesi bilen döreýär.

Kömürturşy gazy (uglerodyň goşa oksidi) howadan barýar we Ýer gabygynda bolup geçýän prosesler bilen bagly.

Kükürtli wodorod ýerasty suwlarda, esasan, sulfat dikeldiji anaerob bakteriýalaryň ýaşaýyş prosesleri bilen bagly.

#### **4.3. Ýerasty suwlaryň gurluşyk konstruksiýalaryny iýijilik täsiri**

##### ***Suwuň dürli materiallary iýijilik (posladyjy, zeňlediji, çüýrediji) ukybynyň görnüşleri.***

Gurluşykda ýerasty suwlaryň betonlary, metallary we gaýry materiallary iýijilik ukybyny öwrenmeklige uly üns berilýär. Suwuň iýijiliginiň sulfat, kömürturşy, bikarbonat, umumy turşulyk, magniý we kislorod görnüşleri bar.

**Sulfat iýijiligi.** Suwuň düzüminde sulfat iony  $SO_4^{2-}$  250 mg/dm<sup>3</sup> – dan artyk bolsa, hem-de sulfatyň ( $SO_4^{2-}$ ) we hloruň ( $Cl$ ) bilelikdäki mukdary 1000 mg/dm<sup>3</sup>-dan geçse, betonda täze birleşmäniň – zylçanyň ( $CaSO_4 \times 2H_2O$ ) we kalsiniň sulfatalýuminaty emele gelýär. Bu bolsa betonyň göwrüminiň 2-3 esse ulalmagyna, umuman, betonyň owranyp-synmagyna getirýär. Şeýle suwlar Türkmenistanda giň ýaýrandyrlar.

**Kömürturşy (gidrokarbonat aşgarly) iýijilik** betonyň düzümindäki hekiň suwda eräp aýrylmagy bilen bagly. Suwuň wagtlaýyn talhlygy ýokary bolmadyk şertde we suwda gidrokarbonat ion ( $HCO_3^-$ ) juda az mukdarda bolanda, suwdaky ergin ýagdaýyndaky uglerodyň ikili okisiniň ( $CO_2$ ) bir bölegi atmosfera howasy bilen deňagramly bolan ýagdaýynda-da (0,6 mg/dm<sup>3</sup>) iýiji häsiýete eýe bolýar. Şeýle suw betonyň düzümindäki heki ( $CaCO_3$ ) eredip ýuwup aýyrýar.

**Umumy turşulyk iýijiligi** TGN 02.03.01-99 laýyklykda suwuň wodorod görkezijisi  $pH < 6,5$  şertde döreýär. Adaty portlandsementiň yzgar-geçirmezlik ukyby W4 derejede bolanda iýijilik  $6,5 > pH > 5,0$  şertde – gowşak iýiji;  $5,0 \geq pH > 4,0$

şertde – aram iýiji;  $4,0 \geq pH > 0$  şertde – güýçli iýiji hasaplanýar. Agzalan şertlerde betondaky hekiň suwda eremesi güýçlenýär.

**Magniý iýijiligi** suwdaky  $Mg^{2+}$  ionyň mukdary  $1000 \text{ mg/dm}^3$ -dan artyk bolanda duşýar. Bu şertde magnili suw betona siňip, ony sulfat ionyňka meňzeş hilde haraplaýar. Şeýle iýijilik diňe aşa duzly suwlarda duşýar (gury galyndy  $30\text{--}40 \text{ g/dm}^3$  - dan uly bolan şertde).

**Kislorod iýijiligi** suwda kislorodyň bolmagy bilen bagly. Ol, esasan, metaldan ýasalan enjamlary zaýalaýar (turbalary, nasoslary, relsleri we ş. m.).

Suwuň dürli materiallary iýijilik täsirine TGN 2.03.11-99 gurluşyk normasynyň kadalaryna görä baha kesilýär.

#### 4.4. Suwuň himiki derňewleriniň görnüşleri we olaryň şekilendirilişi

Suwuň himiki düzümini öwrenmeklik onuň agyz suwy, hojalyk we tehniki hajatlar üçin, derman suwy hökümünde, suwaryş, örüleri suwlandyryş, ýylylyk-energetik we başga maksatlar üçin ulanmak mümkinçiligini çözmäge ýardam edýär.

Suwuň hili meýdan gidrogeologik gözleglerinde derňewleriň dürli görnüşleri üçin alnan nusgalyklarda öwrenilýär.

Suwuň himiki derňewlerini meýdan, gysgaldylan, doly we ýörite görnüşlere bölýärler.

**Meýdan himiki derňewi** meýdanyň gidrogeologik şertleri ilkinji tapgyrlerde öwrenilende suwuň himiki düzümi köpçülükleýin kesgitlenende geçirilýär. Derňew meýdan şertlerinde göçme laboratoriýa bilen amala aşyrylýar. Bu derňewde adaty suwuň fiziki häsiýetleri, pH, Cl,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , umumy talhlyk kesgitlenýär.  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ýa-da  $\text{Ca}^{2+}$ , wagtlaýyn talhlyk, mineral maddalaryň jemi hasaplamalar arkaly tapylýar. Derňew kesgitlemäniň derňeweni geçirmäge mümkinçilik bermeýär.

**Gysgaldylan himiki derňew** has takyk usullar bilen ornaşykly laboratoriýalarda geçirilýär. Bu derňewde suwuň fiziki häsiýetleri, pH, Cl,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_2^-$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{O}_3$ , azat  $\text{CO}_2$  we iýiji  $\text{CO}_2$ , umumy we karbonat talhlygy, turşajylygy we gury galyndysy kesgitlenýär. Bu derňew meýdan derňewine garanyňda has takykdyr we gury galyndy boýunça kesgitlemäniň derňewini geçirmäge mümkinçilik berýär.

**Doly himiki derňew** suwuň himiki düzümini jikme-jik häsiýetlendirmek üçin ornaşykly laboratoriýalarda geçirilýär. Bu derňewde gysgaldylan himiki derňewdäki ähli komponentler we goşmaça  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ , mikrokomponentler we radioktiw elementler kesgitlenýär. Bu derňew has takykdyr we diňe gury galyndy boýunça däl-de, kationlaryň we anionlaryň millimollarynyň jemi boýunça hem kesgitlemeleriň derňewini geçirmäge mümkinçilik berýär.

**Ýörite analiz** haýsy-da bolsa belli bir meseläni çözmek üçin geçirilýär (meselem, derman we senagat suwlaryndaky belli bir komponentleri öwrenmek,

gidrogeohimiki gözleglerde seýrek we dagap pytran komponentleri, gazlary, organiki we beýleki maddalary öwrenmek we ş.m).

### ***Suwuň himiki derňewleriň işlenişi we şekillendirişi***

Suwuň himiki derňewiniň netijeleri ergin maddalaryň agramlaýyn ion mukdarynda  $\text{mg/dm}^3$  ýa-da  $\text{g/dm}^3$  berilýär. Ionlaryň arasyndaky mukdarlaýyn gatnaşygy ýüze çykarmak we himiki derňewiň netijelerini tertipleşdirmek üçin agramlaýyn ( $\text{mg/dm}^3$ ) görnüşden ekwiwalent molýar (mmol), soňra bolsa deňeşdirme molýar (mmol-%) görnüşe geçirýärler.

Ion ( $\text{mg/dm}^3$ ) görnüşden molýar (mmol) görnüşe geçirmek üçin onuň mukdaryny geçiş koeffisientine (4-nji tablisa) köpeldilýär.

4-nji tablisa

Kationlar	Koeffisientler	Anionlar	Koeffisientler
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	0.0435	$\text{Cl}^-$	0.0282
$\text{Ca}^{2+}$	0.0499	$\text{SO}_4^{2-}$	0.0208
$\text{Mg}^{2+}$	0.0822	$\text{HCO}_3^-$	0.0164

Mmol-% hasaplamak üçin anionlaryň (kationlaryň) mmol jemlerini 100% deňläp, her anionyň (katonyň) mmol-% mukdaryny aýry-aýrylykda hasaplanýarlar.

### **Suwuň himiki derňewleriniň tertipleşdirilişi.**

Suwuň himiki derňewlerini tertipleşdirmek üçin köp sanly synplamalar hödürlendi, emma umumylaşdyrylan ýeke-täk synplama henize çenli ýok. Bilişimiz ýaly suwlary duzlulugy, umumy talhlygy, pH boýunça synplaýarlar, emma giň ýaýrany agdyklyk edýän ionlar we olaryň özara gatnaşygy boýunça synplmadyr (O.A.Alyokiniň, W.A.Suliniň, A.M.Owçinnikowyň synplamalary).

O.A. Alyokiniň synplamasynda durup geçeliň. Bu synplama görä tebigy suwlar agdyklyk edýän anionlara görä üç synpa: gidrokarbonat (ýa-da karbonat), sulfat we hlorly suwlara bölünýärler (5-nji surat). Her synp agdyklyk edýän kationlara: kalsiý ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magniý ( $\text{Mg}^{2+}$ ) ýa-da natriý ( $\text{Na}^+$ ) ionlara görä üç topara bölünýär. Soňra suwlar ionlaryň gatnaşygyna (mukdarlary mmol-%-de) 4 kysyma bölünýärler:

I kysym ( $\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ )- duzlulugy pes suwlar.

II kysym ( $\text{HCO}_3^- < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} < \text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-}$ ) - aram duzlukly suwlar.

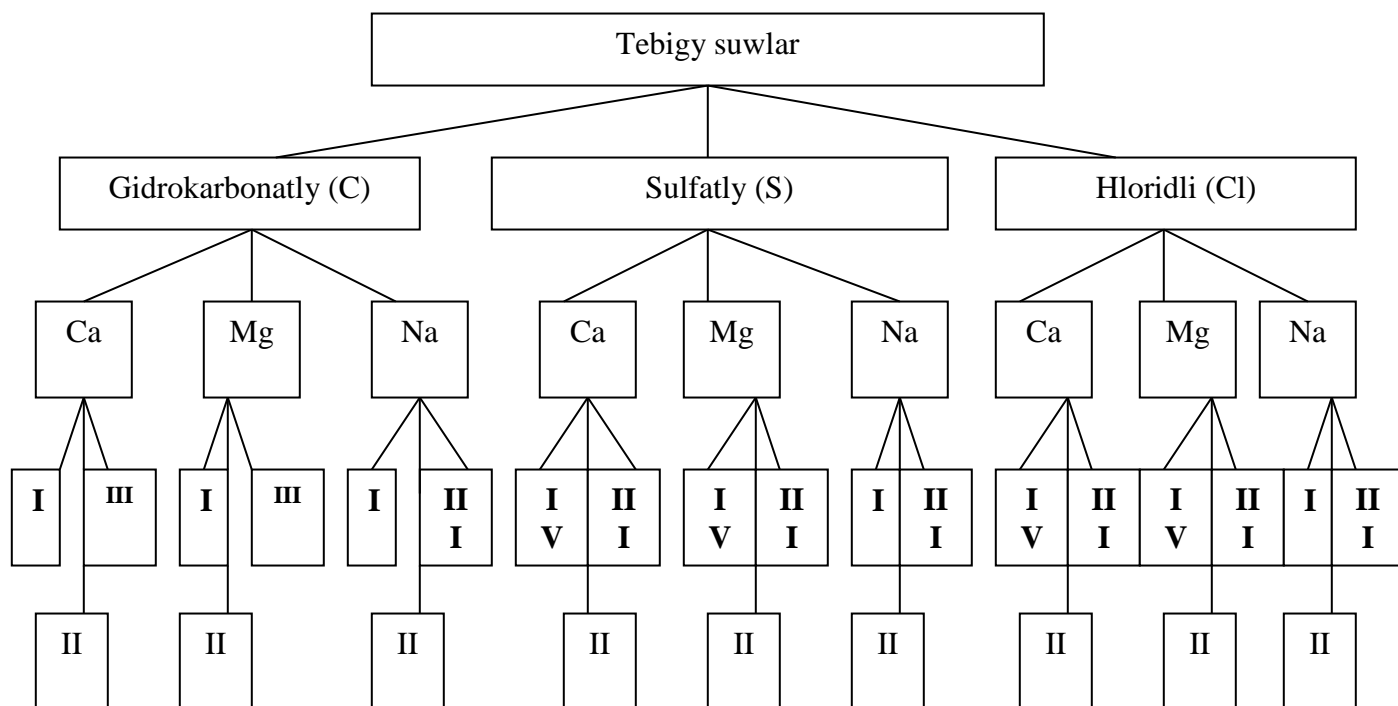
III kysym ( $\text{HCO}_3^- + \text{SO}_4^{2-} < \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  ýa-da şonuň ýaly -  $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$ ) - adaty ýokary duzlukly suwlar.

IV kysym ( $\text{HCO}_3^- = 0$ ) - turşy suwlar, sulfatly we hlorly synplaryň Ca we Mg toparlarynda I kysymyň ýok ýerinde duşýar.

Suwuň düzümine has gowy göz ýetirmek üçin III kysym iki bölege (Ýe.W. Posohow, 1975) bölünýär. IIIa -  $\text{Cl}^- < \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$  ion gatnaşykly deňiz suwlary; IIIb -  $\text{Cl}^- > \text{Na}^+ + \text{Mg}^{2+}$  ion gatnaşykly çuňlukdaky gorobalar.

O. A. Alyokiniň synplamasynda görä agdyklyk edýän ion mukdary iň uly ion hasaplanýar, ikinji agdyklyk edýän ion birinjiden 10 mmol-% golaý yzdaky ion kabul edilýär.



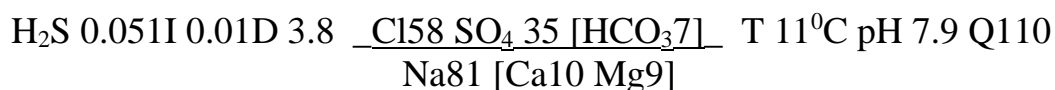


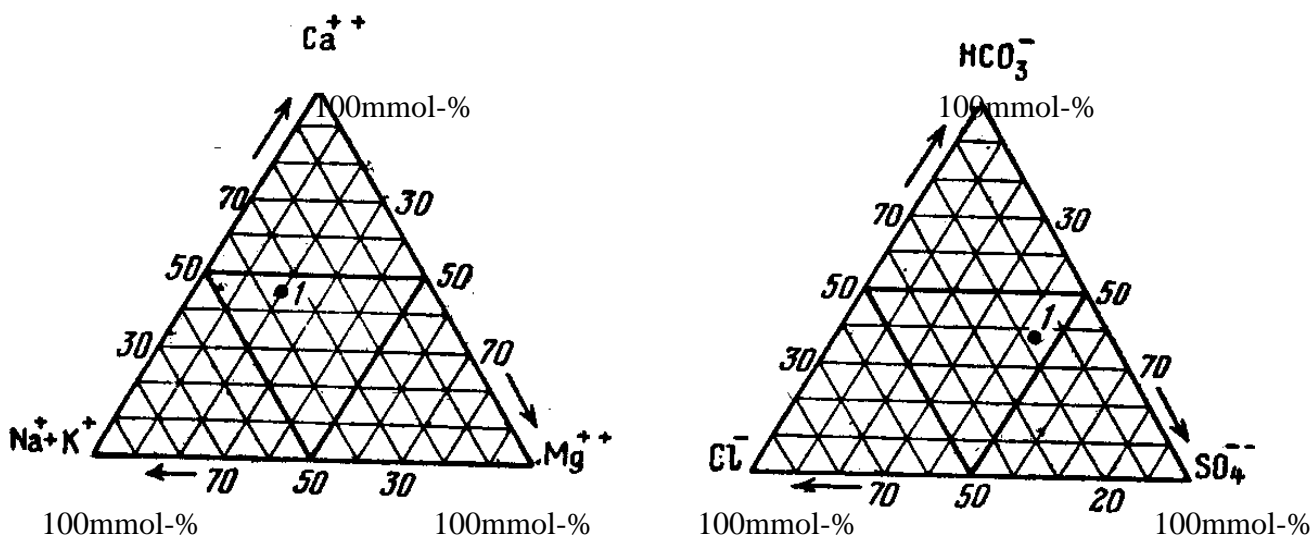
7-nji surat. Tebigy suwlaryň himiki düzümi boýunça synplanyşy  
(O.A.Alyokiniň synplamasy, 1970).

### M.G. Kurlowyň formulasy

Suwuň himiki düzümini köplenç M.G.Kurlowyň teklipe eden ülnewi görnüşinde şekillendirýärler. Ol drob görnüşinde bolup, sanawjyda - kemelip gidýän tertipde anionlar (mmol-%), maýdalawjyda bolsa, şol tertipde kationlar (mmol-%) ýerleşdirilýär. Mukdary 10 mmol-% geçmeýän ionlar bu ülnewe salynmaýar. Drobyň öňünden çepde gazlaryň we işjeň elementleriň (mg/dm<sup>3</sup>) mukdary hem-de suwuň duzlulugy D (g/dm<sup>3</sup>-da ülüşiň ondan bir takyklygy bilen) görkezilýär. Drobdan soň sagda suwuň temperaturasy (°C), reaksiýasy pH, guýunyň ýa-da çeşmäniň çukuwy (m<sup>3</sup>/g-g) ýazylýar.

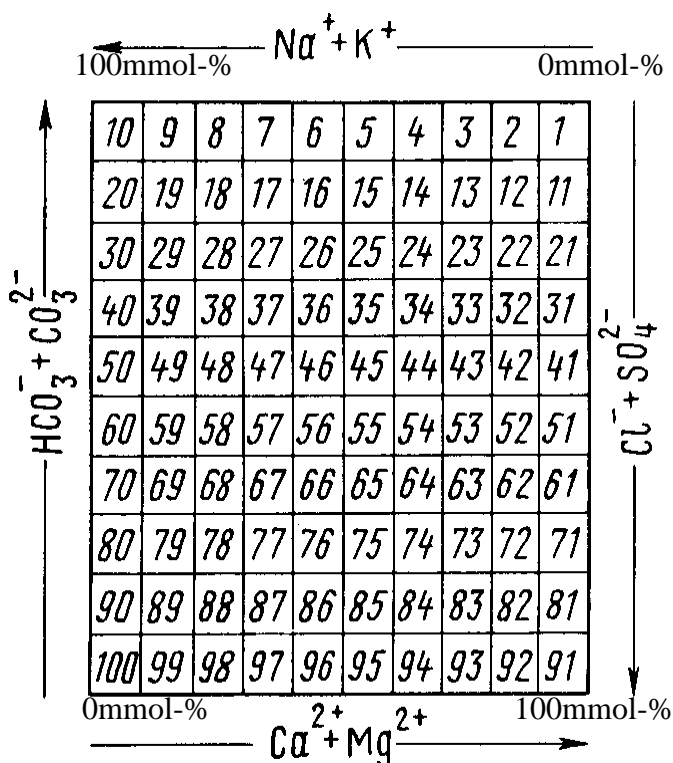
Häzirki döwürde suwuň himiki düzüminiň döreýş şertlerine takyk göz önüne getirer ýaly M.G.Kurlowyň formulasyna käbir üýtgetmeler girizildi. Bu ülnewe 1 mmol-% -den geçýän ähli anionlar we kationlar girizilýär, 25 mmol-%-den geçmeýän ionlary ikinji derejeli hasaplap, olary ýaýa salyp esasy ionlardan aýyrýarlar (Ýe.W.Posohow, 1975). Aýdylanlary göz önünde tutsaň M.G.Kurlowyň formulasy şeýle görnüşe eýe bolýar:





8-nji surat. Ferreniň üçburçluk çyzgylary.

1-nji nokat düzümi boýunça:  $\text{Na}^+ + \text{K}^+$  35%;  $\text{Mg}^{2+}$  20%;  
 $\text{Ca}^{2+}$  45%;  $\text{Cl}^-$  18%;  $\text{SO}_4^{2-}$  44%;  $\text{HCO}_3^-$  38% gabat gelýär



9-njy surat. N.I. Tolstihiniň kwadrat çyzgysy

Suwuň düzüminiň ady 25 mmol-%-den köp bolan anionlar we kationlar bilen kesgitlenýär. Birinji ýerde mukdary az anionlary we kationlary goýmak teklipe edilýär.

Ýokarky ülnew bilen şekillendirilen suw şeýle atlandyrylýar: kükürtli - wodorodly - ýodlaşen sulfatly - hlorly natrili suw.

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi duz düzüminiň çyzgylary, Ferreniň üçburçluklary, Tolstihiniň kwadratlary we ş.m. görnüşinde şekillendirilip biliner (8-nji,9-njy suratlar)

## 5. Ýerasty suwlaryň synplanyşy

### 5.1. Gidrosferanyň gurluşy

#### *Gidrosferadaky zolaklar*

Ýerasty gidrosferanyň ýokarsy ýeriň üsti bilen çäklenen, aşaky çägi barada anyk maglumat ýok. Käbir alymlar (A.M.Owçinnikow we başgalar) onuň aşaky çägi 12-16km çuňlukda, ýagny kritiki temperaturadaky ( $374-450^{\circ}\text{C}$ ) suwuň ýaýran çuňlugynda geçýär diýip hasaplaýarlar. Başga alymlar (F.A.Makerenko, W.I.Lýalko we başg.) ýerasty gidrosfera 70-100km çuňluga çenli ýaýraýar diýip hasaplaýarlar. Hem-de onuň aşaky çägi dürli geotektonik welaýatlarda dürlüdür.

Ýerasty gidrosferanyň çäginde suwuň ýagdaýy, strukturasy we häsiýetleri gaty gabygyň we mantiýanyň temperaturasyna we basyşyna baglydyr.

Gidrosferadaky suwuň bir ýagdaýdan başga ýagdaýa geçişine we strukturasyň üýtgeýşine görä gidrofiziki zolaklara bölýärler: 1) howaly zolak; 2) gaty gabygyň doň zolagy; 3) doýgun zolak; 4) suw flýuidleriniň dykyzlaşan zolagy; 5) silikatlaryň we alýumosilikatlaryň suwuk-süýgeşik suw erginli zolagy; 6) suw molekulalarynyň dissosirlenen zolagy. Esasy öwrenileni ilkinji üç zolakdyr.

**Howaly zolak** litosferanyň ýokarky gatlaklaryny ýeriň ýüzünden teýgum suwlaryň derejesine çenli aralygy öz içine alýar. Bu zolakda jynslaryň öýjükleri howa we bug bilen doldurylandyr, şeýle hem berk ýapyşak we kapillýar suw bardyr.

Ýazda gar erände ýa-da ýagyş köp ýaganda bu zolagyň jynslarynda erkin (grawitasion) suw döreýär. Howaly zolagyň galyňlygy jynslaryň litologik aýratynlygyna (suwbent gatlaklaryň çuňlugyna), ýeriň relýefine, ýeriň üstüniň bozulanlygyna we klimatik şertlere (ygallaryň mukdaryna, siňişine) baglydyr. Ol giň gerimde metriň üleşlerinden ýüzlerçe metre çenli üýtgeýär. Ýerasty suwlaryň derejesiniň ýeriň ýüzüne ýetip batgalyklar emele gelýän giň meýdanlarda howaly zolagyň bolmazlygy hem mümkindir.

Howaly zolak arkaly ýerasty suwlar bilen howa gurşawynyň arasynda jebis baglanyşyk amala aşýar; ýagyş ýagyp we buz erände suwlar ýere siňip ýerasty suwlaryň genjiniň üsti dolýar. Gurak welaýatlarda bu zolak arkaly çuňlugy 3m-den az bolan ýerasty suwlaryň bugarmagy bolup geçýär.

Suwuň siňmegi we bugarmagy belli bir derejede howaly zolagyň gurluşyna, ony düzýän jynslaryň litologik aýratynlygyna we meýdanyň fiziki - geografiki şertlerine baglydyr. Meselem, eger howaly zolak çägelerden düzülen bolsa, onda ýagan ýagyş ýerasty suwlaryň derejesine çenli siňýär. Eger-de howaly zolak pes

süzdürijilikli topurlardan düzülen bolsa, onda ýagan ýagyş relýefiň pes ýerlerine garşy akýar we diňe ujypsyz mukdary ýere siňip, ýerasty suwlaryna ýetýär. Gys aýlary howaly zolagyň ýokarky gatlaklary doňanda, suwuň ýere siňmesi kynlaşýar.

Ýerasty suwlaryň iýmitlenişinde we olaryň bugarma harçlanyşynda howaly zolagyň ähmiýeti uludyr. Howaly zolakdaky bolup geýän prosesleri içgin öwrenmän gidrogeologiýanyň wajyp nazary we amaly meselelerini çözmek, esasy hem ýeriň ýüzüne golaý ýatan teýgum suwlaryň ýokary hilli barlaglaryny geçirmek mümkin däl.

**Gaty gabygyň doň zolagynda** suw esasan gaty görnüşde duşýar. Bu zolak Ýewraziýanyň we Amerikanyň demirgazyk böleginiň uly meýdanyny, Antarktidany we beýik daglyk meýdanlary tutýar. Bu zolagyň galyňlygy 0-dan mün metrden hem gowraga ýetýär. Bu zolakda temperatura 0 - (-15°C) çenlidir. Otrisasel temperaturalar gadymy eýýamyň gazaply klimatik şertleriniň galyndysydyr. Doň zolakda suw diňe gaty ýagdaýda duşman, suwuk ýagdaýda-da gorobalar görnüşinde hat-da bug görnüşinde-de duşýar.

**Doýgun zolak** (suwuk suw) gury (kontinental) litosferanyň ähli meýdany (80%) boýunça ýaýrandyr. Bu zolagyň aýratynlygy jynslaryň öýjükleri we boşluklary dolulygyna erkin we bagly (ýapyşak) suw bilen doldurylandyr. Ýokardan bu zolak howaly ýa-da doň zolak bilen çäklenýär, aşky çägi (kritiki temperaturaly 374-450°C suwuň çuňlugy) ýeriň gaty gabygynyň tektonik gurluşyna baglydyr. Häzirki zaman wulkanik welaýatlarda bu çäk 8-10km, kembriden öňki ýygirtlanma welaýatlarda bolsa 30-35 we ondan gowrak km ýetýär.

Doýgun zolakda 1.5 km çuňlukdan başlap fiziki bagly suw hereket edip başlaýar. Bu zolagyň aşaky böleginde - temperatura 200-300°C-dan geýän ýerinde bagly suw diňe minerallaryň kristallik gözeneginde saklanyp galýar.

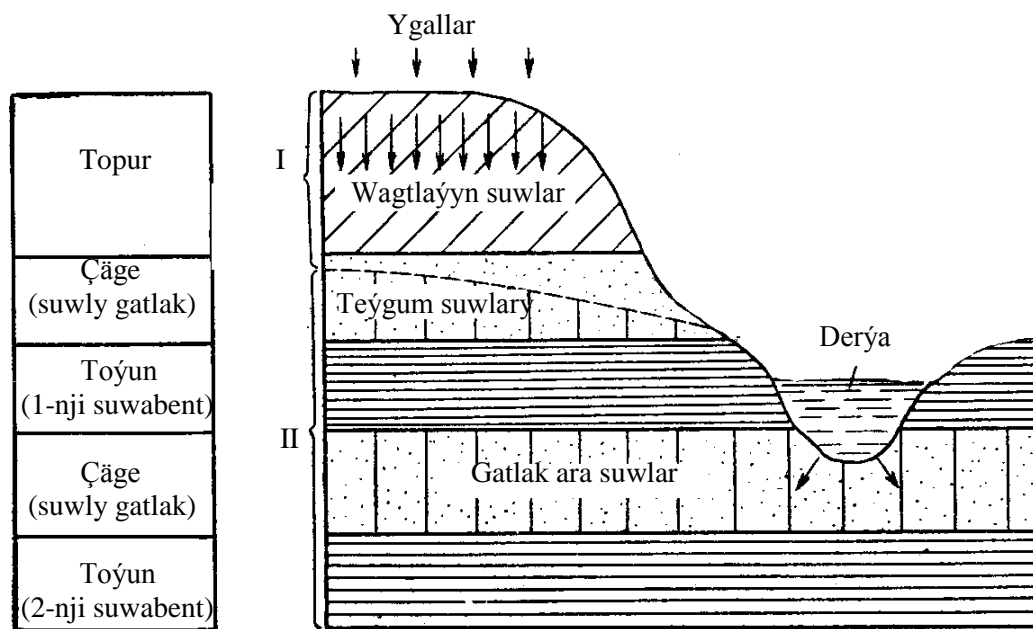
## 5.2. Ýerasty suwlaryň synplanýşy

Ýerasty suwlary ýatýş şertleri, döreýşi, gidrodinamik häsiýetleri, himiki düzümi, temperaturasy we beýleki aýratynlyklary boýunça dürli-dürlidir. Şoňa görä-de ýerasty suwlar dürli alamatlar boýunça synplanýar. Käbir synplamalar (himiki düzümi, döreýşi, gidrodinamik häsiýetleri, temperaturasy we ş.m boýunça) degişli baplarda berilýär. Häzir biz gidrogeologiýada giňden ulanylýan synplama-ýerasty suwlaryň ýatýş şertleri boýunça synplanýşyna seredeliň.

Ye.W.Pinnekeriň hödürlän synplamasyna görä ýerasty suwlar **toparlara** (gaty gabyň baş elementlerinde ýerasty suwlaryň ýerleşşi boýunça), **bölämlere** (dag jynslaryň suwdan doýgunlygyna görä), **kysymlara** (gidrawliki alamatlaryň esasynda), **synplara** (ýerasty suwlaryň ýatýş şertlerine görä), **synpçalara** (jynslaryň suw-kollektor häsiýetlerine görä) we **aýratyn şertlere** (tebigy ýagdaýyň aýratynlygyna) görä bölünýärler.

1948ý. A.M.Owçinnikow tarapyň ýerasty suwlaryň ýatysyş şertlerine görä synplamasy işlenildi. Oňa görä ýerasty suwlar **wagtlaýyn, teýgum we artezian** suwlara bölünýärler (10-njy surat).

A.M.Owçinnikow we P.P.Klimentow tarapyndan ýatysyş şertlerine, dyňzawyň häsiýetine, tertibiniň aýratynlygyna, döreýşine we halk hojalygynda ulanylyşyna görä ýerasty suwlaryň synplamasy özleşdirildi. Oňa görä ýerasty suwlar üç esasy kysma (howaly zolakdaky suwlar, teýgum we artezian suwlar) bölünýär. Howaly zolakdaky suwlar adatça wagtlaýyndyr. Olar esasan ýaz aýlary iýmitlenişiniň amatly döwri döreýärler, ýeriň ýüzüne golaý ýerleşýärler. Olar howaly zolakdaky linza görnüşli suw süzdürijiligi pes jynslaryň üstünde toplanýar. Teýgum suwlary hem ýeriň ýüzünden uly bolmadyk çuňlukda ilkinji suwabent gatlagyň üstünde ýerleşýärler. Olar adatça dyňzawsyzdyr. Artezian suwlary dyňzawly, suwabent gatlaklaryň arasynda ýerleşendirler we ýaýraw meýdanlary giňdir. Eger olar suwabent gatlaklaryň arasynda suwdan doýmadyk gatlakda ýerleşen bolsa, onda olara dyňzawsyz gatlakara suwlar diýilýär.



10-njy surat. Gidrosferadaky zolaklar we ýerasty suwlaryň ýatysyş şertlerine görä synplanysy  
I – howaly zolak; II – suwdan doýgun zolak

### **Ýerasty suwlaryň ulanylyşyna görä synplanysy**

Ýerasty suwlary ulanylyşyna görä agyz-hojalyk, tehniki, senagat, şypa (derman), ýyly (termal) suwlara bölünýärler.

Ýerasty suwlary **agyz suwy, hojalyk** maksatlary üçin giňden ulanylýar. Süýji suwlar suw üpjünçiligiň esasy çeşmesidir, olary başga maksatlar üçin ulanmaga rugsat berilmeýär. Agyz-hojalyk suw üpjünçiligiň çeşmesi bolup depginli suwçylyk zolagynyň ýerasty suwlary hyzmat edýärler. Süýji ýerasty suwlar ýeriň ýüzünden

onlarça mert çuňlukda ýerleşendir, emma uly çuňlukly (300-500 we uly) etraplar hem bardyr.

Senagatyň we oba hojalygynyň dürli pudaklarynda ulanylýan suwlar **tehniki suwlardyr**. Olara bildirilýän talaplar önümçiligiň görnüşine we aýratynlygyna baglydyr. Tehniki suwlar agyz-hojalyk suwlardan tapawutlylykda ilki bilen talhlygyna görä baha berilýär.

**Senagat suwlaryň** düzüminde senagat ähmiýetli ergin peýdaly elementleriň (brom, ýod we başg.) belli bir mukdary bardyr. Bu suwlar örän haýal suwçalşyk zolagynda ýerleşýärler, duzlulygy ýokary (2-den 500-600 g/dm<sup>3</sup> çenli), düzümi hlorly-natrili, temperaturasy 60-80<sup>0</sup>s ýetýär. Bu suwlar Türkmenistanda Balkan welaýatynyň çäginde duşýarlar we onuň düzümindäki peýdaly ýody, bromy alýarlar.

**Şypa – derman (mineral) ýerasty suwlaryň** düzüminde biologik işjeň (aktiw) mikrokomponentleriň gazlaryň, radioaktiw elementleriň ýokary mukdary bar. Bu suwlar adamyň bedenine şypa beriji fiziologik täsir edýär. Olar ýeriň ýüzüne tebigy ýol bilen çeşmeler görnüşinde çykýarlar ýa-da guýularyň kömegi bilen açylýar. Türkmenistanda şypa suwlaryň baý gorlary bar (Arçman, Berzeňni, Köýtendag we ş.m.).

**Termal suwlaryň** temperaturasy 37<sup>0</sup>C ýokarydyr. Olaryň çuňlugy geologik struktura baglylykda dürli-dürlidir. Bu suwlar uly bolmadyk şäherçeleriň, oba hojalyk obýektleriň ýylylyk üpjünçiliginde, energetik maksatlar üçin hem-de şypa suwy hökmünde ulanylýar. Biziň ýurdumyzda hem termal suwlar Köpetdagda, Köýtendagda duşýarlar.

### 5.3. Ýerasty suwlaryň esasy kysymalarynyň häsiýetnamalary

#### *Wagytlaýyn suwlar*

Howaly zolakda toprak we wagytlaýyn suwlar duşýarlar (8-nji surat).

**Toprak suwlary** - ýeriň ýüzündäki jynslarda bug, bagly (ýapysak we örtük suwlary) we sallanma - kapillýar suwlar görnüşlerde duşýarlar. Bu suwlar ygallaryň siňmesi, buguň goýalmasy, ekerançylyk we başga suwlaryň netijesinde emele gelýär. Olar ösümlikleriň ösüşinde wajyp orny bar we inžener desgalara özleriniň täsirini ýetirýärler. Bu suwlar organiki maddalara we mikroorganizmlere baýdyr. Toprak suwlary agronomlar we toprak öwrenijiler tarapyndan jikme-jik öwrenilýär. Ösüş döwründe ösümlikler bu suwlaryň köp mukdaryny sorup alýar, olaryň ýetmezçiligi hasyllylygy peseldýär. Ýöne bu suwuň artykmaçlygy hem ösümliklere zyýandyr. Ygallaryň siňmegi topragyň we onuň aşagyndaky gatlagyň suw geçirijiligine baglydyr.

Bu gatlaklaryň suw süzdürijiligi olaryň düzümi we strukturasy bilen kesgitlenýär.

Toprakdaky kapillýar suwlar kapillýar boşluklary dolduryp, ýeriň dartýş güýjüne-de, kapillýar güýçlere hem boýun egýärler. Teýgum suwlary çuň ýerleşýän etraplarda bu suwlar ösümlik üçin çygyň esasy çeşmesi bolup hyzmat edýär.

Kapillýar suwlaryň uly mukdarda gapdala we dikligine süýsmäge mümkinçiligi ýokdur. Kapillýar suwlaryň howaly zolakda hereketiniň esasy görnüşü çyg göçürmedir.

**Wagytleýyn suwlary** - howaly zolakdaky uly bolmadyk çuňlukda ýerleşen we çäkli meýdanly linza görnüşli suwabent gatlaklaryň üstünde üýşýän ýerasty suwlardyr. Bu suwlar pasyllaýyn häsiýetlidir we suwabent gatlagyň ölçegine hem-de iýmitleniş şertlerine baglydyr. Wagytlaýyn suwlaryň hili uly üýtgewlidir, hapalanmak mümkinçiligi hem ýokarydyr. Şäher çäklerinde, senagat kärhanalaryň töwereklerinde suwgeçirijileriň ýitgisi netijesinde meýdanlar batgalaşýar, tehnogen wagytlaýyn suwlar döreýär.

Wagtlaýyn suwlaryň döremeginde relýefiň täsiri uludyr. Çöketlik ýerlerde olaryň döremegi üçin gowy şertler döreýär. Wagtleýyn suwlaryň erkin derejesi, kapillýar gaýmasy, uly bolmadyk galyňlygy bardyr, olar bugarma we teýgum suwlaryň iýmitlenmesine harç edilýär, tekiz suwaýyrtlarda we çöketlik ýerlerde döreýärler, olary tertibi klimatik şertlere baglylykda uly üýtgewlidir, olar ýerleriň batgalaşmagyna getirýär, gurluşyk işlerine öz zyýanly täsirini ýetirýär.

### ***Teýgum suwlary***

**Teýgum suwlary** - ýaýran meýdany giň we galyňlygy ýeterlik suwabent gatlagyň üstündäki ýeriň ýüzünden aşakdaky birinji hemişelik suwly gorizontyň ýerasty suwlarydyr. Geomorfologik we geologik - gidrogeologik şertlere görä teýgum akymlyry, teýgum basseýinleri ýa-da olaryň gezekleşigi döräp biler. Olaryň arasynda giň ýaýrany teýgum akymlyrydyr. Olar dereje ýapgytlygyň ugry boýunça dartýş güýçleriň täsirinden hereket edýäreler. Teýgum basseýinlerde suwuň tygasy gönüdir (gorizontaldyr), olar depressiýalarda duşýarlar, hereketsizdir.

Teýgum suwlaryň häsiýet aýratynlyklaryna aşakdakylar degişlidir:

- 1) bu suwlar erkin derejelidir (tygalydyr), ýagny gazuw işlerinde açylanda olaryň derejesi açylan çuňlugynda ýerleşýär (teýgum suwlaryň tygasyndaky basyş atmosfera basyşyna deňdir);
- 2) olaryň iýmitleniş ýgallaryň siňmesi we howaly zolakdaky buguň goýalmasy netijesinde amala aşýar, teýgum suwlaryň iýmitleniş we ýaýraw meýdanlary gabat gelýär;
- 3) ýerleşiş çuňlugynyň uly dældigi sebäpli olar jarlar, käller, derýa hanalary we başg. arkaly üsti açylyp bilner;
- 4) ýeriň ýüzüne golaý ýerleşendigi sebäpli olara ýeriň üstündäki bolup geçýän özgerişler uly täsirini ýetirýär; wagt dowamynda olaryň derejesi, çykuwy, himiki düzümi, temperaturasy we beýleki görkezijileri çalt üýtgäp bilýär;
- 5) iýmitleniş şertleri we çykuw ýerlerine garşy depginli hereketleri teýgum suwlaryň adatça duzlulygynyň pes bolmagyna ýardam edýär;
- 6) teýgum suwlaryň tygysyndan ýokarda kapillýar suwlaryň gaýmasy ýerleşýär, onuň ýokarky çäginde basyş atmosfera basyşdan azdyr;

7) eger teýgum suwuň tygasynyň çäginde suwabent jynslaryň linzasy duşsa, onda bu ýerde ýerli dyňzaw döreýär, ýagny açylanda teýgum suwuň derejesi bu linzanyň dabanyndan ýokary galýar.

Teýgum suwlaryň üstüne onuň tygasy diýilýär. Tyga bilen suwabent gatlagyň aralygyna suwly gorizontyň galyňlygy diýilýär. Teýgum suwlaryň tygasy çykuw ýerine garşy ýapgyt bolup, akymy emele getirýär. Kesimde akymyň üsti depression egrisini (parabolik, güberçek, epilen) emele getirýär. Teýgum suwlary ýerüsti suwlar (derýalar, köller) bilen arabaglanyşyklydyr. Adatça teýgum suwlary ýerüsti suwlary iýmitlendirýärler. Teýgum suwlary uly çuňlukda ýerleşende we derýalaryň, suw howdanlaryň suwunyň derejesi ýokary galanda olaryň suwy siňip teýgum suwlara goşulýarlar.

Esasan teýgum suwlary howaly zolak arkaly siňýän ygallaryň, ýerüsti suwlaryň we buglaryň goýalmasynyň hasabyna iýmitlenýärler. Teýgum suwlaryň iýmitleniş meýdanlarynda derejesi ýokary, çykuw meýdanlarynda bolsa - pesdir.

Teýgum suwlary suwabent jynslarda "penjire" bar bolsa ýa-da pýezometrik dereje teýgum suwlaryň derejesinden ýokarda bolsa, onda olar artezion suwlaryň hasabyna hem iýmitlenip bilerler.

Ýatýş şertleriniň aýratynlygyna, ýaýraýşyna, tertibine we iýmitlenişine görä 1) derýa arasyndaky we suwaýyrtlardaky; 2) derýa jülgelerindäki; 3) güberçek ýapylardaky we dagetek şleýflerdäki; 4) deňiz ýakalardaky; 5) müdimi doňaklyk welaýatlardaky we başga teýgum suwlaryna bölünýärler.

Klimatik şertlere, erozion toruň çuňlugyna, suwly jynslaryň kollektor häsieýtlere we düzümine görä teýgum suwlary giňişlik zolaklara bölünýär. G.N.Kamenskiý teýgum suwlaryny iki şejere kysymyna bölýär: 1) erediji teýgum suwlary; 2) kontinental şorlaşan teýgum suwlary.

Erediji teýgum suwlary artykmaç çygly welaýatlara mahsusdyr, emma ýokary syzdyryjylykly dag jynsly we gowy tebigy drenažly çyg ýetmezçilikli meýdanlarda hem duşýarlar. Bu zolakda demirgazykdan günorta tarap teýgum suwlaryň duzlulugy artýar.

Kontinental şorlaşan teýgum suwlary gurak sähralarda, ýarymçöllerde we çöllerde döreýärler. Bu meýdanlarda ygalyň mukdary bugarmadan az, tebigy drenaž ýok, teýgum akymalaryň döremegi üçin amatly şertler ýok.

### ***Ýerasty suwlaryň tertibi we balansy barada düşünje***

Wagt dowamynda ýerasty suwlaryň derejesiniň, temperaturasynyň, himiki düzüminiň we beýleki görkezijileriniň tebigy we emeli sebäpleriň täsirinden üýtgewine olaryň **tertibi** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň tertibini kesgitleýän tebigy sebäplere: klimatik, geologik, gidrogeologik, gidrologik, geomorfologik, toprak, biogen we ş.m täsirler degişlidirler.

Adam hojalygynyň täsirli meýdanlarynda: ekerançylyk ýerlerde, çalykdyrylýan meýdanlarda, suw howdanyň gurulýan ýerlerinde ýerasty suwlaryň tertibine emeli sebäpler täsir edýär, ondan başga-da suw üpjünçiligi üçin ýerasty



suwlaryň ulanyşy, peýdaly gazma baýlyklar ýataklary ulanylanda ýerasty suwlaryna göreş çäreleri, ýerasty suwlaryň gorlarynyň üstüni doldurmak hem täsirini ýetirýär.

Diňe tebigy sebäpler bilen kesgitlenýän ýerasty suwlaryň tertibine **tebigy** ýa-da **bozulmadyk tertip**, eger-de onuň döremegine emeli sebäpler öz täsirini ýetirýän bolsa, ondan oňa **emeli** ýa-da **bozulan tertip** diýilýär.

Tebigy sebäpleriň depginli täsiri ýeriň ýüzüne golaý ýerleşýän teýgum suwlaryna ýetýär. Çuňlugyň artmagy bilen bu täsir kem-kemden azalyp, soňra ýitip gidýär. Wagta görä ýerasty suwlaryň tertibi gije-gündizleýin, möwsümleýin (pasyllaýyn), ýyllyk we köpýyllyk tertiplere bölünýär.

Ýerasty suwlaryň tertibini kesgitleýän sebäpleriň täsiri dürli tebigy ýagdaýda dürli netijeleri berýär. Sebäbi her bir täsir beýleki bilen bilelikde täsir edip ýa esasy täsirediji ýa-da ikinji derejeli bolup biler. Şonuň üçin ýerasty suwlaryň tertibi öwrenilende esasy täsiredijileri ýüze çykarmak we olaryň ornuny kesgitlemek wajypdyr.

**Balans** diýlip belli bir döwürde (ongünlikde, aýda, ýylda we ş.m) ýerasty suwlaryň iýmitlenişini we harjyny (millimetrde ýa-da  $m^3/1ga$ ) kesgitleýän düzüjileriniň, mukdarlaýyn baglanyşygyna aýdylýar.

Belli bir meýdançada teýgum suwlaryň iýmitleniş iýgallaryň we ýerüsti akymalaryň ýere siňmeginden we goňşy meýdanlaryndan gelýän gapdal akymdan ybaratdyr. Teýgum suwlarynyň harçlanyşy bugarmadan, ösümlükleriň sorup alýan suwundan (transpirasiýadan) we meýdançadan akyp çykýan akymlardan düzülýär.

Teýgum suwlaryň balansynyň girdeji we çykdaý düzüjilerini mukdarlaýyn kesgitlemek ýerasty suwlaryň gidrodimaniki tertibiniň döremeginiň sebäplerini bilmäge, tertibiň kysymalaryny we ýerlerde takyk ýaýraw meýdanlaryny ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

Ýerasty suwlaryň belli meýdandaky tertibini öwrenen alymlar köp (G.N.Kamenskiý, M.A.Şmit, M.M.Krylow, M.Ýe. Altowskiý we başg.). Olaryň işleriniň esasynda tertibiň synplanyş çyzgydynyň esasy düzülendir. Olardan has esaslandyrylany teýgum suwlaryň balansynyň esasy girdeýji we çykdaý düzüjileriň gatnaşygyna görä tebigy tertibiniň şejere kysymalaryny ýüze çykarmak ýörelgesidir. (G.N.Kamenskiý, M.M.Krylow we başg.).

### ***Teýgum suwlaryň çuňluk we gidroizogips kartalary***

Guýularyň ýeterlik mukdarynda we olarda suwuň derejeleri bir wagtda ölçenende topografik esasda gidroizogips kartasyny gurup bolar (11-nji surat). Bu kartalar **t** wagtyň belli bir döwründe deň çyzyklarda teýgum suwlaryň tygasynyň ýagdaýyny görkezýär. Instrumental çatma bilen topografik kartanyň ýüzüne guýulary geçirýärler, olaryň gapdalynda suwuň derejesiniň absolýut belgisi görkezilýär. Eger guýul suwabent gatlagı çenli gazylan bolsa, onda onuň üstüniň gorizontaly kartada görkezilse maksada laýyk bolar.

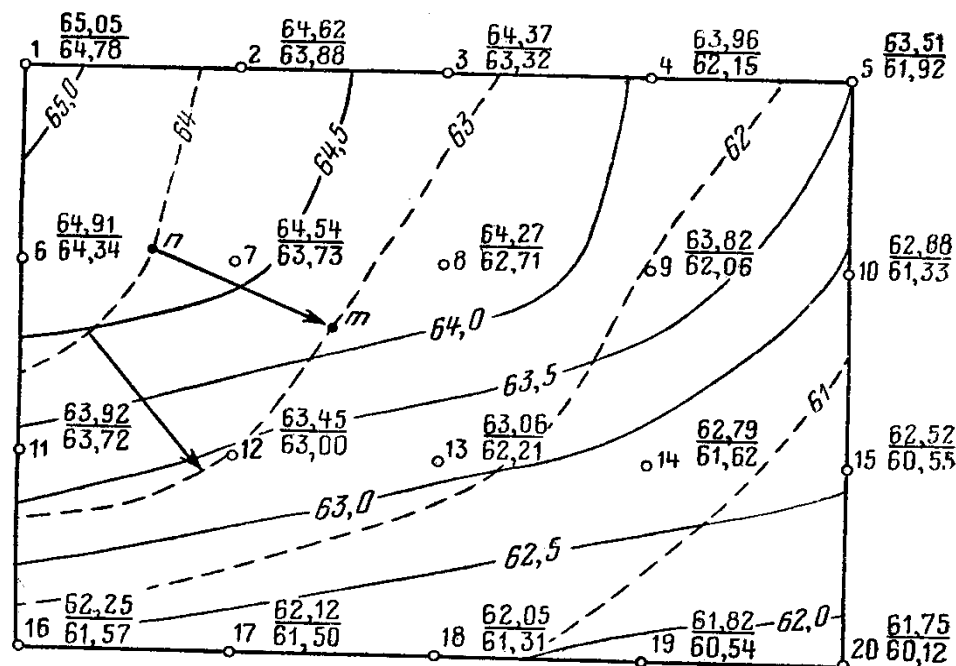
Gidroizogips kartalary üçburçluk usuly bilen gurulýar. Ähli gidroizogips kartalarda gurlan wagt görkezilmelidir. Şoňa görä bir meýdan üçin pasyllar boýunça birnäçe karta gurup bolar.

Meýdan boýunça teýgum suwlaryň ýatýş çuňlugyna baha bermek üçin izobat (deňçuňluk) kartalary gurulýar. Izobatlar - teýgum suwlaryň birmeňzeş çuňlukly nokatlaryny birikdirýän çyzyklardyr. Kä ýagdaýlarda bir topografik esasda gidroizogipsler, izobatlar we suwabent gatlagyň üçeginiň izogipsleri görkezilýär. Deňçuňluk (izobat) kartalary gurmak usullary gidroizogips kartalaryny gurmak bilen meňzeşdir. Bu kartalar teýgum suwlaryny ulanmak we açmak bilen bagly köpsanly halk hojalyk meselelerini çözmekde giňden ulanylýar (12-nji surat).

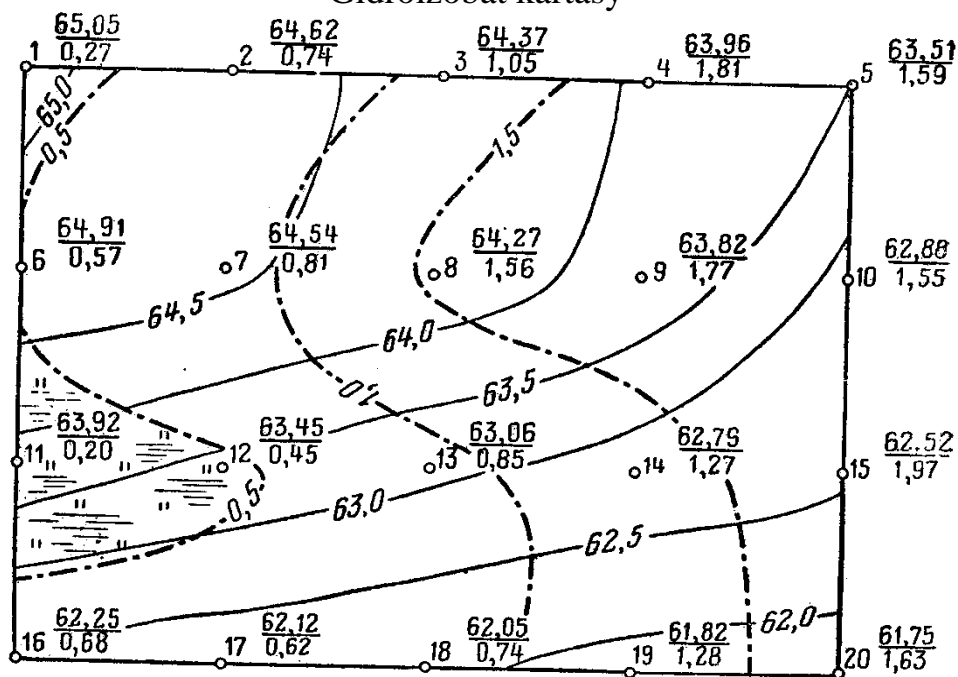
Gidroizogips kartalar boýunça:

1. teýgum suwlaryň hereketiniň ugruny;
2. teýgum suwlaryň üstüniň ýapgytlygyny (gidrawliki ýapgytlyk);
3. dürli nokatda teýgum suwlaryň çuňlugyny (ýeriň üstüniň we suwuň derejesiniň bellikleriniň tapawudy boýunça);
4. suwabendiň izogipsi görkezilen ýagdaýda suwly garizontyň galyňlygyny (suwuň derejesiniň we suwabendiň üstüniň bellikleriniň tapawudy boýunça);
5. derýalar bilen baglanyşygyny (gidroizogips we suwuň derejesiniň belliginiň häsiýeti boýunça)
6. iýmitleniş we çukuw meýdanlaryny we beýleki görkezijileri kesgitlemek bolar.

## Gidroizogips kartasy



## Gidroizobat kartasy



Gorizontallar

Gidroizogipsler

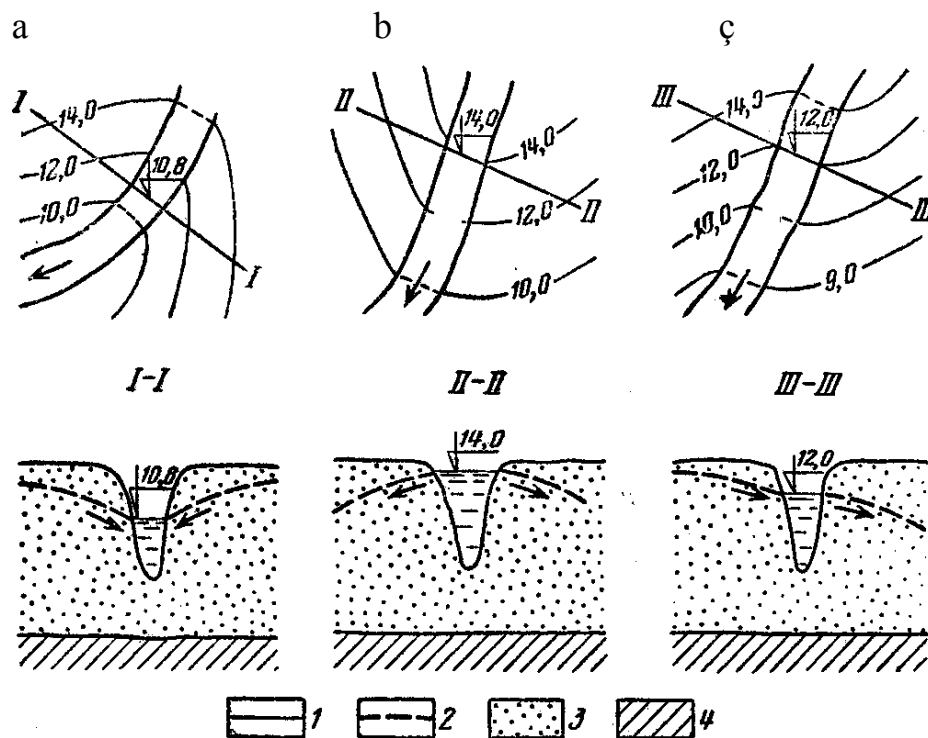
Gidroizobatlar

Moçberligi 1:1000

Kartany düzen .....

Senesi .....

11-nji surat. Gidroizogips we gidroizobat (çuňluk) kartalary



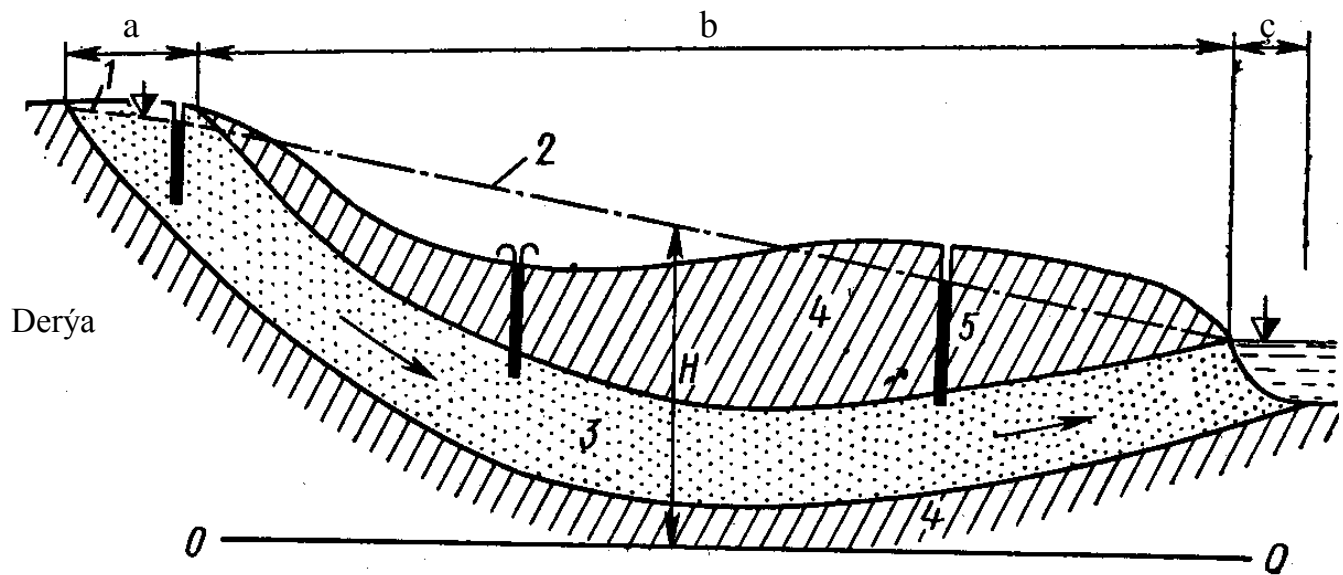
12-nji surat. Teýgum we ýerüsti suwlaryň arabaglanyşygy  
 a – teýgum suwlary derýany iýmitlendirýärler; b – derýa teýgum suwlaryny iýmitlendirýär; ç – teýgum suwlary derýanyň sag kenaryny iýmitlendirýärler, çep kenary bolsa, teýgum suwlaryny iýmitlendirýär; 1 – gidroizogipsler; 2 – teýgum suwlarynyň derejesi; 3 – suw süzdürýän jynslar; 4 – suwabent jynslar

### ***Dyňzawly (artezian) suwlar***

Üsti we asty suwabent gatlaklar bilen örtülen suwly gorizontlardaky (toplumlardaky) gidrostatik dyňzawly ýerasty suwlara **artezian suwlary** diýilýär. Gidrostatik dyňzaw sebäpli bu suwlar guýular ýa-da beýleki kánler bilen açylanda suwuň derejesi üçekden ýokary galýar (Ýe.W.Pineker we başg., 1980). Eger suwuň derejesi ýeriň ýüzünden ýokary galsa, onda guýudan suw çüwdürim bolup akar.

Dyňzawly suwlaryň derejesi **péyezometrik** dereje, suwly gatlagyň üçeginden péyezometrik derejä çenli suwuň derejesiniň galýan beýikligi - suwly gorizontyň **dyňzawy** diýip atlandyrylýar (13-nji surat).

Ondan başgada artezian suwly gatlagyň ýatys çuňlugy, onuň galyňlygy, ýaýraw meýdany, dyňzaw, iýmitleniş we çykuw welaýatlary bar. Gatlakara suwlarda dyňzawyň döremegi esasan ýerasty suwlaryň iýmitleniş welaýatynyň ýaýraw welaýatdan beýikligi bilen baglydyr. Artezian suwlar maýyşgak tertiplidir. Bu tertip suwuň gatlakda maýyşgaklygynyň (gysylmagynyň) we gatlagyň jynslarynyň maýyşgaklygynyň hasabyna döreýär. Artezian suwlaryň maýyşgak tertibi (esasan uly çuňlukdaky) uzak wagtlap gatlagy guratman guýudan suwy almaga mümkinçilik berýär. Dyňzawly suwlaryň maýyşgak tertibiniň aýratynlyklary, olaryň görkezijileri ýerasty suwlaryň dinamikasynda giňişleýin seredilýär.



11-nji surat. Artezian basseýni

a – dyňzaw suwlaryň iýmitleniş welaýaty; b – dyňzaw welaýaty; c – çykuw welaýaty; 1 – teýgum suwlaryň derejesi; 2 – dyňzaw suwlaryň pýezometrik derejesi; 3 – dyňzaw suwly gatlak; 4 – suwabent gatlaklar; 5 – guýular; H – pýezometrik dyňzawyň ululygy

Artezian suwlaryň aýratynlyklaryna: 1) her haýsy ýokarsyndan we aşagyndan suwabent gatlaklar bilen çäklenen artezion suwlaryň gorizontlarynyň toplumlarynyň (kopleksleriniň) gatlakara ýerleşmegi, 2) artezion suwlaryň ýaýraw welaýatlarynyň dyňzaw, iýmitleniş welaýatlary bilen gabat gelmezligi (iýmitleniş meýdany daşda ýerleşýär); 3) artezion suwlary açylanda suwuň derejesi suwly gorizontyň üçeginden elmydama ýokardalygy (pýezometrik dereje gatlakda basyşyň ýaýraýşyna görä dikeldýär); 4) artezion suwlaryň tertibi beýleki ýerasty suwlara garanynda hemişelikligi, 5) artezion suwlary hapalanmadan has goraglylygy we ýokary hilliligi degişlidir.

Artezian suwlary saklaýan tebigy sygymlara: 1) artezion basseýinleri; 2) artezion ýapylary degişlidir (Ýe.W.Pinneker we başg., 1980).

### *Artezian basseýinler*

Sinklinal strukturalardaky dyňzaw suwly gorizontlaryň ýa-da toplumlaryň bileleşigine **artezion basseýinleri** diýip düşünilýär. Bu strukturalarda ýerasty suwlaryň hereketi gidrostatik dyňzawyň täsirinden bolup geçýär (11-nji surat).

Artezian basseýinleri platformalaryň, dagara çöketlikleriň, gyra epilmeleriň, muldalaryň we beýleki strukturalaryň çäklerinde döreýärler. Olar çylşyrymly we ýönekeý bolýarlar. Çylşyrymlylar ýönekeýlerden düzülýärler. A.M.Owçinnik

ölçeğerlerine görä artezian basseýinleri 1) iri artezian basseýinlere ( $>100000 \text{ km}^2$ ), orta ( $100000-10000 \text{ km}^2$ ) we kiçi (ýönekeý,  $<10000 \text{ km}^2$ ) basseýinlere bölýär.

Artezian basseýinlerde 1) häzirkî iýmitleniş welaýaty; 2) çykuw welaýaty we 3) dyňzaw ýaýraw (akym) welaýatlary bar.

**Iýmitleniş welaýaty** - bu ýeriň üstüniň has ýokary belliklerinde ýerleşen suwly jynslardyr. Bu ýerde artezian suwlaryň ygallaryň, ýerüsti suwlaryň ygallaryň we beýleki çeşmeleriň hasabyna iýmitleniş bolup geçýär. Käwagt ol daşky iýmitleniş (ygallaryň akyp gaýdýan daglara ýanaşyk ýapylar) we içki iýmitleniş (basseýiniň çägendäki belentlikler, antiklizalar) welaýatyna bölünýär. Dyňzawyň tapawudy zerarly bir gorizontdan beýlekä ýa-da goňşy basseýinlerden akyp geçmegi arkaly hem iýmitleniş bolup biler.

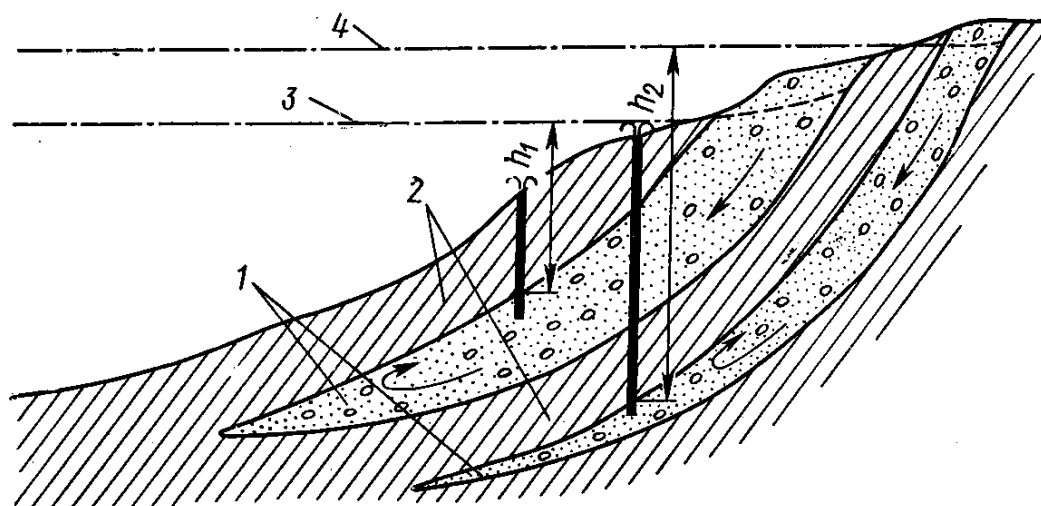
**Çykuw welaýaty** - bu artezian suwlaryň ýeriň ýüzüne, derýalaryň jülgesine, deňze açyk ýa-da gizlin (ýapyk) çykýan meýdanydyr. Çykuwyň açyk ojaklaryna eroziýa (derýalar, çöketlikler), päsgeçilik (suwuň ýolundaky suwabent gatlaklaryň epilmeleri, öňe çykmalary), struktura - tektoniki (epilme welaýatlaryndaky tektonik bozulmalar, antiklinallar) ojaklar degişlidir. Allýuwial çökündileriň aşagyndan, deňziň düýbünden (submarin çeşmeleri) suwuň çykmalary, müdümü doň jynslaryň erän boşluklaryny, suwabent gatlaklardaky "fasial" penjireleri we ş.m çykuwyň gizlin ojaklaryna degişlidir. Artezian suwalgyçlar çykuwyň emeli çeşmesine degişlidir.

**Dyňzawyň ýaýraw meýdany** - bu ýerasty suwlaryň dyňzawy ýüze çykýan artezian basseýinleriň ýaýran meýdanydyr. Birnäçe artezian gorizontlaryň pýezometrik derejeleri diňe olaryň gidrawlik baglanyşygy bar bolanda ýa-da iýmitleniş we çykuw welaýatlaryň beýiklik derjeleri deň gelende gabatlaşýarlar. Köplenç tebigatda bu ýagdaý seýrek duş gelýär. Göni relýefde aşaky gorizontlar ýokarka görä uly dyňzawlydyr, ters öwrülen relýefde bolsa – tersinedir. Iýmitleniş we çykuw welaýatlaryň relýefiniň aýratynlyklaryna görä artezian we teýgum suwlaryň dürli özara gatnaşyklary ýüze çykýar.

### ***Artezian ýapylar***

Guýlyp gutarýan ýa-da fasial gowşak syzdyryjy jynslar bilen çalyşýan monoklinal ýatyşly suwly gorizontly artezian suwlaryň assimetrik basseýinlerine **artezian ýapy** diýilýär (14-nji surat).

Artezian ýapylar dagýaka, dagara epilmeleriň gyralarynda, sineklizalaryň we platforma çöketlikleriň ýapylarynda, monoklinallarda duşýarlar. Bu artezian suwlaryň iýmitleniş, çykuw şertleri örän dürlüdür; olar entek doly öwrenilmedikdir. Adatça artezian ýapylaryň iýmitleniş we çykuw welaýatlary bir-birine golaý ýerleşýärler, dyňzaw welaýatlary iýmitleniş welaýatlaryň absolýut belliklerinden kiçi, çykuw welaýtlaryňkydan bolsa - uly derejelerde ( $H_1 > H_2 > H_3$ ) ýerleşýär. Artezian ýapylar meýdany boýunça artezian basseýinlerinden ep-esli kiçidir we ýerasty suwlaryň yza gaýtma-öňe gitme hereketleri bilen häsiýetlendirilýär.



14-nji surat. Artezian ýapysy

1 – dyňzaw suwly gatlaklar; 2 – suwabent jynslar; 3, 4 – pýezometrik derejeler;  
 $h_1, h_2$  – suwuň dyňzawynyň beýikligi

### **Artezian suwlaryň zolaklygy**

Platforma welaýatlaryň we dagara çöketlikleriň artezian basseýinlerinde süýji, derman, senagat we termal suwlaryň uly gurlary jemlenendir. Olar basseýinleriň geologik-gidrogeologik aýratynlyklary bilen jebis baglanşyklydyrlar. Köp ýerlerde halk hojalyk obýektleriň suw üpjünçiligi şu basseýinleriň suwlaryna esasanandyr. Basseýinleriň çäginde ýerasty suwlaryň barlaglary alymlara (W.I.Wernadskiý, D.L.Liçkow, I.K.Zaýsew, N.I.Tolstihin we başg.) ýerasty suwlaryň dikligine zolaklylygyny ýüze çykarmaga we düşündirmäge mümkinçilik berdi. Şeýlelikde, dikligine gidrodinamik, gidrogeohimik, gazly we gidrogeotermik zolaklylyk barada ylym döredi.

**Gidrodinamik zolaklylyk** dürli hereket tizlikli (suwçalyşygyň depginine görä) ýerasty suwlaryň üç zolagynyň dikligine yzygiderli çalyşmagyndan ybaratdyr. **Ýokarky depginli (işjeň suwçalyşyk zolagy)** 500-1500m çenli çuňlugyny öz içine alýan basseýiniň ýokarky bölegidir. Bu zolakda дренаž, suwçalyşyk erkin amala aşýar. Bu zolakda ýerasty suwlaryň suwçalyşyk depgini ortaça 330 ýyldyr.

**Ortaky haýal (kynlaşýan) suwçalyşyk zolakda** ýerasty suwlaryň hereket tizligi we olaryň дренаży onlarça we yüzlerçe mün ýyldyr. **Aşaky passiw (örän haýal-kynlaşan) suwçalyşyk zolakda** ýerasty suwlaryň suwçalyşyk depgini million ýyllara deňdir. Basseýiniň bu zolagynda ýerasty suwlaryň hereketi diňe gidrawlik gradiýentiň hasabyna däl-de, jynslaryň grawitasion dykyzlanmasynyň, neotektonikanyň we başga sebäpleriň täsirinde hem bolup geçýär.

**Gidrogeohimik zolaklylyk** guşaklaýyn (bir, iki we üç zolakly) bolýar. Bir zolakly guşak basseýiniň gyra bölegini öz içine alýar, iki zolakly guşak merkezi we gyra bölekleriniň arasynda ýerleşýär, üç zolakly guşak basseýiniň merkezi bölegini eýeleýär. Merkezi bölegi 1) ýokarky süýji suw zolagyna (duzlulygy 1 g/kg-dan az); 2)

ortaky duzly suw zolagyna (1-35 g/kg) we 3) aşaky gorobalar zolagyna ( $> 35$  g/kg) bölýärler.

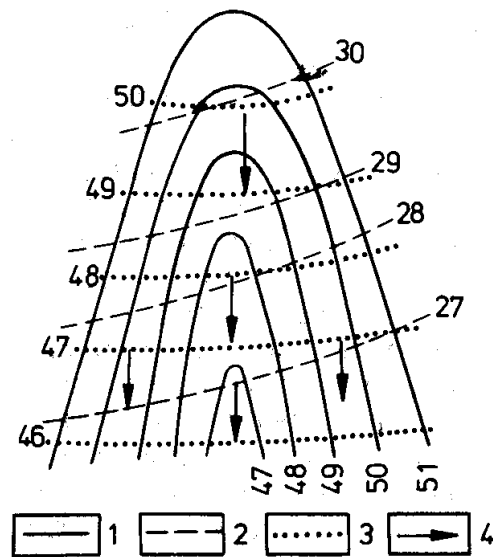
**Ýerasty suwlaryň gaz zolaklylygy** ýokardan aşak howa sejereli (azot, kislorod we başg.) gazlar, dikelme (gaýtarma) gazlar we beýleki sejereli (metan, kükürtwodorod, wodorod we başg.) gazlar bilen aňladylýar.

**Gidrogeotermik zolaklylyk** ýokardan aşak sowuk ( $0-20^{\circ}\text{C}$ ) ýa-da has sowuk ( $0^{\circ}\text{C}$  pes) zolaklaryň termal suwlar ( $20^{\circ}-100^{\circ}\text{C}$ ) zolagynda, soňra aşy gyzgyn suwlar ( $> 100^{\circ}\text{C}$ ) zolagyna çalşmagyndan ybaratdyr.

Zolaklylyk fiziki-geografik, geologik-srtuktur, termodinamik we başga sebäpleriň täsirinden döreýär.

### ***Gidroizopýez kartalary***

**Gidroizopýez kartalary** absolýut bellikli deň çyzyklar görnüşinde (pýezoizogips) dyňzaw suwly gorizontlaryň pýezometrik üstüni şekillendirýärler (15-nji surat).



15-nji surat. Gidroizopýez kartasy

1 – gorizontallar; 2 – suwly gorizontyň üçeginiň izogipsleri;  
3 – pýezoizogipsler; 4 – dyňzaw suwlaryň hereket ugry

Bu kartalaryň gurluşy gidroizogips kartalaryňky ýaly topografik esasynda we goşmaça ýokarky suwbendiň üçeginiň izogipsini geçirmek bilen alnyp barylýar. Pýezoizogips kartalaryň üsti gidrogeologik kesimler bilen doldurylmalydyr. Kesimlerde guýynyň sütüniň ýanynda stratigrafik çäklerini, jynslaryň litologiýasyny, dyňzawyny, pýezometrik derejäniň absolýut belliklerini we başga görkezilýär.

Pýezoizogips kartalar boýunça dürli gidrogeologik görkezijileri we suwly gorizontyň aýratynlyklaryny düşündirip bolýar. Bu kartalar boýunça basyşyň peselişine görä dikana geçirip ýerasty suwlaryň hereketiniň ugruny kesgitläp bolýar.



Pýezoizogipsiň maksimal (iň uly) bellikleri iýmitleniş we dyňzaw döreýiş welatatlaryny, minemal (iň pes) belikler bolsa - çykuw welatlaryny görkezýär. Pýeizogipsleriň ýygylgyna we seýrekligine görä suwly gorizontyň galyňlygynyň üýtgeýşini ýa-da jynslaryň süwsüzdürilijiligini kesgitleýär.

## 6. Ýerasty suwlaryň hereketi

### 6.1. Dag jynslarda suwuň hereketiniň esasy görnüşleri

Öň belleýişimiz ýaly, dag jynslarynda suwatabyn we fiziki-mehaniki häsiýetlerine, suwuň ýatys şertlerine, onuň dag jynslary bilen özara täsirine we beýleki sebäplere görä suwuň dürli görnüşleri bar. Dag jynslaryndaky suwuň dürli görnüşleri ýerasty suwlaryň hereketiniň şertlerini we kanunalaýyklyklaryny kesgitleýärler.

Belli bolşy ýaly, howaly zolakda suwuň ähli görnüşleri bardyr. Olaryň her biri süýşmäniň kesgitli kanunalaýyklygy bilen häsiýetlenýär. Öň erkin grawitasion suwdan beýleki ýapyşak (giproskopik), örtük, kapillýar we beýleki görnüşleriniň hereket kanunalaýyklaryna seredilipdi. Ýöne grawitasion suwuň hereket prosesi iň gowy öwrenilenidir.

#### *Howaly zolakda suwlaryň hereketi*

Grawitasion suwuň hereketi howaly zolakda dag jynslaryndan ygallaryň, ekerançylyk we ýerüsti suwlaryň syzyp geçmegi bilen baglydyr. Howaly zolakda suwuň syzyp geçmek prosesine **siňme** diýilýär. Onuň iki görnüşi bar: erkin siňme we adaty (normal) siňme (infiltrasiýa).

Erkin siňmede suw agram güýjüniň we kapillýar güýçleriň täsirinden aýry-aýry kanaljyklardan we öýjük kapillýarlaryndan üzňe (izolirlenen) damja akymy görnüşinde hereket edýär ("ýerasty ýagyş"). Siňýän suwuň uly mukdarynda aşak gönükdirilen akym öýjükleri we jaýryklary dolduryp, tutuşlaýyn gidrawliki gurşawy emele getirýär. Bu gurşawda suwuň hereketi gidrastatik dyňzawyň täsirinden filtrasiýa (süzülme) görnüşinde bolýar, süzülme akymynyň gury jynslar bilen araçäginde bolsa, soruş kapillýar güýçleri täsir edýär (olaryň ululygy  $h_k$  kapillýar ýokary galmanyň  $H_k$  ýarysyna deň diýip kabul edilýär:  $h_k = 0.5 H_k$ ). Süzülme akymynyň bu hereketine **adaty siňme (normal infiltrasiýa)** diýilýär. Suwuň bu hereketi Dersiniň kanunyna boýun egýär.

Howaly zolak-suwuň dürli görnüşlerini özünde jemleýän köp fazaly (düzümli) ulgamdyr. Teýgumynyň gaty zireleri bilen suwuň arasynda çylşyrymly täsir bolup geçýär. Onuň netijesinde gaty zire-suw, howa-suw araçäklerde dürli häsiýetli we ululykly güýçler (kapillýar, sorbsion, osmatik we ş.m) döreýärler. Olar agram güýjünden agdyklyk edýärler. Eger çygyň we ondaky ergin maddalaryň jemlenen ýylylyk, elektrik, magnit we grawitasion meýdanlaryň gradiýentleriniň täsirindedigini göz önünde tutsaň, onda howaly zolakda çygyň hereketine täsir edýän güýçleri hasaba almaklygyň çylşyrymlydygy düşnükli bolar.

Howaly zolakda çygyň hereket prosesi (grawitasion, molekulýar, kapillýar, güýçleriň täsriden erkin we molekullýar çygyň göçürilmegi) **çyg göçürme** diýip atlandyrylýar. Çyg göçürme tizligi položitel ( $V_z > 0$ ) bolanda howaly zolakda çyg ýokary hereket edýär (bugarma), tizlik otrisatel ( $V_z < 0$ ) bolanda - aşak hereket edýär (siňme). Eger tizlik  $V_z = 0$  bolanda çyg akymy ýokdur (ýagny çygyň deň ýaýran ýagdaýy).

Howaly zolakda çyg göçürme meseleleri çözlende differensial deňlemeler ulanylýar, EHM ulanylsa hes hem netijeli bolar.

### ***Doýgun zolakda ýerasty suwlaryň hereketi***

Doýgun zolakda ön seredilen suwlaryň ähli görnüşleri duşýarlar. Emma bu ýerde esasy öwrenilýäni grawitasion (erkin) we gowşak bagly (örtük) suwlarydyr.

Grawitasion suw akymyň iki tertibi bilen häsiýetlendirilýär - çylgymlaýyn (laminar) we turbulent, örtük suwlary bir tertiplidir (şepbeşik-süýgeşik).

**Çylgymlaýyn (laminar) hereketde** - suw üznüksiz haýal tizlikli bir-birine parallel köwlenmän akýan akym görnüşinde hereket edýär.

**Turbulent hereketde** - suw uly tizlikli köwlenip - garylyp hereket edýär.

Tebigy şertlerde öýjükli we jaýrykly gurşawda suwuň hereketi laminar (çylgymlaýyn) häsiýetlidir. Diňe iri boşluklarda we jaýryklarda hem-de inžener desgalaryň depginli täsirli meýdançalarynda (guýulardan suw soruşda) ýerasty suwlaryň hereketi laminar häsiýetden turbulent häsiýete geçýär. Akymyň tertibiniň iki görnüşiniň (çylgymlaýyn we turbulent) bar bolan geçiş ýerleriň hem bolmagy mümkindir.

Akymyň şepbeşik-süýgeşik tertibi örtük suwlaryň hereketi üçin mahsusdyr. Bu hereketiň ýüze çykmagy üçin suw bilen jynslaryň (ownuk dagynyk gurşawda) özara täsirinden döreýän molekulýar dartys güýçlerden üstün çykylmalydyr.

Doly doýgun jynslarda suwuň hereket prosesine **süzülme (filtrasiya)** prosesi diýilýär. Süzülme diýlip erkin (grawitasion) we gowşak bagly (örtük) suwlaryň howaly zolakdaky hereketine düşünilýär. Dag jynslarda ýerasty suwlaryň çylgymlaýyn hereketi 1856 ýylda eksperimental usul bilen fransuz alymy A.Darsi tarapyndan açylan süzülmäniň çyzykly kanunyna boýun egýär.

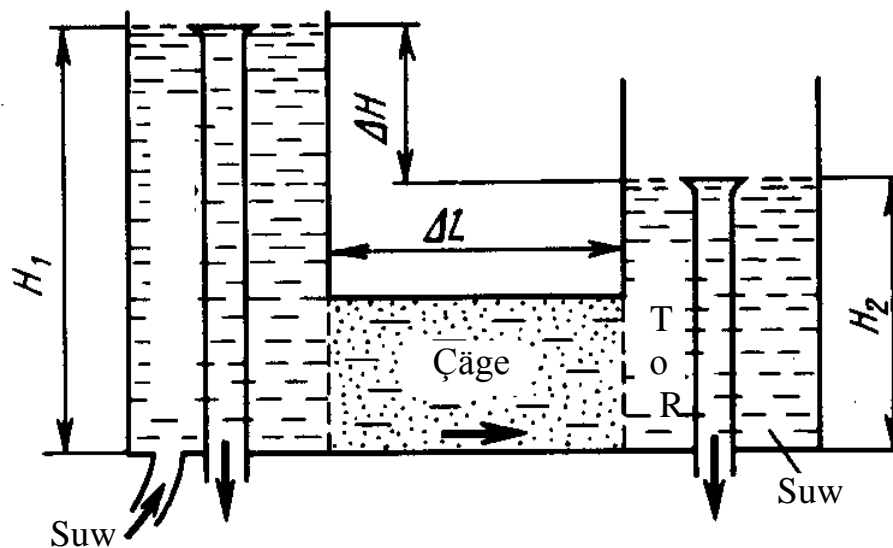
## **6.2. Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanuny (Darsiniň kanuny)**

Bu kanun çäge süzgüçlerden suwuň süzülişiniň köp sanly synaglarynyň esasynda açyldy. Darsiniň synagynyň çyzgydy 16-njy suratda görkezilýär. Bu çyzgytdan görnüşi ýaly synag geçirilende çägeden doldurylan (çäge süzgüji) turbajygyň girelgesinde we çykalgasynda suwuň hemişelik derejeleri  $H_1$  we  $H_2$  saklanylýar. Synagyň manysy çäge süzgüjinden süzülýän suwuň harjynyň derejeleriň tapawudyna ( $\Delta H = H_1 - H_2$ ) we süzgüjiň ölçeglerine (onuň uzynlygyna  $\Delta L$  we kese kesiginiň meýdanyna  $F$ ) baglylygyny kesgitlemekden ybaratdyr.

Synagyň netijesinde wagat birliginde süzgüçden süzülýän suwuň mukdarynyň  $Q$  meýdanyň kesimine  $F$ , dereje tapawudyna  $\Delta H$  (onuň täsirinden süzülme bolup geçýär) göni proporsionallygy we süzülme ýoluna  $\Delta L$  ters proporsionallygy kesgitlendi:

$$Q = K \cdot F \cdot (H_1 - H_2) / \Delta L = K \cdot F \cdot \Delta H / \Delta L \quad (1),$$

bu ýerde  $K$  - süzülme koeffisienti diýip atlandyrylan jynslaryň we süzülýän suwuklygyň fiziki häsiýetlerine bagly hemişelik proporsionallýk koeffisienti;  $H_1 - H_2 / \Delta L = \Delta H / \Delta L$  - gatnaşygy süzülme ýolunda dereje üýtgeşini görkezýän **dyňzaw ýa-da gidrawliki gradiýent** :  $I = \Delta H / \Delta L$ .



16-njy surat. Darsiniň tejribesiniň çyzgysy

(1) deňlemäniň iki tarapyny hem kesimiň meýdanyna  $F$  bölüp,  $Q/F = V$  - süzülme tizligi düşünjäni ulanyp, Darsiniň kanunynyň başga aňlatmasyny alýarys:

$$V = K \cdot \Delta H / \Delta L = K \cdot I \quad (2).$$

(2) ülnew süzülme tizliginiň  $V$  dyňzaw gradiýentine  $I$  çyzykly baglylygyny görkezýär. Şonuň üçin Darsiniň kanuny çyzykly süzülme kanuny diýip atlandyrylýar.

Çyzykly süzülme kanunynda süzülme tizligi dyňzaw gradiýentiniň ýa-da akymyň ýapgytlylygynyň birinji derejesine proporsionaldyr.

### ***A.Darsiniň kanunynyň ulanyş çäkleri***

Darsiniň kanuny tebigy şertlerde giň ýaýran ýerasty suwlaryň çylgymlaýyn hereketi üçin adalatlydyr. Şonuň üçin oňa ýerasty suwlaryň hereketiniň esasy kanuny diýilýär. Emma Darsiniň kanunynyň ulanyş çäkleri (aşaky we ýokarky) bardyr.

Soňky ýyllarda köp alymlar süzülme tizliginiň we dyňzaw gradiýentiniň örän kiçi bahalarynda Darsiniň çyzykly süzülme kanunynyň bozulýandygyny belleýärler. Bu ýagdaý subkapillýar öýjükli we köp mukdarly fiziki bagly suwly

gowşak suw süzdüriji toýunsow jynslarda döreyär. Olarda dyňzaw gradiýenti bar hem bolsa, suw süzülmeýär. Bu şertde süzülme bolup geçer ýaly dyňzaw gradiýenti belli bir ululyga çenli  $I_0$  artdyrylýar. Dyňzaw gradiýenti artdyrylyp  $I_{kr} = 4/3 I_0$  ýetirgende toýunsow jynslarda suwuň süzülmesi Darsiniň kanunyna gabat gelýär. Emma Darsiniň kanunynyň ulanylyşynyň aşaky çäginin takyk bahasy belli däldir.

Erkin suw hereket edende sürtülme we inersiýa güýçleri görýärler. Emma olaryň ululyklarynyň örän ujypsyzlygy sebäpli hasaba alynmaýar.

Şeýlelikde, Darsiniň kanunynyň ulanylyşynyň aşaky çägi grawitasion (erkin) suw üçin ýokdur.

Darsiniň kanunynyň ulanylyşynyň ýokarky çägi ýokary süzdürijilikli jynslarda we süzilmäniň uly tizliklerinde grawitasion suwlaryň hereketinde döreyän inersion we pulsirleýji güýçleriň döremegi bilen baglydyr. Bu çäk süzilmäniň aňrybaş (kritiki) tizligi bilen baglansyklydyr. Bu tizlige ýetilende süzülme tizligi bilen dyňzaw gradiýentiniň göni proporsionallygy bozulýar. Süzilmäniň aňrybaş tizligi  $V_{kr}$  N.N.Powlowskiniň ülnewi bilen kesgitlenýär:

$$V_{kr} = (0,75n + 0,23) (v/d_e) \cdot R_{e\ kr} ,$$

bu ýerde  $n$  - öýjüklilik, birliginiň uluşinde;

$v$  - şepbeşikligiň kinematik koeffisiýenti,  $m^2/s$ ;

$d_e$  - zireleriň effektiw diametri, mm;

$R_{e\ kr}$  - Reýnoldsyň sany (aňrybaş tizlikde eksperimental maglumatlara görä  $R_{e\ kr} = 7,5-9$ ).

Daşky güýjüň täsirinden suwuklygyň akmaga garşylyk görkezmek ukybyna **şepbeşiklik** diýilýär. Ol dinamik we kinematik şepbeşiklik koeffisientleri bilen häsiýetlendirilýär.

Tizlik gradiýenti bire deň bolanda suwuklygyň hereket edýän iki gatlagynyň galtaşma üstüniň birligine düşýän içki sürtülme güýçlerine **dinamik şepbeşiklik koeffisienti** ( $\mu$ ) diýilýär. Onuň ölçegi -  $Pa \cdot s$ .

Suwuklygyň şepbeşikliginiň dinamiki koeffisiýentiniň suwuklygyň dykyzlygyna bolan gatnaşygyna **kinematik şepbeşiklik koeffisiýenti** ( $v$ ) diýilýär. Onuň ölçegi -  $m^2/s$ .

G.N. Kamenskiniň maglumatlaryna görä ýerasty suwlaryň hereketiniň hakyky tizliginiň  $1000m/g$ -g ýetýän bahalarynda Darsiniň kanuny ulanylýar.  $1000m/g$ -g geçýän tizlik örän seýrek duşýar we gowakly, uly jaýrykly, iri bölekli suwly dag jynslara mahsusdyr. Olarda turbulent hereket ýüze çykýar. Turbulent hereketli suwlarda Şezi-Krasnopolskiniň çyzyksyz süzülme kanuny ulanylýar.

$$Q = K \cdot (\Delta H / \Delta L)^{1/2} \cdot F = K \cdot \sqrt{I} \cdot F$$

A.A.Krasnopolskiniň çyzyksyz süzülme kanuny tizligiň üsti bilen aňladylýar:

$$V = K \sqrt{I}.$$

### 6.3. Süzülme koeffisiýenti we onuň kesgitleniş usullary

Dag jynslaryň we suwly gatlaklaryň esasy süzülme görkezijilerine süzülme koeffisiýenti hem-de syzyş, suwgeçiriş, derejegeçiriş we pýezogeçiriş koeffisiýentleri degişlidirler.

Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanunyna (Darsiniň kanunyna) laýyklykda:  $V=k \cdot I$ , ýagny süzülme koeffisiýenti dyňzaw gradiýenti bire deň bolanda  $I=1$ , süzülme tizligidir  $V$ . Bu koeffisiýentiň ululygy esasan öýjükleriň geometriýasy, ýagny olaryň ölçegleri we durky (sypaty) bilen kesgitlenýär. Süzülme koeffisiýentiň ululygyna süzülýän suwuklygyň gidrodinamik häsiýetleri (dykyzlygy we şepbeşikligi), öýjük giňişliginiň sturkturasy, jynslaryň mineral düzümi, duzlulyk derejesi we ş.m. täsir edýärler. Suwuň şepbeşikligi temperatura baglydyr. Şonuň üçin dürli temperaturada kesgitlenen süzülme koeffisiýentleriň bahalaryny deňeşdirmek üçin düzediş temperatura koeffisiýentin girizip, bir temperatura  $10^{\circ}\text{C}$  getirýärler:  $K_{10} = K / (0.7 + 0.03t^{\circ}\text{C})$ , bu ýerde  $t^{\circ}\text{C}$  - süzülme koeffisiýenti kesgitlenen temperatura.

Süzülme koeffisiýentiň ölçeg birligi  $1\text{m/g-g}$  (SI ulgamynda -  $\text{m/s}$ ) diýip kabul edilýär.

Süzülme tizligi  $V = Q/F$  ülnewde (çylgymlaýyn akymda) jynsdaky suwuň hakyky tizligine gabat gelmeýär. Sebäbi ülnewe girýän  $F$  süzülýän jynsyň ähli kesimini aňladýar, emma suw diňe öýjükleriň we jaýryklaryň meýdanyna deň bolan kesimden akyp geçýär. Şonuň üçin bu ýerde  $K$  hyýaly süzülme koeffisiýentidir. Suwuň hakyky tizligini kesgitlemek üçin jynslaryň öýjüklerini hasaba alýarlar:

$$V_h = Q/F \cdot n \text{ ýa-da } V_h = V/n,$$

bu ýerde  $n$ -jynslaryň öýjükliligi, birligiň ülüşinde. Bu ülnewler açyk öýjükli çägesow we iribölek jynslar üçin ulanmaga degişlidir, sebäbi olarda suw erkin hereket edip bilýär. Toýunsow jynslarda öýjükleriň bir bölegi ýapykdyr we suw diňe açyk öýjüklerde hereket edýär. Şonuň üçin ülnewe  $n$  derek  $n_{\text{akt}}$  (aktiw - işjeň öýjüklilik) girizilýär:

$$n_{\text{akt}} = n \cdot W_{\text{m.m.s}} \cdot \rho_s,$$

bu ýerde  $W_{\text{m.m.s}}$  - aňrybaş (maksimal) molekulýar suw sygymy (birligiň ülüşinde);  
 $\rho_s$  - jynslaryň zire dykyzlygy.

#### ***Süzülme koeffisiýentiniň kesgitleniş usullary***

Gidrogeologiýada ulanylýan ähli ülnewlere süzülme koeffisiýenti girýär. Şonuň üçin onuň ululygyny hasabyň takyklygyna görä hasaplamak zerurdyr.

Süzülme koeffisiýentiň ululygyna takmyn baha bermek üçin **tablisalar boýunça** (5-nji tablisa) maglumatlary ulanyp bolar.

Süzülme koeffisiýentiniň ululyklarynyň has esaslandyrylan bahalaryny **hasaplaýyş, tejribe (labarator) we meýdan usullary** boýunça kesgitläp bolar.

**Hasaplaýyş usuly** bilen süzülme koeffisiýentiniň bahalary diňe çägesow we çagylyly jynslar üçin kesgitlenýär. Bu usul golaýlaşdyrylan usul bolup, barlaglaryň başky tapgyrlarynda ulanmaklygy teklipl edilýär. Bu usulda süzülme koeffisiýenti

bilen jynslaryň zire düzümini baglaşdyrýan ülnewler ulanylýar. Meselem:  $K=1500 \cdot d_e^2$ , bu ýerde  $d_e$  ( $d_{10}$ )- täsir ediş diametri, mm.

5-nji tablisa

Dag jynslarynyň ady	Süzülme koeffisiýenti K, m/g.-g.
Çagyllar	200-100
Daşly çäge	100-50
Iri çäge	50-15
Aram möçberi çäge	15-5
Ownuk çäge	5-1
Kirşenli çäge	1-0,5
Gumbaýrak	0,5-0,1
Topurlar	0,1-0,001
Toýunlar	<0,001

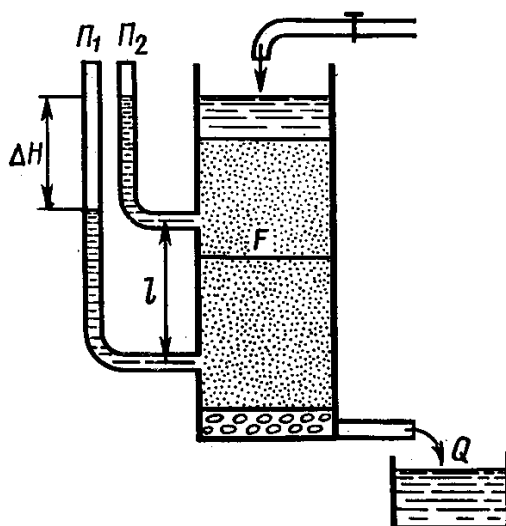
**Tejribe (laborator) usullar** dyňzaw gradiýentiniň dürli bahalarynda jynslaryň nusgalygynyň üstünden geçýän suwuň tizligini kesgitlemäge esaslanandyr. Silindr gaba barlanýan jynsy ýerleşdirýärler. Onuň üstünden käbir dyňzawda suwy süzdürýärler. Synag wagty süzülyän suwuň harjyny, wagtyny we dyňzaw gradiýentiniň ululygyny ölçeýärler. Nusgalygyň kesimini F bilip, harjy Q we gradiýenti I kesgitlep, süzülme koeffisiýentini tapýarys:

$$V = Q/F; \quad K = V \cdot I.$$

Süzülme koeffisiýentini tejribe usuly bilen kesgitlemek üçin dürli gurallar hödürlenendir (Tim-Kamenskiniň guraly, SPESGEO turbajygy, F-1M guraly we ş.m.) (17-nji surat).

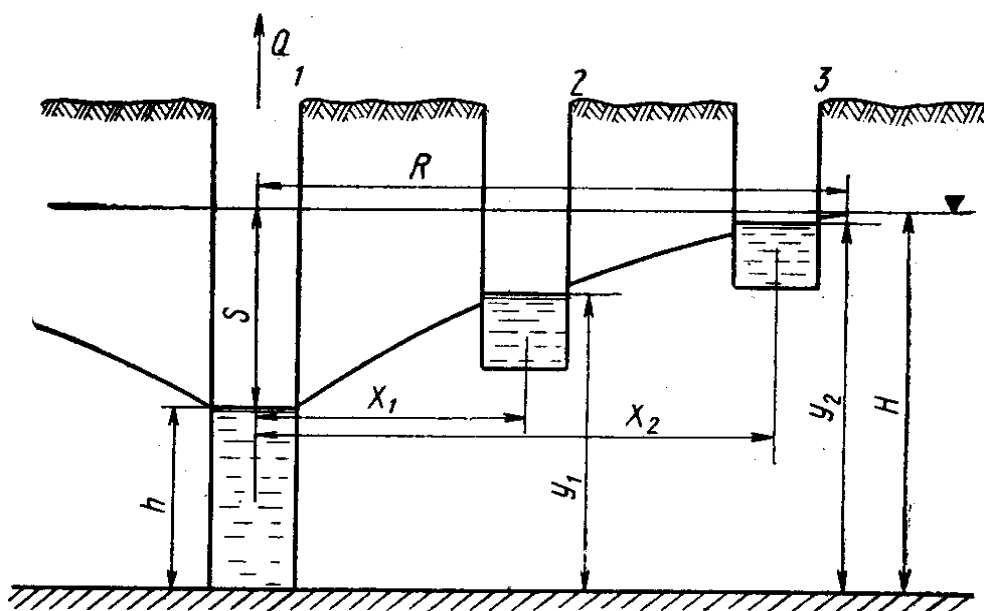
Tejribe usullaryň ýönekeýlegi we arzanlygy süzülme koeffisiýentini köpçülikleýin kesgitlemek üçin ulanmaga mümkinçilik berýär.

**Meýdan usullary** süzülme koeffisiýentini jynslaryň tebigy ýatýş şertlerinde we ýerasty suw çalyşygynda kesgitlemäge mümkinçilik berýär, şeýlelikde has takyk netijeleri almaklyk üpjün edilýär. Ýöne meýdan usullary tejribe (laborator) usulary bilen deňeşdirilende has köp zähmeti talap edýär we bahasy gymmatdyr.



17-nji surat. Çägeleriň süzülme koeffisiýentini kesgitleýän guralyň çyzgysy

Doýgun zolakda suwly jynslaryň süzülme koeffisiýenti guýulardan suwsoruş bilen kesgitleýär.



18-nji surat. Meýdan şertlerinde suwsoruş bilen süzülme koeffisiýentiniň kesgitlenişi  
1 – suw sordurylýan tejribe guýusy; 2, 3 – gözegçilik guýulary

Gury jynslaryň (howaly zolakda) süzülme koeffisiýenti barlag çukurlaryna suw guýmak usuly bilen kesgitleýär (A.K.Boldyrewiň, N.S.Nesterowyň usullary).

Suwsoruş ýeke-täk guýuda ýa-da synag şahasyndan amala aşyrylýar. Synag şahasynda merkezi guýy synag guýysy hökmünde, beýleki guýular bolsa gözegçilik guýulary hökmünde (olarda suwuň derejesi ölçenýär) ulanylýar (18-nji surat).

Guýudan sordurylýan suwuň mukdary  $Q$  suwuň derejesiniň belli bir peselişinde  $S$  jynslaryň süzülme koeffisiýentine we ýaýraýan aralygynda  $R$  baglydyr. Bu usul bilen kesgitlenen  $K$  barlanýan gatlak üçin ortalasdyrylan bahadyr.

Hasaplamak üçin aşakdaky ülnew ulanylyar:

$$K = Q \cdot 1/\pi \cdot (\ln x_2 - \ln x_1) / (y_2^2 - y_1^2),$$

bu ýerde  $Q$  - sordurylýan suwuň harjy,  $m^3/g-g$ ;

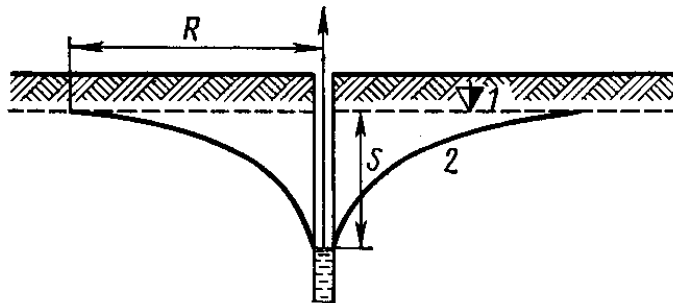
$x_1$  we  $x_2$  - gözegçilik guýulardan synag guýysyna çenli aralyk,  $m$ ;

$y_1$  we  $y_2$  - gözegçilik guýularynda suwuň derejesi,  $m$ .

#### 6.4. Suwalgyçlara akyp geljek suwy öňünden hasaplamak

##### *Peseliş oýtумы we täsir ediş radiusy barada düşünje*

Guýularda suw sordurylanda suwuň jynslaryň zirelerine sürtülme netijesinde derejäniň peseliş oýtумы emele gelýär (19-njy surat).



19-njy surat. Suwpeseliş oýtумы

1 – teýgum suwuň derejesi; 2 – depression (suwpeseliş) egrisi;

$S$  – suwsoruşda guýda suwpeseliş;  $R$  – suwpeseliş oýtумыnyň radiusy

Bu oýtum üstünden seredilende tegelege golaý şekilli, dik kesimde bolsa egri çyzyk görnüşlidir (egriligi guýa golaýlaşdygyça artýar). Bu oýtумыň döremegi suw akymynyň tebigy ugrunyň bozulmagyna we teýgum akymynyň tygasynyň üýtgemegine getirýär. Ony suwsoruşdan öň we soň gurlan gidrozogipsleri deňeşdirip bilip bolýar.

Peseliş oýtумыň çäklerini bilmek jynslaryň süzülme häsiýetlerine baha berlende, gorag guşaklarynyň sanitariýa çäkleri kesgitlenende, suw üpjünçiliginiň çeşmesiniň hapalanyşynyň sebäpleri kesgitlenende we ş.m. uly ähmiýete eýedir.

Peseliş oýtумыň radiusyna **täsir ediş radiusy ( $R$ )** diýilýär. Peseliş oýtумыň ölçegleri (degişlilikde  $R$ ), hem-de oýtum egri çyzygyň egriligi jynslaryň suwsüzdürijiligine baglydyr. Gowy süzdüriji çagyla we çägä (suwuň zirelere sürtülmesi az) uly radiusly giň oýtum häsiýetlidir, gowşak suwsüzdüriji topurlara uly bolmadyk radiusly kiçi oýtumlar häsiýetlidir.

Peseliş oýtумыň ölçeglerine we sypatyna suwly gorizontyň iýmitleniş şertleri, ýanaşyk suwly gorizontlar we ýerüsti suwlar bilen baglanyşygy, suwsoruşyň depgini we dowamlylygy we ş.m. täsir edýär.



Amaly hasaplarda täsir ediş radiusy adatyça golaýlaşan ülnewleriň üsti bilen tapylýar. Meselem, dyňzawsyz suwly gatlaklarda durnuklaşan süzülmede Kusakiniň ülnewi:

$$R = 2S \sqrt{H \cdot K},$$

dyňzawly suwlarda bolsa Zihardtyň ülnewi: —

$$R = 10S \sqrt{K}$$

ulanylýar. Bu ýerde S - suwuň derejesiniň peselişi, m;

H - dyňzawsyz gatlagyň galyňlygy, m; K- süzülme koeffisiýenti, m/g-g.

Tasir ediş radiusyň takmynan ululyklaryny işleýän suwalgyçlaryň meňzeşligi boýunça ýa-da jedwellerden kesgitläp bolar. Täsir ediş radiusyň has ynamly bahalary synag suwsoruş işleriň netijesinde kegitlenýär.

### ***Suwalgyçlaryň görnüşleri***

Ýerasty suwlary almaga niýetlenen inžener desgalara **suwalgyçlar** diýilýär. Suwalgyçlar dürli maksatlar (suwüpjünçiligi, ekerançylyk, suwpeseldiş, şypa, senagat, termal suwlary ulanmak) üçin ulanylýar.

Suwalgyçlar düzgüt aýratynlygyna görä üç topara bölünýär: **dik ýa-da wertikal** (guýular, çukurlar), **kese ýa-da gorizontal** (aýyk ganawlar, kese guýular) we **kombinirlenen suwalgyçlar**.

Teýgum suwlary alyan suwlagyçlara **teýgum suwalgyçlary**, dyňzawly suwlary alyanlara - **artezian suwalgyçlary** diýilýär.

Suwalgyçlaryň suwly gorizontlary açyşyna görä **kämil** we **kämil däl suwalgyçlara** bölünýärler. Kämil suwalgyçlar suwly gorizonty doly galyňlygynda açýar, suw guýulara ähli galyňlyk boýunça akyp gelýär. Kämil däl suwalgyçlar suwly gorizontyň galyňlygynyň diňe belli bir bölegini açýar, şonuň üçin guýulara suw diňe açylan bölekden (gapdal diwarlaryndan, düýpden) gelýär.

Suwalgyçlar ýerleşiş boýunça **ýeketäk** ýa-da **özara täsirli** bolýarlar. Ýeketäk suwalgyçlar başga suwalgyçlaryň täsirini duýmaýarlar. Özara täsirli suwalgyçlar bolsa, bir-birine täsir edýärler. Olar ýerleşiş çyzgydyna görä erkin, bir ugurly, halkalaýyn, inedördil ýa-da göniburçly tor boýunça ýerleşen suwalgyçlara bölünýärler.

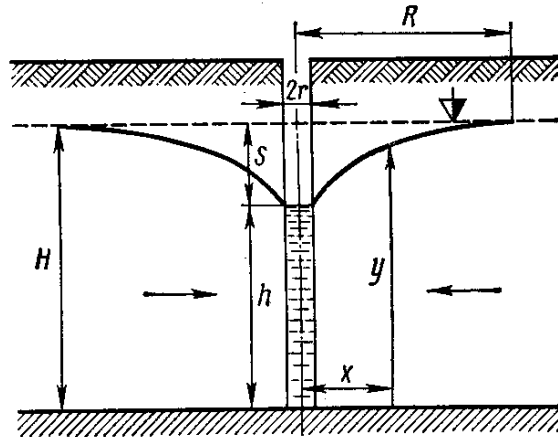
Suwalgyçlardan wagt birliginde alynýan suwuň mukdaryna **suwalgyjyň çykymy (Q)** diýilýär. Onuň ölçeg birligi l/s, m<sup>3</sup>/sag, m<sup>3</sup>/g-g. Guýularyň hasaplama çykymyny suwly gatlagyň kysymyna (dyňzawly ýa-da dyňzawsyz), guýynyň kämilligine (kämil ýa-da kämil däl), guýularyň özara täsirliligine görä ülnewler boýunça kesgitelýärler.

Suwly gatlaklar açylanda guýulardaky ilki başdaky derejä ýerasty suwlaryň **tebigy ýa-da statik derejesi**, suwsoruşyň netijesinde peselen derejä bolsa, **yrga ýa-da dinamik dereje** diýilýär.

Eger guýuda suwsoruş geçirilende alynýan suwuň öwezi üznüksiz dolýan bolsa, onda guýy **durnuklaşan süzülme** şertlerinde işleýär diýip hasaplap bolar.

### *Suwalgyçlara suwuň syzyp gelişiniň hasaplary*

**Kämil guýularyň çykymy.** Dyňzawsyz suwly gatlaklarda kämil guýa syzyp geljek suwuň mukdary Dýupýuniň ülnewi bilen kesgitlenýär (20-nji surat):



20-nji surat. Kämil guýa dyňzawsyz suwuň syzyp gelişi  
 $H$  – suwly gatlagyň galyňlygy;  $R$  – suwpeseliş oýtумыň radiusy;  $S$  – suwsoruşda suwpeseliş;  $h$  – guýuda suw sütüniniň peselmedik beýikligi

$$Q = \pi K (H^2 - h^2) / (\ln R - \ln r)$$

$\pi$  san bahasyny goýup we natural logarifmden onluk logarifme geçip alýarys:

$$Q = 1.366K \cdot (H^2 - h^2) / (\lg R - \lg r)$$

$$\text{eger } H - h = S, \text{ onda } Q = 1.366K (2H - S) S / (\lg R - \lg r)$$

bu ýerde  $H$  - dyňzawsyz suwly gatlagyň galyňlygy, m;

$R$  - oýtумыň (täsirediş) radiusy, m;

$S$  - suwsoruşda dereje peselme, m.

Eger-de guýy ýerüsti suwlaryna (derýa, köle) golaý ýerleşen bolsa, onda ýeke-täk dyňzawsyz guýynyň çykymy Forhgeýmeriň ülnewi bilen kesgitlenýär:

$$Q = \pi K (H^2 - h^2) / (\ln 2a - \ln r)$$

bu ýerde  $a$  - guýy bilen derýanyň aralygy, m.

Derýada suwuň derejesiniň üýtgeýşini hasaba almasaň, onda bu ýagdaýda derýa bilen aralyk we ondaky suwuň derejesi hemişelikdiginde süzülme akymyny durnuklaşan (wagta bagly däl) diýip hasaplap bolar.

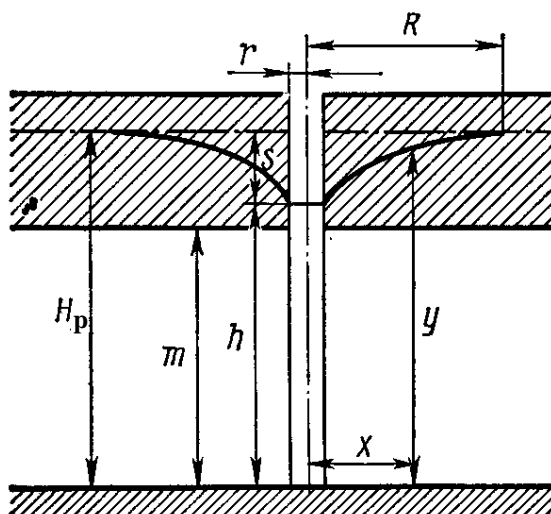
Dýupýuniň ülnewi  $H$  y bahasyna,  $R$  x çalşyp, oýtum egrisiniň deňlemesi hökmünde ulanyp bolýar:

$$y^2 - h^2 = (Q/\pi K) \cdot \ln x/r$$

Dyňzaw suwly gatlaklarda kämil guýa syzyp gelýän suwuň mukdary aşkdaky ülnewler bilen kesgitlenýär (21-nji surat):

$$Q = 2\pi K m (H_p - h) / (\ln R - \ln r) \quad \text{ýa-da} \quad Q = 2.73 K \cdot m \cdot S / (\lg R - \lg r),$$

bu ýerde  $H_p - h = S$



21-nji surat. Kämil guýa dyňzawly suwuň syzyp gelişi  
 $m$  – dyňzaw suwly gatlagyň galyňlygy;  $H_p$  – pýezometrik dyňzawyň beýikligi

Depginli suwsoruşda yrga (dinamik) dereje suwabent gatlagyň üçeginden pese düşýär. Bu ýagdaýda guýy teýgum - artezion guýusy diýip atlandyrylýar. Bu hili suwalgyçlaryň çykymy şu ülnew bilen hasaplanýar:

$$Q = 1.366 K [(2H_p - m) \cdot m - h^2] / (\lg R - \lg r)$$

Nazary nukdaýdan seredilende guýynyň çykymy suwly gatlak doly guradylanda in ýokary ululyga ýetmeli ( $S = H$  ýa-da  $S = H_p$ ). Emma iş ýüzünde bu ýagdaýa ýetirmek mümkin däl, sebäbi suw sorujy nasos suwuň içinde ýerleşmelidir.

Şonuň üçin suwuň peseliş derejesi ýol bererli çäkden ( $S_{y.b}$ ) pese düşmeli däl, ýagny  $S \leq S_{y.b}$ . İş ýüzünde suw soruşlarda  $S=2-15m$ , seýrek ýagdaýda ondan artdyrylýar. Ähli ýagdaýlarda suwuň derejesiniň peselişi suwly gatlagyň doly galyňlygynyň 0.5-0.75 bahasyndan geçmeli däl.

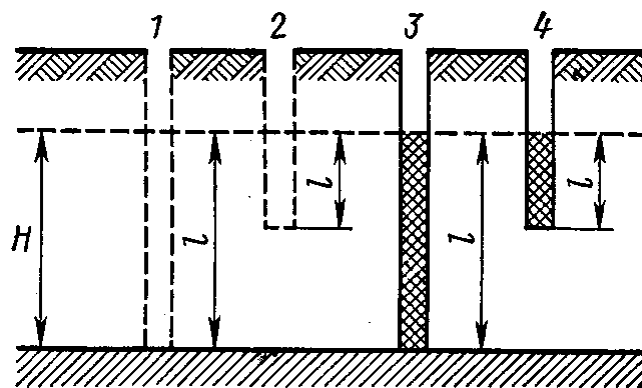
**Kämil däl guýularyň çykymy.** Kämil däl guýularda kämil dälligiň iki görnüşi bar: 1) açyş derejesine görä; 2) suwly gatlagy açyş häsiýetine görä (22-nji surat). Birinji görnüş guýynyň işçi böleginiň uzynlygy ( $l$ ) bilen suwly gatlagyň galyňlygynyň ( $H$  ýa-da  $m$ ) gatnaşygyna baglydyr. Kämil däl guýularda  $l$  elmydama  $H$ -dan ýa-da  $m$ -den kiçidir. Kämil dälligiň ikinji görnüşi süzgüjiň düzgüdine (süzgüçdäki deşikleriň diametri, olaryň 1m-däki sany we ş.m.) baglydyr.

Kämil dälligiň iki görnüşi hem goşmaça süzülme garşylygyny (kämil guýy bilen deňeşdirilende) döredýär, şonuň üçin kämil däl guýynyň çykymy deň şertlerdäki kämil guýynyňkydan azdyr. Kämil däl guýularyň çykymy aşakdaky ülnewler bilen hasaplanýar:

a) dyňzawsyz suwlarda:  $Q = 1.366 K (2H - S)S / (\lg R - \lg r + 0.217\zeta)$

b) dyňzawly suwlar üçin:  $Q = 2.73 K \cdot m \cdot S / (\lg R - \lg r + 0.217\zeta)$

bu ýerde  $\zeta$  - goşmaça süzülme garşylygynyň görkezijisi.



22-nji surat. Kämilligine görä guýularyň kysymlary

1 – kämil; 2 – açylyş derejesine görä kämil däl; 3 – açylyş häsiýetine görä kämil däl;  
4 – açylyş derejesine we häsiýetine görä kämil däl

Bu goşmaça süzülme garşylygy l/m we m/r gatnaşyklara görä N.N.Weriginiň jedweli boýunça kabul edilýär.

### ***Drenaž desgalaryň esasy kysymlary***

Obýektleri suwbasmadan goramakda hem-de ýerasty suwlaryň derejesini bellenen çuňluga çenli peseltmekde ýerasty suw akymalaryny tutup almak üçin niýetlenen emeli desgalara **drenaž desgalary** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň peseldilen derejesinden ýeriň ýüzüne çenli aralyga **çalykdyrmanyň kadasy** diýilýär.

Raýat we senagat gurluşygynda, oba hojalyk ýerleriň meliorasiýasynda bu kada 3-5m-den geçmeýär.

Gurluşyk beýleki görnüşlerinde (peýdaly gazma baýlyklaryň özleşdirilişinde, gidrotehniki gurluşykda) çalykdyrma kadasy aýratynlykda bellenýär.

Drenaž desgalary maksadyna we niýetlenişine görä **kese (gorizontal), dik (wertikal) we utgaşdyrylan (kombinirlenen) drenažlara** bölünýärler.

Kese drenažlar (alaka, ganaw, turba, galareýa we ş.m. drenažlar) **açyk we ýapyk** görnüşli bolýarlar. Olar ýerasty suwlaryň çuňlugy uly bolmadyk ýagdaýlarda ulanylýar. Eger-de suwuň derejesini has uly çuňluga düşürmeli bolanda dik (wertikal) drenaž (guýular) ulanylýar. Gatlakly toplumlarda hem-de birnäçe suwly gorizontlarda suwuň derejesi peseldilende utgaşdyrylan (kombinirlenen) drenažlar (meselem, ştrekler we dik guýular) ulanylýar.

Drenaž desgalary hem suwly gorizontlaryň açylyşyna görä **kämil we kämil däl drenažlara** bölünýärler.

Drenaž desgalary bir çyzykda ýerleşdirilen bolsa, onda olara **bir ugurlaýyn drenaž** diýilýär. Bu ulgamlar suw aýyrtan gelýän akymy tutup alsa, oňa - **baş drenaž**, derýa tarapdan gelýän akymy tutsa, onda - **kenar drenažy** diýip atlandyrylýar. Eger drenaž desgalary çalykdyrlyýan meýdançanyň gyra çägi boýunça ýerleşdirilen bolsa oňa **halkalaýyn drenaž** diýilýär.

Eger-de drenaž çalykdrylýan meýdanyň çäginde meýdanlaýyn ýerleşdirilen bolsa, onda olara **ulgamlaýyn drenaž** diýilýär.

Drenaž desgalaryň hasaplamalaryň maksady zeýkeşlere syzyp geljek suwuň mukdaryny kesgitlemekden, oýtумыň egri çyzygyny gurmakdan we drenažlaryň has amatly kysymlaryny we çyzgytlaryny esaslandyrmakdan ybaratdyr. Bu hasaplamalaryň beýanlary W.M.Şestakowyň (1965), D.M.Kasyň we W.M.Şestakowyň (1981), I.Ýe.Žernowyň (1982) we başgalaryň işlerinde berilýär. Suwalgyçlaryň ähli hasaplamalaryny drenaž desgalary üçin hem ulanyp bolar. Çylşyrymly gidrogeologik şertler üçin hasaplamalar modelirlemek usuly bilen ýerine ýetirilse, has maksada laýyk bolar.

### III. Teýgum öwreniş ylymynyň esaslary

#### 7. Teýgumlaryň madda düzümi. Teýgumlaryň strukturasy we teksturasy hakda düşünje. Teýgumlaryň zire düzümi

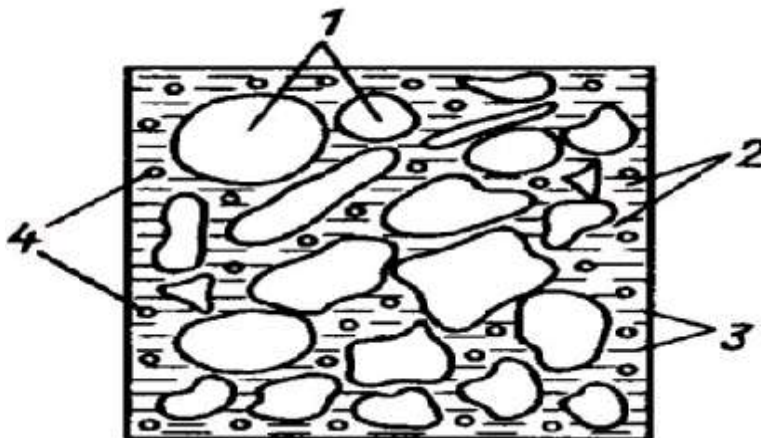
##### 7.1. Teýgumlaryň madda düzümi

**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 önünde 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 bölekleyin 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.



23-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, bu jisimler giňişleýin seredilmäge mynasypdyrlar.

### ***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, seplesikleri 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 seplesdiriji güýçleriň esasynda dört topara bölünýärler: ilkinji silikatlar, adaty duzlar, toýun minerallary we organiki madda.

### **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 döreyän 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 düzülendir. 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.

### **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 ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$ ), glauber duzy ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ), natriniň karbonaty we gidrokarbonaty ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ) we beýlekiler degişlidirler.

Bu duzlar durnuksyzdyrlar we umuman, zyýanly häsiýetlere eýedirler, mysal üçin, binýadyň sementini, armaturasyny, ýere gömlen 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 in adaty görnüşleri kalsiniň sulfaty-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 jägeje, 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.

### **Toýun minerallary**

Bu topara toýunsow jynslaryň in 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, çäga az mukdarda toýun minerallaryny goşsaňam, onuň häsiýeti düýpgöter üýtgeýär.

Düzümi, gurluşy boýunça toýun minerallary 3 topara: kaolinitlere, gidroslyudalylara we montmorillonitlere bölünýärler. Montmorillonit topary (montmorillonit, beýdellit, bentonit) ýokary süýgeşikligi, suwy köp mukdarda özüne çekip, çişip bilýänligi bilen bellidir. Kaolinitleriň (kaolinit, nontronit, nakrit) süýgeşikligi pes, olar suwda çişmeýärler. Gidroslyuda toparyna degişli minerallaryň aram häsiýetleri bar. Gidroslyudalylar 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 toplumy ulanylýar (reňklemek, elektronmikroskop usuly we ş.m.).

### **Organiki madda**

Teýgumuň düzüminde duşýan 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 duşýarlar. 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.

## **7.2. Teýgumlaryň strukturasy we teksturasy hakda düşünje**

Inžener geologiýasynda ulanylýan struktura we tekstura hakdaky düşüňjeler 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 seplesiği kabul edilýär.

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

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

Struktura we tekstura teýgumlaryň, esasan-da, berk seplesiksiz 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.

### ***Teýgumlaryň strukturasy we struktur baglanyşyklar***

Teýgumlary düzyän bölejikleriň keşbi, üst nätekizlikleri biçak köp dürlüdür. 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 düzyän bölejikleriň (zireleriň) möçberi boýunça, gyradeňliligi ýa-da dürlüligi zire (granulometrik) düzümi bilen häsiýetlendirilýär.

Teýgumy düzyän mineral bölejikleriniň arabaglanyşygy seplesik güýçleriň tebigy döreyşine 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 döreyär. Kristal baglanyşygy teýgumlaryň struktur baglanyşygynyň in berkidir. Emma şonda-da ol mineral zireleriniň hut öz berkligidin kan pesdir. Aýry-áýry mineral bölejikleriniň berkligi onlarça, ýüzlerçe mün MPa-a ýetýär. In 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 täzedin dikelmeýärler, öňki kaddyna gelmeýärler.

**Sementli baglanyşyk** zireleýin jynslaryň (çagyl, jyglym, çäge, gumbaýrak we ş.m.) boşluklaryny tebigy sementiň doldurmagynyň netijesinde döreyär. Sementi doredýän sebäpler öýjüklerdäki dürli düzümlü 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, münlerçe 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 täzedan kem-kemden dikeldýär. Düwürleýin baglanyşyk teýgumlara süýgeşiklik häsiýetini berýär, şol sebäpli toýunsow jynslara (çygly ýagdaýynda) uly möçberli galyndyly ýarsma (deformasiýa) mahsusdyr.

Düwürleýin baglanyşyk, adaty, 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.

### ***Teygumlaryň teksturasy***

Teksturanyň 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 (takrylaryň 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 ösümlükleriň 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 ösümlükler 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.

### 7.3. Teýgumlaryň zire düzümi

#### *Teýgumlaryň zire düzümi we onuň kesgitleniş usullary*

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

Zire düzümi (könelişen adalga – „mehaniki düzümi“) teýgumy düzyän dürli möçberli bölejikleriň deňeşdirme mukdarydyr. Zire düzümi teýgumlaryň süýgeşiklik, öýjükliklik, şüýsmä 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, çägäniňki 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, çägeliniň) 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, adaty, 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 çökyänligine 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 bellennäge 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.

### ***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 önünde tutulýar.

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.

**Inžener-geologik maksatlar üçin zireleriň parçalara bölünişi**

T.b.	Zireleriň möçberi, mm	Parçalaryň ady	
1.	> 200	Harsaň daşlar	Iribölek parçalar
2.	200 – 40	Iri çagyl	
3.	40 – 2	Ownuk çagyl	
4.	2 - 0,05	Çäge zireleri	
5.	0,05 - 0,002	Kırşen (tozan) zireleri	
6.	< 0,002	Toýun zireleri	

**Toýun zireleri** diňe toýun minerallaryndan düzülendirler. Olaryň häsiýetleri öňki agzalanlaryňkydan düýpgöter üýtgeşikdir. Olar ýokary işjeňligi (az mukdarda bolsa-da, köp täsirlilik), 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 (dürli pudaklaryň teýgumlaryň zirelerine bildirýän talaplaryna görä) başgaça bolup biler.

Dagynyk teýgumlar synpynyň Türkmenistanda zire düzümi boýunça toparlanyşy

Öňki SSSR-de we soňra Russiýa Federasiýasynda ulanylýan synplamalar boýunça toýunsow teýgumlar görnüşlere süýgeşiklik sany boýunça bölünýärler. Bu resminamalar ulanylanda Türkmenistanyň teýgumlarynyň kaolinitli, gidroslýudaly düzümi, pes kolloid işjeňligi, kırşenlilik 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 (7-nji we 8-nji tablisalar).

**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 0,002 mm-den kiçi bölejikleriň agramy 3%-den az bolsa
Şol sanda:	
4.1. Daşly cage	Eger $d > 2$ mm bölejikler > 25% bolsa
4.2. Iri cage	Eger $d > 0,5$ mm bölejikler > 50% bolsa
4.3. Aram möçberli çäge	Eger $d > 0,25$ mm bölejikler > 50% bolsa
4.4. Ownuk cage	Eger $d > 0,1$ mm bölejikler > 75% bolsa
4.5. Kirşenli cage	Eger $d > 0,1$ mm bölejikler < 75% bolsa

**Bellik:** 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.

**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

***Teýgumlaryň zire düzüminiň çyzgylaryň üsti bilen aňladylyşy***

Dagynyk teýgumlaryň zire derňewiniň netijeleri dürli parçalaryň görterimde 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 (24-nji surat). Bu usul deňtaraply üçburçlukda üçburçlugyň islendik nokadyndan taraplara göýberlen perpendikulýarlaryň 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 (2-0,05 mm), kirşen parçalary (0,05-0,002 mm) we toýun parçasý (<0,002 mm) jemlenýärler.

Zire parçalarynyň gönüburçly ýarymlogarifmik oklarda gurulýan jemleýji egrisi has köp ulanylýar. Bu usul çägelereň we toýunsow jynslaryň zire düzümi boýunça dürlülük 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 (9-njy tablisa a, b, ç).

9-njy tablisa

**Teýgumlaryň zire düzüminiň tablisa görnüşini we onuň  
üçokly çyzgysyny we jemleýji egrisini gurmak  
üçin taýýarlanylşynyň 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, 2-0,05 mm	Kirşen parçalary, 0,05-0,002 mm	Toýun parçasý, <0,002 mm
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

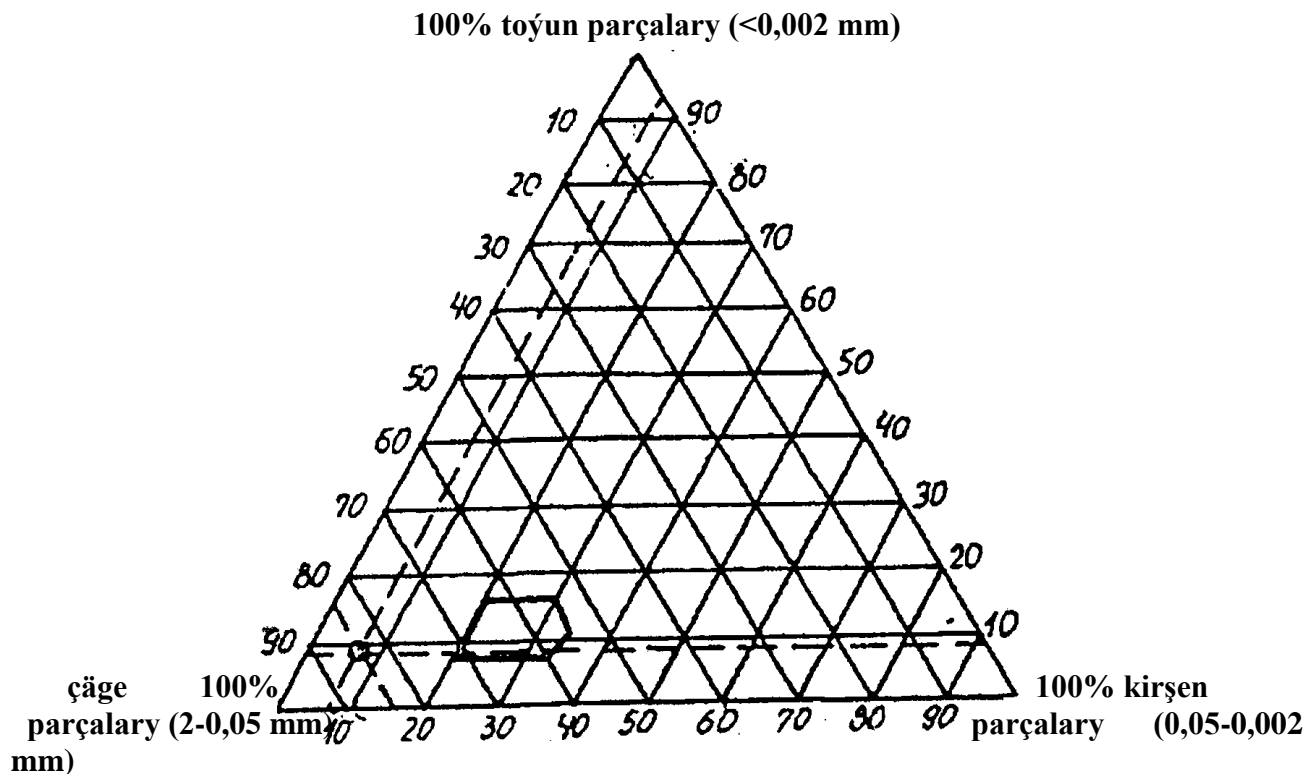
Zire parçalarynyň toplumlarynyň jemlenen düzümi, %								
Zire parçalarynyň möçberleri, mm								
<10	<2	<1	<0,5	<0,25	<0,1	<0,05	<0,01	<0,002
–	–	100	96,8	90,8	25,3	16,0	13,2	9,0

Jemleýji egrini ýarymlogarifmik masştabda (masştabda) gurmak üçin kese okda zireleriň möçberleriniň onluk logarifmleri görkezilýär. Dik okda zire parçalarynyň jemlenen mukdary göterim hasabynda berilýär. Zire düzüminiň jemlenen çyzgylary köplenç çägesow, käte toýunsow teýgumlaryň zire düzümi boýunça dürlülük koeffisiýentini tapmak üçin ulanylýar (25-nji surat).

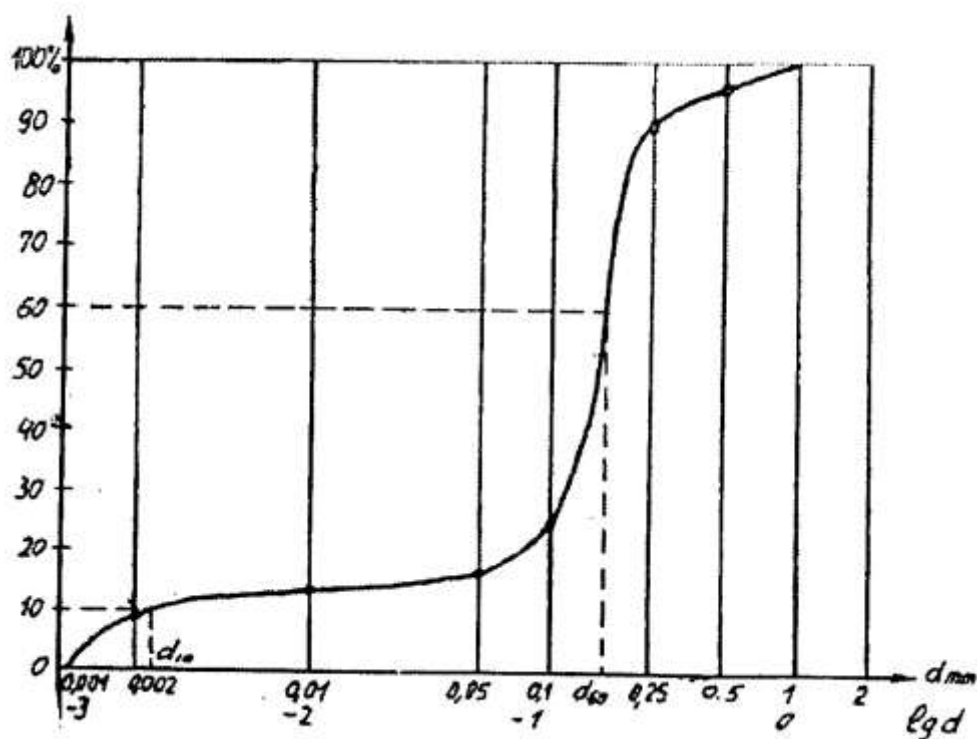
Dürlülük koeffisiýenti ( $C_u$ ) şeýle formula bilen kesgitlenilýär:

$$C_u = \frac{d_{60}}{d_{10}},$$

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







25-nji surat. Zire düzüminiň ýarymlogarifmik çyzgysy

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:

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

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 40 mm-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 çägenderde  $C_u \leq 3$  we toýunsow jynslarda  $C_u \leq 5$  bolsa, teýgum birmeňzeş düzümlü hasaplanylýar. Eger-de  $C_u > 3$  (çägenderde) we  $C_u > 5$  (toýunsow jynslarda) bolsa, teýgumlaryň zire düzümi dürli diýilýär. Biziň mysalymyzdaky gumbaýragyň dürlüligi örän ýokarydyr ( $C_u > 5$ ).

#### 7.4. Teýgumuň düzüminde gazlar

Teýgumuň düzümindäki gazlar olaryň häsiýetlerine ep-esli derejede täsir edýär. Olar beýleki düzümler bilen özara täsirleşip, teýgumda bolup geçýän fiziki-himiki proseslere (turşama, gaýtarma, ereme) gatnaşýarlar. Teýgumuň düzüminde gazlaryň toplanmagy (mysal üçin, ýokarky gatlaklaryň dykzlaşmagy) 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 ( $\text{CO}_2$ -niň) mukdary ýokarydyr, kislorodyňky azdyr. Howada  $\text{CO}_2$ -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 harçlanmagynyň we  $\text{CO}_2$ -niň bölünip çykmagynyň bir wagtda bolup geçýänligi bilen baglydyr. Teýgumda  $\text{CO}_2$ -niň, esasan hem, kömürturşy gazyň ergin görnüşde bolmagy ýerasty suwlaryň iýijilik häsiýetlerini, karbonat saklaýan minerallaryň eremegini güýçlendirýär. Mundan başga-da  $\text{CO}_2$  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 düzümleri bolup suwuň bugy hyzmat edýär. Onuň teýgumdaky mukdary howadakydan birneme ýokarydyr. Suwuň bugy teýgumuň iň aňsat hereket edýän düzümleridir. Onuň hereketi teýgumuň aýry-ayry gatlamalarynda 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 kapillýar baglanyşyklary döredip bilýärler, olar guraksy zolakdaky çöl ösümlüklerine zerur çygy yzygiderli berýärler (Garagum çägesi). Süýji suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde adamlar gadymy döwürden bari iri öýjükleri (gowalçylyklary) emele getirýän daşy ýylmanak daş üýşmekleriniň (diňleriň) kömegi bilen, howadan agyz suwuny toplam almany başarypdyrlar (şol sanda Garagum çölünde).

Gazlar teýgumda dürli ýagdaýda saklanyp bilýärler: erkin, adsorbirlenen (üstleýin sorulan) we gapjалан 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.  $\text{CO}_2$ , soňra  $\text{N}_2$ ,  $\text{O}_2$  we  $\text{H}_2$  ýaly molekulalar has berk ýapyşýarlar. Teýgumuň düzümine, çyglylygyna baglylykda, adsorbirlenen gazyň her 100 g teýguma düşýän göwrümi 1-iň ülüşlerinden 15  $\text{sm}^3$ -e çenli ýetip bilýär. Adsorbirlenen gaz zireler tarapyndan örän berk saklanýar, ony diňe teýgum yzgarlanda suw gysyp çykaryp bilýär. Gysylp çykarylan gaz, adatyça, atmosfera gidýär. Eger gysylp çykarylýan gazyň atmosfera tarap gitjek ýoly ýapyk bolsa (mysal üçin, palçykdan guýlup ýasalýan bentler ýokarysyndan dykzlaşdyrylanda), gaz gapjалан ýagdaýda galyp bilýär. Gapjалан gaz suwuň aşagyndaky läbiklerden mikrobiologik prosesleriň netijesinde bölünip çykýan gazlardan hem döräp bilýär. Gapjалан gazlar teýgumuň jümmüşinde öýjük basyşyny döredip bilýär. Gapjалан gazlaryň ummasyz köp mukdarda toplanan ýerlerine tebigy gazlaryň ýataklary mysal bolup bilýär.

Teýgumlarda gapjалан gazlaryň bolmagy olaryň häsiýetlerine uly täsir ýetirýär. Külke dagynyk jynslarda gapjалан gazlar öýjük basyşyny artdyrýarlar, kapillýarlary we ownuk öýjükleri baglaýarlar, netijede, olar suw süzdürijiligi peseldýärler, teýgumlaryň agram astynda çökmek prosesini haýalladýarlar. Şol sebäpli gapjалан 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 bilýär.

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.

## 7.5. Suwuk jisim

### *Dag jynslaryndaky suwlaryň görnüşleri*

Dag jynslarynyň içinde suw aşakdaky esasy görnüşlerde duşýar: 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 dartýş güýjüniň (agramyň) we basyşyň täsiri bilen hereket edýän suwlara aýdylýar. Mysal üçin, guýynyň çöwlüğine tarap syrygyp gelýän suwlar. Bu hili suw çagyldan, çägeden düzülen suwly gatlaklarda duşýar.

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 suwlardyr. Olar ýeriň dartýş guýjüne-de, kapillýar güýçlere hem boýun egýärler. Kapillýar güýçler dartýş guýjünden agdyklyk eden wagtynda bu suwlar aşakdan ýokary hem hereket edip bilýärler. Kapillýar suwlar toýunda, topurda, gumbaýrakda, şeýle-de az-owlak derejede kirşenli we ownuk çägelere duşýarlar. Kapillýar suwy öwrenmek ýerasty suwuň kapillýarlar bilen näçe ýokary galyp biljegini we ýerasty suwlaryň howply (kritiki) çuňlugyny kesgitlemek üçin, ýeriň şorlanmasynyň önünden hasabyny geçirmek üçin ulanylýar.

**Fiziki bagly suw** (ýapyşak we örtük suwlary) dartýş, 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 dartýş 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 örtüğe 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 serlip (bir gije-gündiziň dowamynda) guradylýar. Şondan soň teýgumda galan çyglylyga **aňrybaş gigroskopik suwsygym** diýilýär. Bu çyglylygy kesgitlemek teýgumuň zire dykzlygyny, zire düzümini öwrenilende zerur bolýar.

Örklenen (diffuz) suw aýratynlykda mukdar taýdan kesgitlenilmeýär. Eger-de ýapyşak we örtük (diffuz) gatlak suwlary bilelikde göz önünde tutsaň, olara aňrybaş **molekulýar suwsygym (AMS)** diýilýär. AMS-u öwrenmek üçin teýgumdaky suwuň mukdaryndan erkin (hem-de kapillýar) suwy aýryp, soň çyglylyk tapylýar. Erkin suwy aýrmak 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.

### **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 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 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  $105^\circ\text{C}$  çenli gyzdrylyp kesgitlenende himiki bagly suw göz önünde tutulmaýar. Emma himiki bagly suw  $80^\circ\text{C}$  gyzgynlykda zylçanyň kristallaryndan çykyp ugraýar (dolulykda  $180^\circ\text{C}$ -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%-inden hem azdyr). Şol sebäpli ol teýgumuň häsiýetlerine täsir etmeýär.

**Buz görnüşli suw** diňe teýgumuň temperaturasy  $0^\circ\text{C}$ -a deň bolanda ýa-da ondan hem pes 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.

## 7.6. Teýgumlarda janly jisim

Teýgumlaryň düzümi bölekleriniň içinde janly organizmler (biota) aýratyn orun eýeleýärler. Biota ýa-da janly jisimler teýgumlaryň in 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. Ýaşayş üçin energiýany olar Günün şöhlesinden däl-de, organiki däl birleşmeleriň turşamagyndan, organiki maddalary ulanmakdan alýarlar. Bir gram toprakda mikrobaryň sany birnäçe milliarda ýetýär diýip çaklanýar. Sürülýän ýeriň bir gektarynda olaryň agramy 300 kg-dan 3000 kg-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 ýaşayan), 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 alanynda biosferanyň çäklerini olaryň duşýan ýerleri bilen anyklaýarlar.

Mikroorganizmleriň janynyň berkligi, juda ýowuz şertlere çydamlylygy haýran galarlyklydyr. Olar  $-7^{\circ}\text{C}$ -dan  $+90^{\circ}\text{C}$ -a çenli 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 100 MPa 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 gömlen turbalaryň zaýalanmagynyň sebäbiniň 50%-i sulfatdikeldýän bakteriýalar bilen baglydyr. Suwly çägede bakteriýalar bilen bagly döreýän gazlar, sülekeyler teýgumuň süýşmek ukybyny ep-esli artdyryp bilýär. W.W. Radinanyň (1972) barlaglaryna görä, mikroorganizmleriň emele getirýän gazlary öýjük nemlerinde 0,4 MPa goşmaça basyşy döredip bilýär. Onuň netijesinde gurluşyga örän uly zyýan ýetirip bilýän suwýarsuw hadysasy döräp bilýär.

## **8. Teýgumlaryň fiziki häsiýetleri**

Dagynyk teýgumlaryň esasy fiziki häsiýetlerine çyglylyk, dykzlyk 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 çägesow teýgumlaryň berkligine, ýarsma ukybyna, durnuklylygyna baha berip bolýar. Fiziki häsiýetleriň goşmaça görkezijilerine toýunsow jynslarda ýaýylma görkezijisi, çägelerde dykzlyk derejesi degişli. Fiziki häsiýetleriň esasy we goşmaça görkezijileriniň sanawy 12-nji tablisada berilýär.

### **8.1. Teýgumlaryň çyglylygy**

Dagynyk teýgumlaryň in 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.

Çyglylyk köplenç göterimde, käte birligiň ülüşlerinde aňladylýar:

$$W = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100\% ,$$

Teýgumlaryň çyglylygy klimata, relýefe, howa şertlerine, dag jynslarynyň düzümine, öýjükliliğine – 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 dykzlaşan toýunlaryň çyglylygy 10-15%-den 50-60%-e çenli, has dykzlaşyp demrigen toýunlaryň (toýundaşlaryň) çyglylygy bolsa, 3-5%-e çenli azalyp bilýär.

**Çägesow we toýunsow jynslaryň fiziki häsiýetleriniň görkezijileri**

T/b NN	Görkezijiniň ady	Belgi	Hasaplanýş formulasy	Ölçeg Birligi
1	2	3	4	5
1	Gaty (mineral) bölejikleriň dykzlygy	$\rho_s$	$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$	g/sm <sup>3</sup>
2	Dykzlyk	$\rho$	$\rho_s = \frac{m_s + m_w}{V_s + V_{\ddot{o}}}$	g/sm <sup>3</sup> , t/m <sup>3</sup>
3	Gury haldaky Dykzlyk	$\rho_d$	$\rho_d = \frac{m_s}{V_s + V_{\ddot{o}}} = \frac{\rho}{1 + 0,01W}$	g/sm <sup>3</sup> , t/m <sup>3</sup>
4	Suwasty dykzlyk	$\rho_u$	$\rho_u = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e}$	g/sm <sup>3</sup> , t/m <sup>3</sup>
5	Udel agram	$\gamma$	$\gamma \approx \rho \cdot 10$	kH/m <sup>3</sup>
6	Agram çyglylygy	W	$W = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100\%$	%
7	Göwrüm çyglylygy	$W_{g\ddot{o}w.}$	$W_{g\ddot{o}w} = W \cdot \rho_d$	%
8	Doly suwsygym (agram öýjükliligi)	$W_d$	$W_d = \frac{n}{\rho_d}$	Ölçegsiz
9	Çyglylyk derejesi	$S_r$	$S_r = \frac{V_s}{V_{\ddot{o}}} = \frac{W \cdot \rho_s}{100 \cdot e \cdot \rho_w}$	Ölçegsiz
10	Öýjüklilik	N	$n = \frac{V_{\ddot{o}}}{V_s + V_{\ddot{o}}} \cdot 100\% = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100\%$	%
11	Öýjüklilik koeffisiýenti	e	$e = \frac{V_{\ddot{o}}}{V_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$	Ölçegsiz
12	Suwdan doýgun jynsyň öýjüklilik koeffisiýenti	$e_w$	$e_w = W \cdot \rho_s$	Ölçegsiz
13	Ýaýylyş çägi	$W_p$		%
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 dykzlyk 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) agramy;

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

$\rho_w$  – suwuň dykzlygy ( $\rho_w=1\text{ g/sm}^3$ );

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

$e_L, e_p$  – toýunsow teýgumlaryň akgyňlyk çägindeki we ýaýylma çägindeki çyglylyklarda öýjüklilik koeffisiýentleri.

Gaýry şertleri meňzeş bolan çägeleriň çyglylygy olaryň zire parçalarynyň kiçelmegi bilen, düzüminde kirşen, toýun parçalarynyň, organiki maddalaryň mukdarynyň artmagy bilen köpeliýär. 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 (başgaça, 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:

$$S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{100 \cdot e \cdot \rho_w}$$

bu ýerde:  $\rho_s$  – gaty bölejikleriň dykzlygy,  $\text{g/sm}^3$ ;

$\rho_w$  – suwuň dykzlygy ( $\rho_w=1,00\text{ g/sm}^3$  diýlip alynýar);

$W$  – agram çyglylygy, %-de;

$e$  – öýjüklilik koeffisiýenti.

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

$S_r \leq 0,5$  – az çygly;  $0,5 \leq S_r \leq 0,8$  – 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  $105-106^\circ\text{C}$  temperaturada (termostatda) hemişelik agrama çenli guradylan teýgumda alyp bolýar.

2.  $S_r=0\div 0,1(0,2)$ . 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 çygyň bugaryp gitmegi bilen doly ýitýär. Toýunsow jynslar bu çyglylykda gaty, gataňsy we zordan ýaýylýan durkunda bolýarlar. Olaryň baglanyşygy, berkligi dykzlaşmanyň 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 gapjалан howadan ybarat. Şeýle jynslar howaly zolakda-da, ýerasty suwlaryň derejesinden aşakdaky dürli çuňluklarda hem duşup bilýärler. Olaryň fiziki haly (gaty - ýumşaklygy) dykzlyga, çyglylyga, demrikme derejesine baglylykda, dürli bolup bilýär. Mysal üçin, ýokary dykzlykly toýunlar (örän dykz 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 tunnel üçin geçirilen gözleglerde suwuň derejesinden 15-25 m 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 dykzlygyna, 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,-0,5 m) gysga wagtyk çala çygly ýagdaýa geçýär. Üsti ot – çöp, ýylak örtükli süýşmeýän çägeler ýylboýy 3-5% çemesi çyglylygyny saklaýarlar. Çäge öýjüklerine siňen gyzgyn howadaky suw buglarynyň sowap, damja öwrülmegi zerarly, döreýän bu çyglylyk diňe süýşýän çägenderde 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 1-2 m-den geçmeýär. Aşakdaky suwdan doýgun

zolakda teýgumlaryň suwdan doýgunlygy doly we hemişelik bolýar, emma aşak gitdigiňçe, dykzlygynyň artmagy bilen, tebigy çyglylyk azalýar.

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

Çyglylygynyň 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 20-25 g çemesi teýgum salnyp, agramy çekilýär ( $m_1$ );
3. Çygly teýgumly gutujygy gapagy açyk ýagdaýda termostat (birsydyrgyn gyzygynlykly) peje salnyp, 105°C temperaturada 6 sagatlap guradylýar we agramy 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:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_2 - m_0} \cdot 100\%$$

## 8.2. Teýgumlaryň dykzlygy

Dag jynsynyň **dykzlygy** onuň göwrüm birligindäki massasydyr. Halkara (SI) ulgamynda dykzlygy  $\text{kg/m}^3$ -de ölçemek hödürülenýär, emma inžener geologiýasynda dykzlygynyň ölçeg birligi hökmünde  $\text{g/sm}^3$  we  $\text{t/m}^3$  ulanylýar.

Teýgumlaryň göwrüminiň gaty (mineral) bölejiklerden (süňňünden) tutuşlygyna ýa-da bölekleýin suw bilen doldurylan öýjüklerden, jaýryklyrdan we köweklerden düzülenligi sebäpli, dag jynslarynyň dykzlygyny häsiýetlendirmek üçin üç görkeziji ulanylýar: gaty bölejikleriň dykzlygy ( $\rho_s$ ), dykzlyk ( $\rho$ ), gury haldaky dykzlyk ( $\rho_d$ ).

Gaty bölejikleriň dykzlygy ( $\rho_s$ )

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

$$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}, \text{ g/sm}^3$$

Aýry-aýry teýgumlaryň mineral düzüminiň adaty şertlerde durnuklylygy sebäpli, gaty bölejikleriň dykzlygynyň üýtgew gerimi giň bolmaýar. Şol sebäbe görä ýokary takyklygy talap etmeýän hasaplamalarda teýgumuň süňňüniň dykzlygynyň

tablisa bahalaryny ulanmak bolýar ( $\text{g}/\text{sm}^3$ ): toýun – 2,74; topur – 2,71; gumbaýrak – 2,69; çäge – 2,68. Käbir şertlerde teýgumuň düzüminde agyr minerallaryň bolmagy bu dykzlygyň san bahasyny ulaldyp, ösümlik galyndylarynyň bolmagy bolsa, kiçeldip bilýär.

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

#### Dykzlyk ( $\rho$ )

Çygly teýgumuň dykzlygy ýa-da **dykzlyk** diýlip, alnan teýgumuň umumy massasynyň ( $m$ ) onuň umumy göwrümüne ( $V$ ) gatnaşygyna aýdylýar:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_s + m_w}{V_s + V_{\text{ö}}}, \text{ g}/\text{sm}^3$$

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

$V_s$  we  $V_{\text{ö}}$  – gaty bölejikleriň we öýjükleriň göwrümi,  $\text{sm}^3$ .

Dykzlyk teýgumuň mineral düzümine, çyglylygyna we öýjükliliğine bagly. Dykzlyk göni we goşmaça hasaplamalarda örän giňden ulanylýar. Aşakdaky ýagdaýlarda dykzlyk 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 hasaplarda we ş.m.

Mundan başga-da dykzlyk gury haldaky dykzlyk we öýjüklilik hasaplananda ulanylýar. Çägesow, toýunsow jynslaryň dykzlygyna esaslanyp, olaryň öýjükliliğini, mehaniki häsiýetlerini çaklap bolýar.

Türkmenistanda çägesow-toýunsow jynslaryň dykzlygy olaryň öýjükliliğine we çyglylygyna baglylykda,  $1,30\text{--}2,30 \text{ g}/\text{sm}^3$  aralygynda üýtgeýär.

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

#### Gury haldaky dykzlyk ( $\rho_d$ )

Bu dykzlyk teýgumuň gury ýagdaýyndaky massasynyň onuň umumy göwrümüne bolan gatnaşygydyr:

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{m_s}{V_s + V_{\text{ö}}}$$

Teýgumuň gury halyndaky dykzlygy diňe öýjüklilik hasaplananda ulanylýar. Ol dagynyk teýgumlarda öýjükliliğe we mineral düzümine baglylykda,  $1,30\text{--}$

2,25g/sm<sup>3</sup> aralykda üýtgeýär. Bu dykzlyk tejribe üsti bilen däl-de, dykzlygyň ( $\rho$ ) we çyglylygyň ( $W$ ) üsti bilen hasaplanyp tapylýar. Ýagny:

Göwrümiň  $V=m/\rho$  bahasyny formula goýup alýarys:  $\rho_d = \frac{m_s}{m/\rho} = \rho \frac{m_s}{m}$ ;

$m=m_s+m_w$  bolany sebäpli:  $\rho_d = \rho \frac{m_s}{m_s + m_w} = \frac{1}{1 + \frac{m_w}{m_s}}$

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

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

Suwasty dykzlyk ( $\rho_u$ )

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

**Suwasty dykzlyk** teýgumuň ýerasty suwlaryň derejesinden aşakdaky birlik göwrüminiň massasydyr. Onuň san bahasy gury haldaky dykzlygyň teýgumuň süňňüniň göwrüminiň gysyp çykaran suwunyň massasyna barabar azaldylanyna deňdir (10-njy tablisa). Bu dykzlyk ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda teýkarlaryň we ýapylaryň durnuklylygy hasaplananda adaty dykzlygyň deregine ulanylýar.

### 8.3. 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.

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 ( $>0,5$  mm) – göze ilýän iri öýjükler, jaýryklar;
- kapillýar öýjükler (0,5-0,002 mm) – ownuk, kirşenli çägelerdäki, toýunsow jynslardaky öýjükler;
- kapillýardan kiçiler ( $<0,002$  mm) – 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 diagenoz döwründe üýtganlar; 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. Olaryň 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, adatyça %-de aňladylýar, emma birligiň üleşlerinde aňladylýan wagtlyry hem bar.

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

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

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

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

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

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

$$n = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_s} \cdot 100\% ; \quad e = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$$

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

$$e = \frac{n}{100 - n} ; \quad n = \frac{e}{1 + e} \cdot 100\%$$

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

Fiziki häsiýetleriň görkezijilerinden **tejribe üsti bilen** dykzlyk, gaty bölejikleriň dykzlygy, çyglylyk kesgitlenýär. Gury haldaky dykzlyk, suwasty dykzlyk, öýjüklilik, öýjüklilik koeffisiýenti, çyglylyk derejesi **hasaplanyp** tapylýar. Köp zähmeti talap edýän bu hasaplamalaryň derejine agzalan görkezijileri hasap tablisasyndan alyp bolýar.

Çägelerniň öýjükliligi boýunça goşmaça maglumatlar.

Çägelerniň berkligi diňe çäge zireleriniň özara sürtülmä garşylygyna esaslanýar. Şol sebäpli çägelerniň dykzlygynyň, öýjükliliginiň iş ýüzünde ähmiýeti uludyr.

Çägeler öýjüklilik koeffisiýenti boýunça dykz, aram dykzlykly we küpürsek çägelere bölünýärler (11-nji tablisa).

11-nji tablisa

**Çägelerniň öýjüklilik koeffisiýenti (e)  
boýunça görnüşliklere bölünişi**

Çägelerniň görnüşligi	Öýjüklilik koeffisiýenti, e		
	Daşly, iri we aram möçberli cage	Ownuk cage	Kirşenli çäge
Dykz	$e < 0,55$	$e < 0,60$	$e < 0,60$
Aram dykzlykly	$0,55 \leq e \leq 0,70$	$0,60 \leq e \leq 0,75$	$0,60 \leq e \leq 0,80$
Küpürsek	$e > 0,70$	$e > 0,75$	$e > 0,80$

Çägelerniň dykzlaşma derejesine baha kesmek üçin dykzlyk derejesi  $I_D$  ulanylýar (12-nji tablisa). Öl şeýle formula arkaly kesgitlenilýär:

$$I_D = \frac{e_{\max} - e}{e_{\max} - e_{\min}}$$

bu ýerde:

$e$  – tebigy ýa-da emeli ýagdaýdaky öýjüklilik koeffisiýenti;

$e_{\max}$  – aňryçäk küpürsek ýagdaýdaky öýjüklilik koeffisiýenti;

$e_{\min}$  – aňryçäk dykz ýagdaýdaky öýjüklilik koeffisiýenti.

12-nji tablisa

**Çägelerniň dykzlyk derejesi  
boýunça görnüşliklere bölünişi**

Çägelerniň görnüşlikleri	Dykzlyk derejesi, $I_D$
Gowşak dykzlaşan	$I_D < 0,33$
Aram dykzlaşan	$0,33 \leq I_D \leq 0,66$
Aşa dykzlaşan	$I_D > 0,66$

Çägelerniň çäk (kritiki) öýjükliligi aýratyn ünse mynasypdyr. Desgalaryň teýkaryndaky çägeler süýşende, küpürsek (gowşak dykzlaşan) çäge dykzlanýar, dykz (aşa dykzlaşan) çägäniň weli, süýşme zolagynda öýjükliligi artýar. Süýşme wagty üýtgemeýän öýjüklilige **çäk öýjükliligi** diýilýär. Bu öýjüklilik çägäniň strukturasyna, düzümine we süýşmäniň önüsrasyndaky dartgynly-ýarsmaly ýagdaýyna bagly bolýar. Eger suwdan doýgun çägäniň 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 (ýerasty desga, ýapynyň böwrüne, binýadyň gapdaly bilen ýokaryk we ş.m.) çogup çykýar. Eger çägäniň çykalgasy ýok bolsa (üsti durnukly galyň gatlakly bolsa), onda çäge bahym öňki kaddyna barýar.

#### **8.4. Toýunsow teýgumlaryň süýgeşikligi**

##### ***Toýunsow jynslaryň süýgeşikliginiň tebigaty***

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

Düwürleýin seplesik güýçleriniň toýunsow jynslara ep-esli derejede berklik we bitewilik berýändigini 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.

##### **Süýgeşikligiň çäkleri**

Süýgeşiklik 3 görkeziji bilen häsiýetlendirilýär: ýaýylyş çägi ( $W_p$ ), akgyňlyk 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.

**Akgyňlyk çägi** toýunsow jynslaryň süýgeşiklik halyndan akgyň halyna geçýän araçägindäki çyglylykdyr. Eger çyglylyk akgyňlyk çäginde pes, ýaýylyş çäginde ýokary bolsa, onda toýunsow jyns süýgeşik halyndadyr (hamyr ýaly ýa-da has golaýy galyba salyp, kerpiç guýulýan palçyk ýaly, laýdan pagsalap diwar salnanda ussanyň diwaryň üstüne urýan logalasy ýaly). Eger çyglylyk akgyňlyk çäginde ýokary galsa, onda toýunsow teýgum diňe daşky güýjüň täsirine däl-de, hut öz agramyny hem göterip bilmän (bulamak ýaly, suwag üçin ulanmaga niýetlenen laý ýaly), gapdala süýşüp (akyp) gidýär. Akgyň toýunsow jyns diňe daşy çäklendirilen ýerde (gapda, çukurda) öz durkuny saklap biler.

Dürli toýunsow jynslary gaty haldan süýgeşik hala, süýgeşik haldan akgyň ýagdaýa geçirýän çyglylyklaryň san bahalary dürli-dürlüdürler, emma şol bir teýgum üçin wagtyň geçmegi bilen üýtgemeyän ululykdyrlar. Şol sebäpli, eger belli kysymly, görnüşli, toýunsow jynslaryň süýgeşiklik çäklerini (aşaky çägi - ýaýylyş çägi, ýokarky çägi-akgyňlyk 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 çäginde ( $W_L$ ) ýaýylyş çägin ( $W_p$ ) aýyrmak ýeterlikdir:

$$I_p = W_L - W_p$$

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 düzümlü toýunlarynyň süýgeşiklik sany 10-20 aralygynda bolsa, montmorillonit düzümlü paleogen toýunlarynyň (Baharly, Oglanly) süýgeşiklik sany 30-45 aralygyndadyr. Kaolinit-gidroslýuda düzümlü, duzly we kirşensow toýunlarynyň süýgeşikliginiň pesligi sebäpli, Türkmenistanda GDA ýurtlaryň arasynda ilkinji bolup, toýunsow teýgumlaryň adyny resmi taýdan kesgitlemekde süýgeşiklik sanynyň deregine toýun zireleriniň mukdary ulanylyp başlandy.

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.

13-nji tablisa

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

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

Toparlama” laýyklykda, süýgeşiklik çäkleri diňe tebigy çyglylyk bilen bilelikde, toýunsow teýgumlaryň durky-halyny, görnüşliklerini kesgitlemek üçin ulanylýar (13-nji 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:

$$I_L = (W_0 - W_p) / (W_L - W_p)$$

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.

## 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. Çägelere 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, ýumşajylyk, 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 bölekdeýin 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  $K_y$  bilen häsiýetlendirilýär. Bu koeffisiýent suwdan doýgun ýagdaýyna getirilen jynsyň nusgasynyň gysyjy basyşa wagtlaýyn garşylygynyň ( $R_1$ ) onuň howa gurşawyndaky wagtlaýyn garşylygyna ( $R_0$ ) gatnaşygydyr:

$$K_y = R_1 / R_0,$$

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

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

Suwda durnukly bitewidaşlaryň hem (kwarsit, bazalt, diabaz we başg.) ýumşama koeffisiýenti 1-e deň däl, ýagny olar hem suwdan doýgun ýagdaýynda azda-kände ýumşaýarlar we berkligini peseldýärler, emma  $K_y$  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  $K_y$  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 inňän 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. Çöküdi 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, süşüp amatsyz şertleri döredýärler (täze gazylan ýaplaryň, açyk zeykeşleriň kenar erneginiň 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 öwrülmeği).

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

Köp sanly 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 [32, 40, 56 we başg.], 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 Gyzyлгаýa 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  $\varepsilon_{sw}$  häsiýetlendirilýär:

$$\varepsilon_{sw} = (V_{\text{ç}} - V_0) / V_0,$$

bu ýerde:  $V_0$  – teýgumuň başlangyç göwrümi,  $V_{\text{ç}}$  – teýgumuň suwda çişen göwrümi.

Bu görkeziji boýunça toýunsow teýgumlar TDS 609-2003 laýyklykda şeýle görnüşliklere bölünýärler (14-nji tablisa).

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.

14-nji tablisa

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

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 çäğinden 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 akymalarynyň 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 göwrümünü kiçeltmegidir. Bu häsiýet başlangyç çyglylyga, toýun parçalarynyň mukdaryna we mineral düzümine baglydyr. Takyrlaryň ýüzüniň jaýryklary, derýalar joşanda, sil gelende oýlary, gollary doldurýan 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 (ýonuşga) 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 duzlaryň 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 henдеgi gazylanda onuň çuňlugyny taslama boýunça kesgitlenen derejä diňe beton işleriniň başlanmagynyň önüsyrasynda 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 siňdirmeyärler we şol sebäpli olar suwsygymсыз 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, ýumşajylygyna, 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 – suwsygymсызlara (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 döretmeyärler.

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:

$$W_d = e \cdot \rho_w / \rho_s,$$

bu ýerde:  $e$  – öýjüklilik koeffisiýenti;

$\rho_w, \rho_s$  – suwuň we teýgumuň gaty bölejikleriniň dykzylygy.

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 doldurmaýarlarda, ownuk bölejikleriň daşyny örtüp saklanýarlar. Dag jynslarynyň öz ownuk zireleriniň üstünde saklap bilýän suwlarynyň in köp mukdaryna **aňrybaş molekulýar suwsygym** diýilýär. Bu suw ownuk zireleriň üstünde sorujy güýçler bilen (toýunda, topurda, gumbaýrakda, çägede) saklanýar. Zireler näçe kiçi bolsa, aňrybaş suwsygym şonça köp bolýar.

Toýunsow jynslarda aňrybaş molekulýar suwsygymyň san bahasy ýaýylyş çäGINE golaýdyr. Bu görkezijiniň takyk bahasy laboratoriya şertlerinde birnäçe usul bilen kesgitlenýär: beýik sütünler usuly (çägelerde), suwsygymly gurşaw usuly (toýunsow jynslarda), çalt pyrlap erkin we kapillýar suwy aýyrmak usuly (toýunsow we çägesow 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%-e, topur-toýunlarda 1-5%-e çenli bolup biler. Bu suwsygym teýgumuň gury halyndaky agramy gerek bolan hasaplamalarda ulanylýar.

**Kapillýar suwsygym** kapillýar öýjüklerde saklanyp biljek suwlaryň in 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-asyly 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 sürlüp, dyrmalyp kapillýarlaryň ýokarky gyzýan tarapy bozursa, 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 dykzlygyna baglydyr. Bu görkezijini sadalaşdyrylan görnüşde şeýle formula bilen hasaplap bolýar (suwuň dykzlygy  $\rho_w=1\text{g/sm}^3$  bolanda):

$$H_K = 2 \frac{\alpha}{r},$$

bu ýerde  $\alpha$  - 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 çägelere 1,5-2 m, toýunsow jynslarda 3-4 m-e ýetip bilýär (15-nji tablisa).

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

15-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

### 9.3. Dag jynslarynyň suw süzdürijiligi

Iň möhüm görkezijileriň biri bolan **suw süzdürijilik** dag jynslarynyň öz içinden dyňzawyň täsiri bilen suw geçirmek ukybydyr. Hidrogeologiýada, nebit geologiýasynda, adaty, 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 birlihi bolup süzülme koeffisiýenti  $K_s$  hyzmat edýär. Onuň manysyna Darsiniň formulasyny ulanyp, göz ýetirip bolýar:

$$V = K_s \cdot I,$$

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.

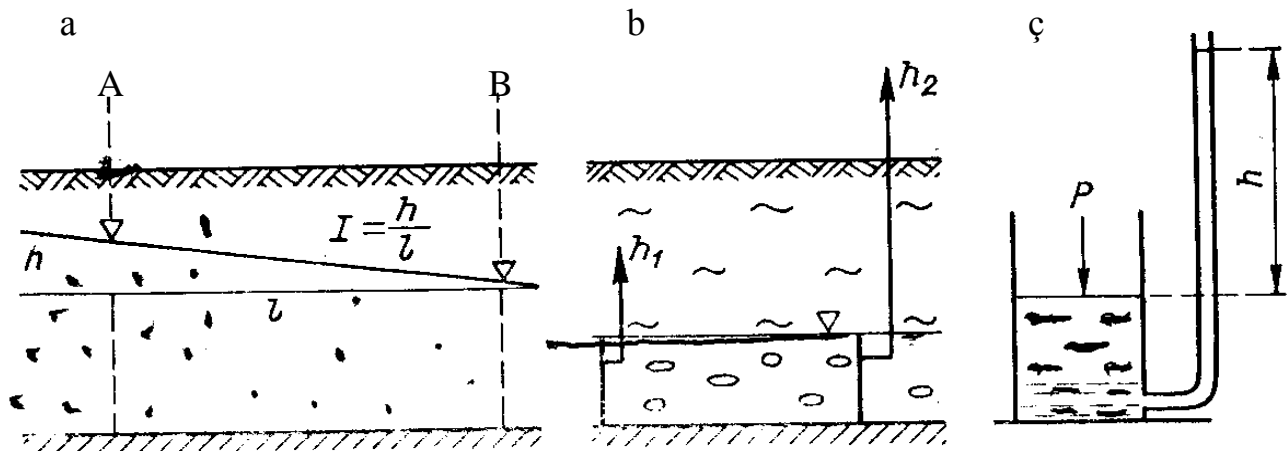
Dag jynslarynyň suw süzdürijiligini häsiýetlendirýän maglumatlar iş ýüzünde örän giňden ulanylýarlar. Olar gurluşyk hendegine, ýerasty desgalara geljek suwlaryň mukdary hasaplananda, syzylyp, ýitip gitjek suwlaryň mukdary kesgitlenende, suwly gatlaklary çalykdyrylmak, desgalaryň teýkarynyň çöküş tizligini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

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

Çägesow we toýunsow jynslarda suwuň hereketi, esasan, dyňzawyň täsiri bilen bolup geçýär. Dyňzaw gidrostatik basyş zerrarly, şu şertlerde döreýär (26-njy surat):

1) teýgum suwly gatlagynyň dürli nokatlarynda suwuň derejesiniň dürlüligi sebäpli (26-njy surat, a);

2) dyňzawly suwly gatlakda dürli nokatlaryň dürli pýezometrik basyşlylygy sebäpli (26-njy surat, b);



26-njy surat. Çägesow we toýunsow jynslarda suwuň dyňzawynyň döremeginiň görnüşleri

3) daşky güýjüň ( $P$ ) täsiri bilen. Bu ýerde dyňzawyň  $h$  beýikliginiň  $P$  daşky güýjüň suwuň  $\rho_w$  dykzlylygyna gatnaşygyna deňligini bellemeli:  $h = \frac{P}{\rho_w g}$  (26-njy surat, ç).



Emma çägesow – toýunsow jynslarda suwuň hereketine başga täsirleriň sebäp bolup bilýänligini hem bellemeli: 1) howa-suw sepgidinde döräp, ösýän kapillýar güýçleri; 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, termooosmos, kapillýarosmos hereketleri döredýän temperatura tapawutlary; 6) dag jynslary doňanda döreýän ýylylyk akymalarynyň döredýän deňölçegsiz çyglylygy; 7) suwuň bugarmagy we buguň maýyşgaklygynyň tapawudy; 8) gazlar we suwuň bugy tarapyndan döreýän basyş we başgalar.

Getirilen sanawdan görnüşi ýaly, çägesow-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 öýjükleriniň suwdan tutuş doly ýagdaýyndaky herekete **süzülme (filtrasiýa)** diýilýär, öýjükleriň suwdan bölekleyin doly ýagdaýyndaky herekete **göçme (migrasiýa)** diýilýär. Suwuň göçme hereketi suwuk we bug görnüşinde bolup bilýär.

17-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

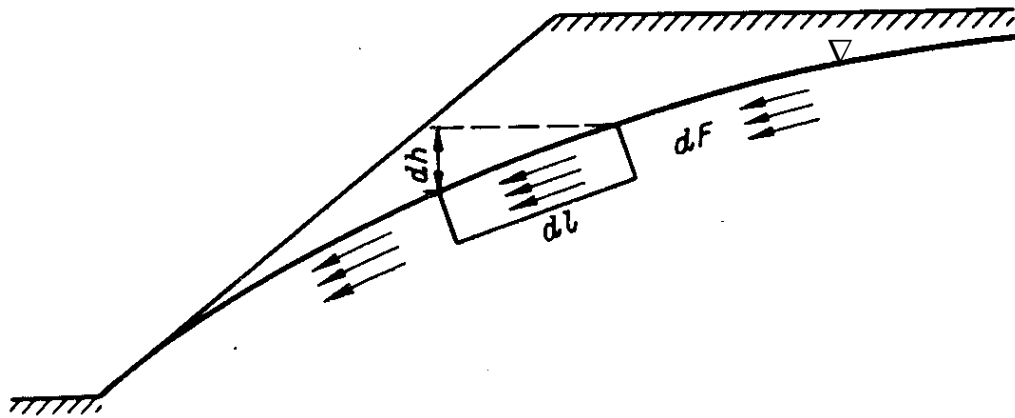
Çägesow we toýunsow jynslarda bolup geçýän suwuň süzülme we göçme hereketlerini öwrenip, bahalamagyň ähmiýeti juda uludyr. Olar jynslaryň suw geçirijiligini häsiýetlendirip, berklige, ýarsmalara, dürli geologik hadysalaryň döremegine ýa-da ösüş depgininiň güýçlenmegine uly täsir edýärler.

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

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 (27-nji surat). Eger süzülme akymynda kese kesigi  $dF$ -e deň bolan bir kiçi göwrümi alsak, onda şol kesikdäki gidrodinamik basyş ( $P$ )

$$dP = dh \cdot dF \cdot \rho_w,$$

bu ýerde  $\rho_w$  – suwuň dykzlygy.



27-nji surat. Süzülme akymynda döreýän gidrodinamik basyşyň täsiriniň sudur şekili

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

$$\frac{dP}{dF \cdot dL} = \frac{dh dF \cdot \rho_w}{dF dL} = I \cdot \rho_w,$$

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

$$D_{gd} = I \cdot \rho_w \cdot g,$$

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

Dyňzaw uly bolsa, gidrodinamik basyş tebigy ýapylary, emeli eňňitleri, gurluşyk hendekleriniň düýbünü we diwarlaryny düzýän jynslaryň durnuklylygynyň bozulmagyna sebäp bolýar. Ol durnukly jynslary suwýarsuw hadysalaryna sezewar edip, süýşgünler, hokurdanlaşma ýaly geologik prosesleriň dörap-ösmegine getirip bilýär. Şol sebäpli toýunsow-çägesow jynslaryň suw süzdürijiliginiň öwrenilmegi olaryň ýarşmalarynyň önünden 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. Hidrogeologik şertler taslanýan işe, desga aýgtyly 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 agyrylyk güýjüniň täsiri astynda berip bilmek ukybydyr. Suwberijilik, başgaça, suwuň erkin çykýan mukdarynyň suwly gatlagyň umumy göwrümine % hasabyndaky gatnaşygydyr ýa-da  $1\text{m}^3$  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 göwrümlü nusgalarynda laborator şertlerinde alnan bolsa, suwberijiligiň takyklygy pes bolýar. Suwberijiligiň iň takyk bahasyny meýdan şertlerinde geçirilen suw sorduryş synaglarynyň üsti bilen alyp bolýar. Suwberijiligiň ( $\mu$ ) takmyny bahasyny süzülme koeffisiýentiniň ( $K$ ) üsti bilen alyp bolýar, mysal üçin, Betsinskiniň formulasy boýunça:

$$\mu = 0,117\sqrt[3]{K},$$

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.

## 10. Teýgumlaryň mehaniki häsiýetleri

Dag jynslarynyň mehaniki häsiýetleri olaryň daşky güýçleriň, ýüküň täsiri astynda özüni alyp barşyny kesgitleýär. Türkmenistanda gurulýan jaýlaryň, desgalaryň aglaba köpüsi toýunsow, çägesow, 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 deňeşdirme 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 eňşaklygyny 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 çägesow – toýunsow jynslaryň ýarsma we berklik görkezijileriniň öwrenilmegine uly üns berilýär.

### 10.1. Gysylma ukyby

Çägesow, 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.

Çägesow-toýunsow jynslaryň kompressiýa häsiýetleri aşakdaky şertlere baglydyr.

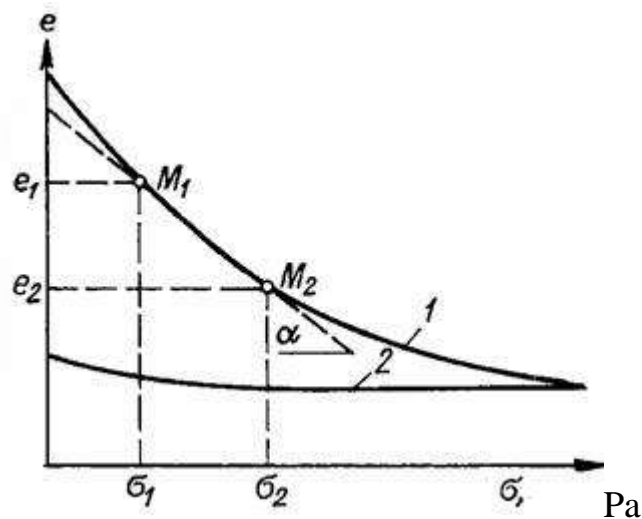
1. Jynslaryň ownuklyk derejesine, ýagny zire düzümine we şol sebäbe görä - strukturasyna bagly. Başga şertlere garamazdan, toýun, kirşen zirelerinden düzülen toýunsow jynslar çäge dänejiklerinden düzülen teýgumlardan köp we haýal çökýärler. Şonuň üçin yzgarly toýunlaryň üstünde gurlan desgalaryň çöküş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

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

3. Çägesow 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. Olar diňe daşky ýük teýgumuň berklik çäginde ýokary bolanda çökýär.
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.

**Kompressiýa häsiýetleri, kompressiýa egrisi.** Dagynyk teýgumlaryň ýarsma ukybyna baha kesmek dürli basyşda öýjüklilik koeffisiýentiniň azalmaklygynyň öwrenilmegine esaslanýar. Bu baglanyşyk kompressiýa egrisi görnüşinde berilýär (28-nji surat). Kompressiýa egrisinden görnüşi ýaly, her kesgitli  $\sigma_i$  basyşa  $e$  öýjüklilik koeffisiýentiniň degişli bahasy mahsus bolýar, ýagny basyş artdygyça, öýjüklilik koeffisiýenti kiçelýär.



28-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 göniniň basyş örki bilen emele getiryän  $\alpha$  burçunyň tangensi teýgumuň şu basyş aralygyndaky gysylma ukybyny häsiýetlendirýär.

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{e_1 - e_2}{\sigma_2 - \sigma_1} = \frac{-de}{d\sigma} = a,$$

Iş ýüzünde bu gatnaşyk **gysylma koeffisiýenti** ýa-da **kompressiýa koeffisiýenti** diýlip atlandyrylýar we **a** harpy bilen belgilenýär. Bu koeffisiýent näçe uly bolsa, teýgum şonça gowşakdyr, dykyzlaşmadykdyr. Bu koeffisiýentiň ölçeg birligi, öýjüklik koeffisiýentiniň ölçegsizligine görä, basyşyň alnan ölçeg birligine laýyklykda, ýa  $\text{MPa}^{-1}$  görnüşde, ýa-da  $10^{-5}\text{Pa}^{-1}$  görnüşde bolýar. Takmyny deňeşdirmelerde eger **a** koeffisiýentiň bahasy ( $\text{MPa}^{-1}$  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:

$$de = -a \cdot d\sigma,$$

Bu deňleme çägesow 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. Gukun kanuny boýunça, deňeşdirme ýarsmasy ( $\lambda$ ) täsir edýän  $\sigma$  dartgynlyk bilen deňpaýlydyr.

$$\lambda = \sigma / E,$$

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 [14]. Ol teýgumdaky dartgynlyk bilen oňa degişli deňeşdirme ýarsmanyň deňpaýlyk koeffisiýentidir.

$$\sigma_z = E_0 \cdot \varepsilon_z,$$

bu ýerde:

$\sigma_z$  – gysyjy dartgynlyk;

$E_0$  – umumy ýarsma moduly;

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

$$E_0 = \sigma_z / \varepsilon_z,$$

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

$$E_0 = \beta \frac{1 + e_1}{a},$$

bu ýerde:

$e_1$  – kompressiýa egrisinde  $\sigma_1$  ýüke degişli öýjüklilik koeffisiýenti;

$a$  -  $\sigma_1$  we  $\sigma_2$  basyş aralygy üçin kesgitlenen gysylma koeffisiýenti,  $\text{MPa}^{-1}$ ;

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

$\beta$  görkeziji keseligine giňelme ( $\mu$ ) koeffisiýentiniň ýa-da gapdal basyş koeffisiýentiniň ( $\xi$ ) üsti bilen şeýle formulalaryň haýsy-da bolsa biri arkaly kesgitlenýär:

$\beta = 1 - 2\mu / (1 - \mu)$  ýa-da

$$\beta = \frac{(1 - \xi)(1 + 2\xi)}{1 + \xi},$$

Köplenç hasaplamalarda  $\beta$  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 çägesow 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.

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

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

2) **suw süzdürijilige**; ýagny dykzlaşmanyň tizligi teýgumdaky suwlaryň gysylyp çykarylyş tizligine bagly bolýar. Öýjük suwlarynyň dyňzaw gradiýenti garalýan toýunsow jynsdaky öňki gradiýentden artmasa, suw gysylyp çykmaz we dykzlaşma 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 bölekleriň 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, 1976-1980 ýý.).

Teýgumlaryň gysylma ukyby meýdan synaglary bilen (şamply, pressiometrli synaglar), käbir laboratoriyalarda 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.

## 10.2. Teýgumlaryň berkligi we dagynyk teýgumlaryň süýşmä garşylygy

### *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 döwürmegi bilen häsiýetlendirilýär. Gysyş garşylygynyň san bahasy ( $R_c$ ) teýgumuň göwrüminiň hemme nokatlarynda dartgynlyk birmeňzeşdir diýen çaklamadan ugur alnyp, şeýle formula bilen kesgitlenýär:

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

bu ýerde:

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

$F$  – nusganyň kese kesiginiň meýdany,  $\text{sm}^2$ .

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 bitewi daş 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 döwürmegi (gaýry şertler birmeňzeş bolanda) dag jynslarynyň görnüşine baglylykda, port, ýarym port we süýgeşik bolup bilýär.

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

Teýgumlaryň süýgeşik döwürmesi (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, gysylp çykarylmasyna getirýär.

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



### ***Toýunsow teýgumlaryň birokly gysyşa garşylygy***

Toýunsow teýgumlaryň birokly gysyşa garşylygy bitewidaşlaryňka meňzeşdir. Tapawudy toýunlarda döwlüp-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 düzümlü 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 däl. Toýun bölekleriniň arasynda kolloidleriň köp bolmagynyň berkligiň artmagyna däl-de peselmegine getirýän wagtlary hem bolýar. Bu ýagdaý şeýle düşündirilýär: teýgumuň zire düzümi näçe birmeňzeş bolsa, şonça ol ýerde öýjüklilik artýar; bir alamatly zarýadlanan zireleriň agdyklyk etmegi bolsa, molekulýar we elektrostatik dartýş 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 çäginde golaýdyr.

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

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

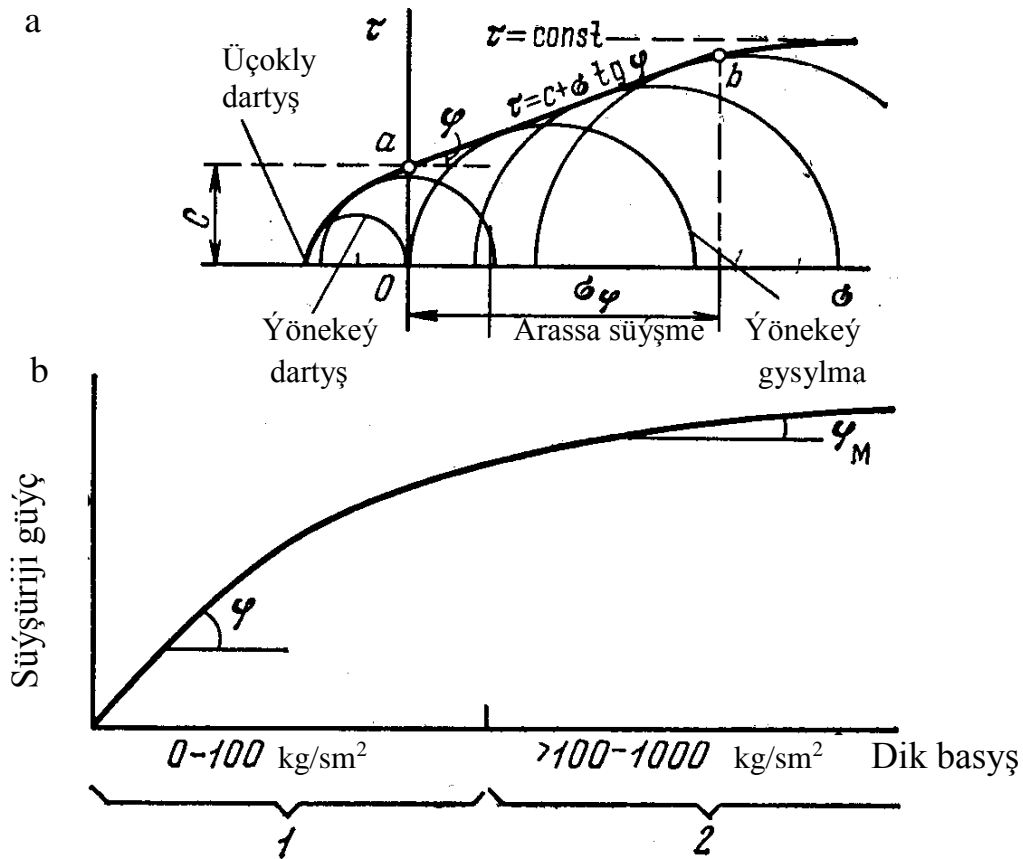
### ***Teýgumlaryň süýşmä garşylygy***

Süýşmä garşylyk çägesow we toýunsow jynslaryň berkligini, ýagny döwlüp-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 laboratoriya we meýdan şertlerinde kesgitlenişini 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 (29-njy surat). Gysýan basyşlaryň sebitinde süýşmä garşylyk, umuman, çäksiz artýar, emma çekiji (dartyjy) basyşlaryň sebitinde baglanyşykly teýgumuň berkliginiň belli çägi bolýar we egri çyzyk  $\tau$  örki (ordinatany) kesip geçýär (29-njy surat, a). Baglanyşyksyz teýgumlaryň dartyjy güýçlere garşylygy bolmany sebäpli, süýşmä garşylygyň egrisi örkleriň başlanýan (kesişýän) ýerinden çykýar (29-njy surat, b).



29-njy surat. Baglanyşykly (a) we baglanyşyksyz (b) teýgumlaryň süýşmä garşylygynyň perpendikulýar basyşa baglylygy:

- 1 – inžener-geologik işlerde duşýan basyşlar;
- 2 – tektonofizikleri gyzyklandyrýan basyş çäkleri

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

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi + c,$$

bu ýerde:

$\tau$  - aňrybaş süýşüriji dartgynlyk, kPa;

$\operatorname{tg} \varphi$  - içki sürtülme koeffisiýenti;

$\varphi$  - içki sürtülme burçy, gradusda;

$c$  – ilişme, kPa.

Çägelerde ilişme bolmaýanlygy sebäpli, süýşmä garşylyk şeýle aňladylýar:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi$$

Görkezilen ululyklar  $\varphi$  we  $c$  teýgumlaryň sürtülme we ilişme güýçlerinden düzülen süýşme garşylygy bolup, teýgumlaryň berkligi direg desgalara, ýerasty desgalara basyş hasaplananda giňden ulanylýarlar.

Dagynyk teýgumlaryň sürtülmä garşylygy olaryň zire düzümine bagly. Teýgumy düzyň zireler näçe iri, üstleri büdür-südür, zireleriň ýerleşşi näçe dykyz bolsa, şonça sürtülme köp bolýar.

Ilişme, esasan, baglanyşykly toýunsow jynslara degişli. Ol teýgumy düzyň zireleriň arasynda döreyän digirlenme (koagulyasiýa) sementleşme baglanyşyklaryň kemala gelmegi bilen döreyär. Bu baglanyşyklara täsir edýän şertlere zireleriň maýdalygy, in maýda zireleriň mineral düzümi, dykyzlyk, çyglylyk, sementleşmäniň barlygy, sementiň düzümi, teýgumuň tebigy durkunyň üýtgedilenligi degişlidirler.

Toýunsow we çägesow teýgumlaryň berkligini we süýşmä garşylygyny kesgitlemek üçin birnäçe usullar ulanylýar: berklik çäginde birokly gysyş bilen laboratoriyada kesgitlemek (TDS-17245-79), meýdan şertlerinde teýgumlary aýlawly kesme bilen barlamak (TDS-21719-76), teýgumlary üçokly gysyş abzalynda barlamak we başgalar. Emma in giňden ulanylýan usula teýgumlaryň bir tekizlikde kesilmä garşylygyny laboratoriyada kesgitlemek usullary (TDS-12248-96) degişlidir. Bu usul görkezilen standart boýunça jaýlaryň we desgalaryň hemme görnüşleriniň gurluşygyny esaslandyrmakda ulanmaga hödürlenýär.

## 11. 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.

### 11.1. Synplamalaryň görnüşleri

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

**Umumy synplamalaryň** maksady iň köp ýaýran dag jynslarynyň kysymalarynyň 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 [22], ГОСТ 25100-95 [54] 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 [13] 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.

### ***TDS – 25100-95. Teýgumlar. Synplama***

Bu synplama Russiýada işlenip düzülen umumy synplamadyr. Ol gurluşygy standartlaşdyrmak we tehnikini normalaşdyrmak boýunça halkara ylmy-tehniki topar tarapyndan 1995-nji ýylyň aprel aýynyň 19-nynda kabul edildi. Bu synplama Ermenistanyň, Gazagystanyň, Gyrgyzystanyň, Russiýanyň, Täjigistanyň, Özbekistanyň wekilleri tarapyndan goldandy. 1999-njy ýylyň dekabry aýynyň 31-inde bu synplama TDS – 25100 – 95 belgi bilen Türkmenistanda hem işe girizildi.

Bu synplamada taksonomik birlikler şeýle alamatlara görä bölünýär:

- 1) **synp** – jisimara gurluş baglanyşyklaryň umumy häsiýeti boýunça;
- 2) **topar** – teýgumlaryň jisimara gurluş baglanyşygynyň hili boýunça (olaryň berkligi göz önünde tutulyp);
- 3) **toparça** – teýgumlaryň gelip çykyşy (şejeresi) we emele geliş şertleri boýunça;
- 4) **kysym** – teýgumlaryň madda düzümi boýunça;
- 5) **görnüş** – teýgumlaryň atlary boýunça (jisim bölejikleriniň möçberleri we häsiýet görkezijileri göz önünde tutulyp);
- 6) **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.

### ***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. (18-nji tablisa).

Teýgumlaryň görnüşliklerini kesgitlemek üçin bu ýerde olaryň süzülme koeffisiýenti, dykzlygy, 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 (19-njy tablisa)

**Tebigy dagynyk teýgumlaryň synpy**

Synp	Topar	Toparça	Kysym	Görnüş	Görnüşlikler
1	2	3	4	5	6
Dagynyk (mekaniki we suw-kolloid jisimara baglanyşykly)	Baglanyşyksyzlar	Çöktündiler	Iribölekli	<p>Zire düzümi boýunça bölünýärler:</p> <p>Harsaň (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse - läheň) teýgumy – 200 mm-den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa;</p> <p>Çagyl (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse - jyglym) teýgumy – 10 mm-den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa;</p> <p>Ownuk çagyl (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse – ownuk jyglym) teýgumy - 2 mm –den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa.</p>	<p>Bölünýärler:</p> <p>1.doldurgyjyň düzümi boýunça;</p> <p>2.zire düzüminiň dürlülük derejesi boýunça;</p> <p>3.duzlulyk derejesi boýunça;</p> <p>4.suw süzdürijilik derejesi boýunça;</p> <p>5.çyglylyk derejesi boýunça.</p>
				<p>Zire düzümi boýunça bölünýärler:</p> <p>Daşly çäge – 2 mm-den uly zireler agramy boýunça 25 göterimden köp bolsa;</p> <p>Iri çäge – 0,5 mm-den uly zireler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa;</p> <p>Aram möçberli çäge – 0,25 mm-den uly zireler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa;</p> <p>Ownuk çäge – 0,1 mm-den uly zireler agramy boýunça 75 göterime deň ýa-da köp bolsa;</p> <p>Kirşenli çäge – 0,1 mm-den uly zireler agramy boýunça 75 göterimden az bolsa.</p>	<p>Bölünýärler:</p> <p>1.zire düzüminiň dürlülük derejesi boýunça;</p> <p>2.dykzlyk derejesi boýunça;</p> <p>3.çyglylyk derejesi boýunça;</p> <p>4.duzlulyk derejesi boýunça;</p> <p>5.organiki maddalaryň deňşdirme mukdary boýunça;</p> <p>6.yzgarlap çökmäniň deňşdirme bahasy boýunça;</p> <p>7.öýjüklilik koeffi-siýenti boýunça;</p> <p>8.suw süzdürijilik derejesi boýunça.</p>
			Minerallilar	Silikatlylar, karbonatlylar, köpminerallilar	
			Çägel		

18-nji tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6	7
Dagynyk	Baglanyşyksyzlar	Çökündiler	Toýunsowlar	Minerallýlar	Zire düzümi – toýun parçalarynyň (< 0,002 mm) mukdary (Mc, %) boýunça (2 mm-den uly zireleriň mukdarynyň 50 göterimden az bolmak şerti bilen): 1)Gumbaýraklar... $3 \leq Mc \leq 10$ 2)Topurlar... $10 < Mc \leq 30$ 3)Toýunlar ... $Mc > 30\%$	Bölünýärler: 1. zire düzümi boýunça; 2. iribölek parçalaryň garyndylary boýunça; 3. ýaýylma görkeziji boýunça; 4. organiki maddalaryň deňeşdirme mukdary boýunça; 5. ýüksüzkä yzgarlap çişmäniň deňeşdirme bahasy boýunça; 6. yzgarlap çökmäniň deňeşdirme bahasy boýunça; 7. suw süzdürijilik derejesi boýunça; 8. duzlulyk derejesi boýunça.
				Organiki – minerallýlar	Läbikler	

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

19-njy tablisa

## Tehnogen teýgumlaryň synpy

Topar	Toparça		Kysym	Görnüş	Görnüşlikler	
Sementleşmedik çökündi teýgumlar	Tebigy ýatan ýerinde üýtgedilenler	Fiziki täsir bilen üýtgedilenler	Tebigy dagynyk teýgumlaryňky ýaly	Tebigy dagynyk teýgumlaryňky ýaly	Tehnogen teýgumlaryň düzümi we häsiýet aýratynlyklary göz önünde tutulyp, tebigy teýgumlaryň görmüşlikleriniň bölünişine kybapdaş bölünýärler	
		Fiziki we himiki täsir bilen üýtgedilenler				
	Tebigy ýatan ýerinden gozgananlar	Süýşürilen teýgumlar				
		Akdyrylan teýgumlar				
	Adamtarapyn dörentgiler	Dökülen zibiller	Önümçiligiň we adamyň hojalyk işleriniň galyny-dylary	Durmuşy zibiller, senagat zibilleri, gurluşyk galyny-dylary, şlaklar, şamlar-küller, külşlaklar we başg.		
		Akdyrylan zibiller				

## **11.2. Özboluşly we amatsyz teýgumlaryň häsiýetnamasy we olaryň bähbitsiz häsiýetlerini gowulandyrmagyň ýollary hakda düşünje**

**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.

**Özboluşly** 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, özboluşly teýgumlaryň sanawyna: yzgarlanda çököň, 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.

### ***Teýgumlaryň häsiýetlerini emeli ýollar bilen gowulandyrmagyň usullary***

**Usullaryň toparlanyşy.** Tebigatda duşýan teýgumlaryň dyklylygynyň, berkliginiň, durnuklylygynyň pes ýerleri, çyglylygynyň, suwlulygynyň, suw süzdürijiliginiň, ýarsma ukybynyň ýokary ýerleri seýrek duşmaýar. Şeýle amatsyzlyklar taslanýan desgalaryň durnuklylygyna, gurluşyk işleriniň geçirilişine, geologik prosesleriň 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 (dyklylama, sarsgynly synçama we başg.);
- 2) fiziki usullar (çalykdyrma, elektroosmosly çalykdyrma, gyzdýryp 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 üns bermegine mynasypdyr.

**Bitewidaş we ýarymbitewidaş jynslaryň** amatsyz taraplary köplenç olaryň jaýryklylygy, köwekliligi we weýranlaşanlygy bilen bagly bolup bilýär. Olaryň bitewiligini dikeltmek, dyklylygyny, 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, iňnepisint süzgüçler bilen çalykdyrma, çuňaldylan, uzaldylan we kese goýlan süzgüçler bilen çalykdyrma, bir erginli silikatlama, doňdurma ýaly usullar ulanylýar.

Bu ýerde agzalan usullaryň käbirleri hakda gysgaça maglumat berilýär.

1. **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 wagtlyry hem bolýar [38].

**Baslykdyrma** teýgumuň üstünden agyr ýüki togalamak (katoklary sürmek) arkaly geçirilýär. Teýguma düşýän ýük gytak bolup, ol togalanyp sürülýän enjamyň (каток) 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 barylmaladyr.

**Synçgylyr ýa-da küdüňler** (trambowkalar) demirden ýa-da demirbetondan ýasalyp dürli agramda bolýar. 7 tonna agramly synçgylyr yzgarlanda çökýän lýos jynslaryny 3,0-3,5 m çuňluga çenli dykyzlandyrýar. Soňky döwürde dörän aşa agyr synçgylyr (agramy 80-100 t 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 ýygylgy we gerimi bilen tapawutlanýarlar. Ýygylgyň azalyp, gerimiň ulalmagy bilen, sarsgynly täsir sarsgynly-urguly täsire öwrülýär.

Baslykdyrma, synçgama, sarsdyrma usullary desganyň binýadyny ýa-da ýerasty bölegini ýerleşdirmek üçin gazylyan ganawlaryň we hendekleriň düýbünü dykyzlandyрма (вытрамбование) üçin giňden ulanylýar.

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

- 1) hendeğiň düýbi taslama belgisinden aşaklygyna, gurulmaly düşegiň galyňlygyna baglylykda, çuňaldylýar;
- 2) hendeğiň düýbüne zerur ýagdaýda galyňlygy 15 sm yzgar äkidiji jyglym ýazylýar;
- 3) daşly - çägeli garyndy taýýarlanylýar, onuň düzüminiň (agramy boýunça) 60-65%-i 5-2 mm diametrli ownuk çagyldan, galan 35-40%-i  $d < 2$  mm çäge, gumbaýrak-toýun doldurgyçdan ybarat bolýar;
- 4) ýasalan garyndynyň çygylgy amatly derejä (15-17%-e) ýetirilip, öňki düşelen jyglymyň üstüne 15 sm galyňlykda ýazylýar we agramy 6-8 t sarsgynly katok bilen baslykdyrylýar. Katogyň öwran-öwrän gatnamasy düşegi düzýän emeli teýgumuň gury halyndaky dykyzlygy  $\rho_d \geq 2,1 \text{ t/m}^3$ -e, berklilik we ýarsma görkezijileri: içki sürtülme burçy  $40^\circ$ -a, ilişme 12 kPa-a, ýarsma moduly 70 MPa-a, hasap garşylygy  $R=500 \text{ kPa}$ -a ýetýänçä dowam etdirilýär (zerur şertlerde agzalan sanlar başgaça bolup biler);
- 5) dykyzlandyrylan gatlagyň üstüne ýene 15 sm 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 ýetýänçä dowam etdirilýär.

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

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

2. **Çalykdyрма**, 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 aýyрма, zeýkeş, açyk we ýapyk (wakuumly) suwpeseldiji guýular, iňnepisint süzgüçler arkaly, käte elektroosmos usuly we başgalar bilen amala aşyrylýar.

Türkmenistanda gurluşyk we ulanyş suwpeseldişinde dik zeýkeş guýulary örän giňden ulanylýar. Olaryň aglaba köpüsünde suw guýa (skwažina) 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 goralmany desgalaryň talaplaryna, suwly gatlagyň suw berijiligine baglylykda, dik zeýkeşlere degişli kakylan süzgüç sütünli iňnepisint 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, 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 çykamak 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 önünde tutulmalydyr.

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

Işiň geçirilişi şeýleräk: 0,5-1 m-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.

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

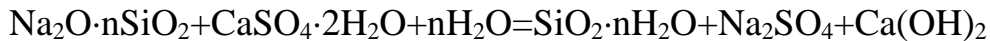
**Iki erginli silikatlama** süzülme koeffisiýenti 2-80 m/g-g aralykda bolan çägeləriň berkligini, durnuklylygyny we suw geçirmezlik ukybyny artdyrmak üçin ulanylýar. Burawlanan guýa basyş bilen, ilki suwuk aýna, soňra hlorly kalsiniň ergini

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 ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) emele getirýär we çäge sementlenýär:



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 ( $\text{NaCl}$ ) ergini goşulýar:



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

5. **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.

6. **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 1 m). Netijede, diňe suw süzdürijilik düýpli peselýär, berklik üýtgemeyär. Emma öýjük-jaýryklary dolduran bitum ýuwulup aýrylmaýar, iýji 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 (koagulyant) hökmünde  $\text{CaCl}_2$  goşulýar. Digirlendirijiniň täsiri bilen çöken bitum öýjükleriň, jaýryklaryň 40-75% göwrümini doldurýar we suw süzdürijiligi peseldýär.

7. **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  $d=1,5-3$  m bolan kerpige çalymdaş bekän teýgum

emele gelýar. Bu teýgum yzgarlan ýagdaýynda-da çökmek ukybyny doly ýitirýär, berklik 150-200 kPa-a çenli artýar.

#### **IV. Inžener geodinamikasy ylymynyň esaslary**

##### **12. Inžener geologiýasynda geologik prosesleriň öwrenilişi we olaryň synplanyşy**

Sebitde täze gurluşyk ýa-da ýerleriň özleşdirilişi meýilleşdirilende bu işlere gelejekde haýsy geologik prosesleriň täsir ýetirjekligi, niýetlenýän işleriň daşky gurşawa nähili täsir ýetirjekligi çaklanýar. Belli desganyň taslamasy üçin geologik prosesler has içgin öwrenilip, olaryň ýaýrawy, ösüş depgini, ýetirjek zyýanly täsirleri, göreş çäreleri anyklanýar. Taslamanyň soňky tapgyry üçin düzülen çaklama geologik prosesleriň hem giňişlikde, hem wagtyň dowamynda üýtgew düzgünini öz içine almalydyr. Şeýle çaklamalar talaba laýyk düzülende, teýgumlaryň häsiýetleri degişli derejede öwrenilende, desgalaryň gurulmaly ýerlerini amatly saýlamak, göwnejaý gurmak, gurlan desgalary uzak wagtlap endişesiz ulanmak başardýar.

Gurluşyk ýa-da özleşdiriliş üçin ýer saýlananda, inžener-geologik ýagdaýlardan başga şertler bijebaşy hasaplanylýan wagtlary seýrek bolmaýar. Köplenç ykdysady we beýleki bähbitler tutaryk edinilýär. Bu ýagdaýda inžener-geologyň işi has wajypdyr – ol inž amatly ýer bolmasa-da, bar bolan şertleriň guruljak desga bilen özara amatly baglanyşygyny gazanmagyň ýollaryny agtarmaly bolýar.

Köp ýagdaýlarda taslama düzülende esasy üns howply geologik hadysalara (ýer titremelere, süýşgünlere, sillere, yzgarlap çökmelere) gönükdirilýär. Emma haýallyk bilen ösýän, bada-bat göz-görtele zyýan ýetirmeýän ýaly bolup görünýän prosesler, hadysalar (tektonik hereketler, dag jynslarynyň weýranlaşmasy, çägeleriň süýşmesi we başg.) hem üns berilmäge mynasypdyrlar. Mysal üçin, tektonik hereketler beýik bentleriň taslamasy düzülende, dag jynslarynyň weýranlaşmasy – gazma ýollaryň raýyşlarynyň ulanylyş möhleti kesgitlenende hasaba alynmalydyr. Şol sebäpli inžener-geologik gözleglerde geologik prosesleriň hemmesi (howpa, heläkçilige alyp barýanlygyna, barmaýanlygyna garamazdan) öwrenilmelidir.

Geologik prosesler geologiýanyň başga bir pudagy – dinamiki geologiýa tarapyndan hem öwrenilýär. Emma inžener geodinamikasy bilen dinamiki geologiýanyň arasynda düýpli tapawut bardyr. Dinamiki geologiýa adamyň alyp barýan işlerine bagly bolman, geologik prosesleri umumy geologik nukdaýnazardan öwrenýär. Inžener geodinamikasy geologik prosesleri adamyň geçirýän işleri bilen, tebigy şertleriň şol işleriň täsiri astynda üýtgewi bilen baglylykda öwrenýär. Inžener geologiýasy (inžener geodinamikasy) şol prosesleriň amatsyz ugra tarap ösmeginiň önüni almaga, zerur çäreleri, ündemeleri işläp düzmäge gönükdirilýär.

Geodinamiki prosesler öňden duran, taslanýan we gurulýan jaýlaryň, desgalaryň abatlygyna, durnuklylygyna düýpli täsir edýär. Geologik prosesler we hadysalar geologik gurşawyň düzüminde näsazlygyň dörän, tebigy deňagramlylygyň

bozlan ýerlerinde duşýarlar. Şol sebäpli inžener geodinamikasynyň nazary esaslary bolup prosesler bilen hadysalaryň arasyndaky baglanyşyk, çäk deňagramlylyk kanunlary, mysal üçin, dag jynslarynyň ýapylardaky, eňňitlerdäki durnuklylygy we olary süýşürmek ýa-da gowşatmak üçin täsir edýän güýçleriň arasyndaky deňagramlylyk hyzmat edýär.

### ***Geologik prosesler we hadysalar***

Ýeriň ýüzünde onuň keşbini, durkuny üýtgedýän dürli prosesler (özgerişler) we hadysalar bolup dur. Olara dag jynslarynyň dagap weýranlaşmagy, derýalaryň, deňizleriň kenarlarynyň ýuwulup opurylmasy, ýer titremeleri we beýlekiler degişlidir. Gelip çykyşy boýunça olar **ekzogen proseslere**, ýagny daşky sebäplere görä döreýänlere we **endogen proseslere** – ýeriň içki energiýasy bilen baglylykda döreýänlere bölünýärler.

Ekzogen geologik prosesler geologik gurşawyň atmosfera (howa gurşawy), gidrosfera (suw gurşawy), biosfera (janly gurşaw) bilen özara täsirleşmesiniň netijesidir. Endogen prosesler ýeriň içki gurluşynyň daşky gurşawlar bilen täsirleşmesidir. Endogen we ekzogen prosesleriň üzülmez arabaglanyşygy islendik ýeriň inžener-geologik şertleriniň aýratynlygyny häsiýetlendirýär.

Bu iki topara degişli prosesler we hadysalar tebigatda aýry-aýrylykda ýa-da bilelikde, üznüksiz yzygiderli ýa-da salymlaýyn bolup geçýärler.

**Geologik proses** diýlip, örän haýal bolup geçýän, uzaga çekýän hereketlere, özgerişlere düşünilýär. Mysal üçin, Ýer gabygynyň jümmüşinde tektonik sebäplere görä gatlaklar toplumynyň gysylmagy, süýnmegi sebäpli, dartgynlygyň artmagy geologik prosesdir (özgerişdir).

**Geologik hadysa** şol uzaga çeken dartgynlygyň, haýsy-da bolsa, bir garşylyk görkezýän güýje rüstem çykyp gowşamagy, köşeşmegidir. Mysal üçin, ýeriň aşagyndaky şol dyňzap duran dartgynlygyň berk gatlaklary jaýryp, syndyranda döreýän sarsgynyň ýeriň ýüzüni endiredip, ýer titremesine sebäp bolmagy, jaý desgalary göz gyrpyş salymynda weýran etmegi geologik hadysadyr.

Eger agzalan prosesler, hadysalar tebigy sebäplere görä bolup geçýän bolsa, olara **geologik prosesler we hadysalar** diýilýär. Eger olaryň döremegine, ösüş depgininiň artmagyna adamyň geçirýän gurluşyk, önümçilik, hojalyk işleriniň düýpli täsiri bar bolsa, olara **inžener-geologik prosesler we hadysalar** diýilýär. Mysal üçin, gurlan jaýlaryň teýkarynyň çökmegi, öt-çöpi çapylan çägeleriň ýeliň ugruna süýşüp başlamagy, suwarymly ýerleriň zeýlemegi, şorlaşmagy we ş.m.

Inžener geodinamikasy şu agzalan geologik we inžener-geologik prosesleri we hadysalary öwrenip, olaryň çäklerini, ösüş depginini, jaý-desgalara, tebigy gurşawa abanýan howpy önünden hasaplap çaklaýan ylym pudagydyr. Umumylaşdyrylyp aýdylanda, inžener geodinamikasy çylşyrymly şertlerde döreýän gurluşyk endişelerini çözmelidir, tebigatyň saldamly bölegi bolup duran geologik gurşawy aýawly ulanmagyň we dolandyrmagyň nazary esaslaryny düzmelidir.

### ***Geologik prosesleriň we hadysalaryň synplanylyşy***

Geologik prosesler we hadysalar biri-birileri bilen üzülmez baglydyrlar, ýagny hadysa geologik prosesiň netijesidir, ýüze çykmasydyr. Mysal üçin, lýos jynslarynyň dürli ýol bilen yzgarlanmagy **proses**, netijede bolup geçýän yzgarlap çökme, dykyzlanma **hadysadyr**. Şol sebäpli bu iki düşüňjä bilelikde seredilse, bilelikde synplansa, talaba laýyk bolýar.

Ý. M. Sergeýewiň belleýşi ýaly, prosesler we hadysalar synplananda, olary juda ownuk toparlara bölmäge ymtylynman, synplamada geologik prosesleriň dörap – ösmeginde haýsy güýçleriň esasy orun eýeleýänligini tekrarlamak ýeterlik hasaplanylýar.

Inžener geologiýasynda prosesleriň synplamasy düzüleninde şeýle ýörelgelerden ugur alynýar:

- 1) synplamada şol bir wagtda tebigy geologik proseslere we adamtarapyn döran (inžener-geologik) proseslere garalmaly;
- 2) endogen we ekzogen proseslere deň derejede garalmaly;
- 3) proseslere dag jynslarynyň massiwlerinden üzňelikde seredilmeli däl;
- 4) geologik prosesler köp şertleriň täsiri astynda bolup geçýän hem bolsa, her bir prosesiň döremegi üçin belli bir hökmany şertiň zerurlygy bellenmeli.

Aşakda agzalan ýörelgeler boýunça Ý.M. Sergeýewiň hödürleýän synplamasynyň ýazgy beýany berilýär.

1. Ilki bilen hemme dag jynslary bitewiligi, berkligi, suwda ýumşajylygy boýunça: aýratyn berk, berk, berkligi ýeterlik däl we berkligi gowşak massiwlere bölünýärler.

Tebigy endogen prosesler (ýer gabygynyň hereketi, seýsmiki hadysalar, wulkan atylmalary, dag jynslarynyň weýranlaşmasy) hemme massiwlerde tektonik şertlere, klimata baglylykda ösýär.

Gysylma berkligi 120-140 MPa-dan ýokary bolan suwda ýumşamaýan aýratyn berk jynslaryň (bazalt, kwarsit we başg.) massiwinde gaýa gorp atmalarynyň bolmagy mümkin, emma suwda eremek bilen bagly hadysalar weli, bolup geçmeýär.

Berkligi 50-140 MPa aralygyndaky suwda durnuklylygy ýokary bolan jynslaryň massiwinde (granit, mermer, çägedaş, dolomitler we başgalar) pes derejede deňiz, derýa kenarlarynyň ýuwulup opurylmasynyň, eňaşak uçut gaýalarda gorp atmalaryň, kert ýapylarda dökülmeleriň, sulfatly, karbonatly bitewidäşlerde gowaklamalaryň bolmagy mümkin.

Berkligi aramdan pese çenli, ýagny gysylma berkligi 10-70 MPa aralygynda bolan jynslarda (toýunsow slaneslerde, çagyldaşlarda, hekdaşlarda, çägedaşlarda, kirşendaşlarda, toýundaşlarda, hek gumdaşlarda) deňiz, derýa kenarlarynyň ýuwulmasy, toprak gatlagynyň ýel-suw bilen äkidilmesi, ýapylarda dökülmeler, kertilip ýumrulmalar bolup geçýär.

Berkligi juda pes, ýagny howada gysylma berkligi 10 MPa-dan az, suwda 1 MPa-dan az, ýumşama koeffisiýenti 0,1-den pes jynslara (toýunsow çägedaşlar, hek, toýunlar, lýoslar, çägeler we başg.) belli şertlerde ýeletabyn hadysalar,

hokurdanlaşma, kenar – ýapylaryň ýuwulma – opurylmalary, eňňitlik hadysalary we başg. mahsusdyr.

Bu kitapda geologik prosesleriň we hadysalaryň ýazgy beýany inžener geologiýasynda görnükli yz galdyran F.P. Sawarenskiniň we I.W. Popowyň ýörelgeleri boýunça düzülen synplamanyň (20-nji tablisa) esasynda berilýär.

20-nji tablisa

### Geodinamiki özgerişleriň we hadysalaryň synplanylyşy

T.b.	Prosesler (özgerişler) we hadysalar	Olary kesgitleýän şertler
1.	Dag jynslarynyň weýaranlaşmagy, doňaklyk bilen bagly hadysalar	Klimat (howa şertleri)
2.	Çägeleriň süýşmegi	Ýeliň täsiri
3.	Jaranlaşma, derýalaryň, deňizleriň kenarynyň opurylmany, sil akymlyry	Akar suwlaryň täsiri
4.	Hokurdanlaşma, suwýarsuwlar (suwly çägeleriň süýşmegi). Gowaklama, yzgarlap çökme, şorlaşma	Ýerüsti we ýerasty suwlaryň täsiri
5.	Eňňitlik hadysalary	Ýapgytlarda, eňňitlerde ýeriň dartýş güýjüniň täsiri
6.	Seýsmik hadysalar, ýer gabygynyň asyrlaýyn yrgyldylary, otly çogmalar (wulkanlar)	Ýeriň içki energiýasy
7.	Desgalaryň teýkarynyň ýarasmasy, ýerasty işlerde dag jynslarynyň süýşmesi, suwuk we gaz görnüşli peýdaly baýlyklar çykarylyp alnanda ýeriň ýüzüniň çökmesi, suwarymly ekerançylykda, akabalaryň täsiri bilen ýerasty suwlaryň ýokary galmagy, zeýleme, suwbasma, şorlaşma, seýsmik täsirleriň güýjemegi we ş.m.	Adamyň önümçilik, gurluşyk we hojalyk işleri

## 13. Klimat bilen bagly prosesler we hadysalar: dag jynslarynyň weýranlaşmasy, doňaklyk hadysalary, ýeletabyn hadysalar

### 13.1. Dag jynslarynyň weýranlaşmasy

Howanyň temperaturasynyň üýtgewi, suwuň (ygalyň) mehaniki we himiki täsiri, ösümlikleriň, jandarlaryň durmuşy bilen bagly täsirleri zerarly dag jynslarynyň yzygiderli üýtgäp, gowşap dagamak prosesine **weýranlaşma** diýilýär. Tebigatda agzalan sebäpler bilelikde täsir edýärler, emma kesgitleýji täsir klimata degişlidir.

Weýranlaşma ýeriň ýüzünde başlanýar we ep-esli çuňluga çenli ene jynslary üýtgedýär, gowşadýar. Şeýle ýol bilen **weýranlaşma gabygy** emele gelýär.



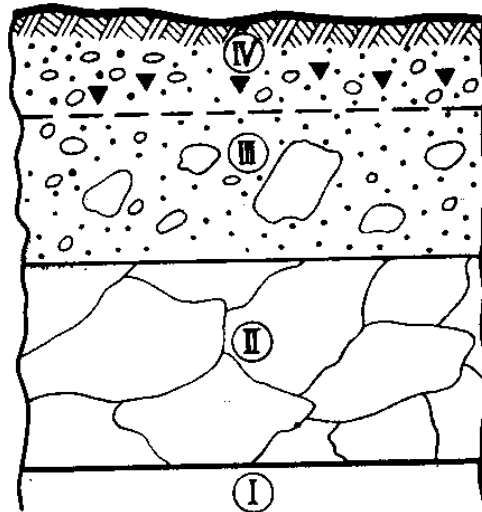
Weýranlaşma gabygynda jynslaryň owranma derejesi we berkliginiň üýtgewi çuňluk boýunça, geologik şertlere baglylykda, dürliüdir. Gurluşyk jähetden öwrenilende, weýranlaşan gatlaklar, weýranlaşma derejesine görä, zolaklara bölünýär.

N.W. Kolomenskiý weýranlaşma gabygyny 4 zolaga bölmegi makullaýar (30-njy surat):

I – Bitewi zolak. Weýranlaşmanyň täsiri azda-kände ýeten, emma, hakykatda, ene jynslaryň häsiýetleriniň saklanan zolagy;

II – Läheňler zolagy. Bu ýere weýranlaşmanyň täsiri doly aralaşan, bitewi ene gatlak aýry-aýry läheň daşlara bölünen. Berklik öňküden peselen, suw geçirijilik öňküden kän ýokary;

III – Ownan zireli zolak. Bu ýerde weýranlaşmanyň täsiri bilen läheň daşlar ownukly – irili jyglyma öwrülen, öňki minerallardan başga minerallar, esasan toýun minerallary emele gelen. Zolagyň berkligi pes, gysylma ukyby ýokary, suw süzdürijiligi dürli.



30-njy surat. Weýranlaşma gabygynyň gurluşy  
(N.W. Kolomenskiý boýunça):

I – bitewi zolak; II – läheňler zolagy; III – ownan zireli zolak; IV – külkelenen zolak

IV – Külkelenen zolak. Weýranlaşma gabygynyň iň ýokarky zolagy. Bu zolakda weýranlaşma tamamlanma tapgyrynda. Ene dag jynsy düýpgöter üýtgän, onuň düzüminde ikilenji minerallar agdyklyk edýär, ilkinjiler diňe garyndy görnüşinde duşýarlar. Zire düzümi boýunça bu zolak toýunsow-çägesow teýgumlardan düzülýär (30-njy surat).

Belli bir şertlerde weýranlaşyp dagan, owranan jynslaryň zireleri ýeliň, suwuň, agram güýjüniň täsiri bilen pes ýerlere tarap süýşýär, akýar. Dagüsti düzlüklerde, tekize golaý üstli ýapylarda weýranlaşan jynslar hiç ýere gitmän, ene jynslaryň üstünde ýapynja şekilli örtükleri emele getirýärler. Weýranlaşmanyň beýle uzaga

çeken ýerlerinde daşygan jynslar weýranlaşma durnukly toýunsow, kirşensow zirelere çenli ownaýarlar. Şu žeýilli gatlaklara **elýuwiý** diýilýär.

Elýuwiniň ýokarky bölegi lýoslaşan gumlardan (köplenç gumbaýraklardan) düzülýärler. Olaryň düzümindäki ene gatlagyň dürli möçberli bölekleri aşak gitdigiňçe köpelip, weýranlaşan gatlak dura-bara ene jynsa geçýär. Elýuwiniň galyňlygy Kopetdagyň tekizleşen ýerlerinde 1-2 santimetrden ençeme metre çenli ýetýär.

Inžener-geologik jäheden weýranlaşan jynslaryň berkliginiň ene jynslaryňkydan juda pesligini bellemeli.

Weýranlaşmanyň üç hili görnüşi bolýar: fiziki, himiki we biologik weýranlaşmalar.

**Fiziki weýranlaşma** dag jynslarynyň mehaniki dagamagy, ýagny olaryň bitewiliginiň bozlup jaýryklaryň emele gelmegi, dura-bara gowşap, pytrap dagamagydyr. Bu özgeriş daşky gurşawyň temperaturasynyň pasyllaýyn, gije-gündiziň dowamynda üýtgew tizligi we gerimi bilen bagly. Dag jynslary, adaty, dürli düzümlü, dürli häsiýetli we dürli möçberli mineral bölejiklerinden düzülendirler. Minerallaryň gyžanda-sowanda dürli derejede giňäp-gysylýanlygy sebäpli, teýgumlaryň sepleri kem-kemden gowşaýarlar. Bu özgerişe başga şertler hem täsir edýär. Güneý eňnitde ýatan garamtyl jynslar has gaty gyžyp, tiz dagaýarlar, guzaý tarapda ýerleşen we agymtyl reňkli jynslar az gyžyp, haýalrak weýranlaşýarlar we ş.m.

Türkmenistanyň guraksy çöllük klimatynda daglyk ýerlerde fiziki weýranlaşma iňňän ösendir. Fiziki weýranlaşmanyň netijesinde dag jynslarynyň diňe häsiýetleri üýtgeýär, olaryň berkligi peselýär, öýjükliligi we suw geçirijiligi artýar.

**Himiki weýranlaşma** dag jynslarynyň himiki düzüminiň üýtgemegi bilen bagly. Özgeriş durnuksyz minerallaryň eremegi, himiki bagly suwlaryň döremegi, ýitmegi we gaýry prosesleriň netijesinde bolup geçýär. Bu hili weýranlaşma çygly we yssy klimatda giň ýaýrandyr. Beýle weýranlaşmada dag jynslarynyň belli bir böleginiň eräp, suw bilen äkidilmegi sebäpli, boşluklar, gowalçyklar emele gelip bilýär ýa-da suwuň, kömürturşy gazyň täsiri bilen jynslary düzyän minerallar dargap we başgaça birleşip täze minerallara öwrülse, dag jynsy düýpgöter üýtgäp bilýär. Mysal üçin, gaty meýdan şpatlaryndan kesek ýaly ýumşak minerallar (kaolinit, montmorillonit we ş.m.) emele gelýär.

Dag jynslary ep-esli derejede jandarlaryň we ösümlikleriň täsiri bilen hem üýtgeýärler. Bu hili weýranlaşma **biologik weýranlaşma** diýilýär, ol mylaýym we ýyly howaly ýerlerde güýçli ösendir. Iri ösümlikler berk jynslary hem gowşadýar, mysal üçin, arçalar bitewidaş gatlaklary jaýyrýarlar. Iri jandarlar, esasan, ýumşak jynslary özgerdýärler: alakalar, syçanlar ýerleri kürümläýärler, bogunaýaklylar ownukdan şahaly hinleri gazmak bilen, dag jynslarynyň öýjükliligini artdyrýarlar we ş.m.

Biologik weýranlaşmanyň çökder bölegi göze görünmeýän suwotularyň, mahluklaryň, bakteriýalaryň ýaşaýşy bilen bagly bolup geçýär. Muňa iň sadaja mysal,

dagda duşýan harsaň daşlaryň üstünde ýazyna ýaşyl reňkli mahmal ýaly ýumşak örtük bardyr (tomus olar eýýäm gurap gara reňke öwrülýär). Eger şol örtügi dyrmap aýyrsaň, aşagynda gum bardyr. Şol gumlar inňän ownuk suwotularyň ösüş ýolunda gaty daşdan (çägedaşdan, kirşendaşdan we ş.m.) emele gelýän täze önümler-toýunsow jynslardyr.

Dag jynslarynyň weýranlaşmagyna garşy dürli göreş ýollary ulanylýar. Olara howp abanýan jynslaryň üstüni suw, howa geçirmeýän maddalar bilen örtmek (toýun, sement, gudron, polietilen bilen we ş.m.), eremegi ähtimal bolan jynslaryň içinden geçjek suwlary gapdala sowmak we ş.m. degişlidirler.

### 13.2. Doňaklyk hadysalary

Doňaklyk hadysalary Türkmenistanda ýok diýen ýaly hem bolsa, talyplara olar hakda umumy zatlary bilmek peýdalydyr.

Doňaklyk hadysalary hemişelik we möwsümleýin doň teýgumlaryň ýaýran ýerlerinde duşýarlar. **Hemişelik (köpýyllyk) doň teýgumlaryň** tomsuna möwsümleýin doňy çözülmegi (1-2 m çuňluga çenli) bolýar, olar birnäçe aýlap, hepdeläp, günläp doň ýagdaýyny wagtlaýyn ýitirýärler. Hemişelik doň teýgumlar howanyň ýyl boýunça ortaça temperaturasy 0°C-dan pes bolan ýerlerde (polýar çyzygyndan aňyrdan, Sibirde, Uzak Gündogarda, beýik daglaryň üstünde we ş.m.) duşýar. **Möwsümleýin doň teýgumlar** diňe aý boýunça, hepde boýunça temperaturalaryň 0°C-dan pese düşýän ýerlerine mahsusdyr. Türkmenistanda, howanyň ýyl boýunça ortaça temperaturasy 15-17°C aralygynda, şol sebäpli bu ýerde diňe gysga wagtyk 0,5-0,8 m-e çenli galyňlykda doň ýagdaýyny saklaýan teýgumlar duşýar.

Doňaklyk proses-hadysalaryň esasy sanawyna doňup çişme, eräp gowaklanma (termokarst), buz örtmeleri (naledler), soliflyuksiýa degişlidirler.

**Doňup çişme** suwdan doýgun toýunsow-kirşensow teýgumlaryň doňmagynyň netijesinde, göwrüminiň ulalmagydyr. Bu hadysa sebäpli ýeriň ýüzüniň aýry-aýry bölekleri 0,2-0,5 m beýiklige çenli güberýär, ýol örtüginin, demir ýoluň relsleriniň üstünde tolkunly, ýygirtly keşpler emele gelýär, ulag serişdeleriniň hereketi üçin päsgelçilik, howp döreýär. Käbir şertlerde doňýan gatlak doňasty ýerasty suwlar bilen galtaşýan bolsa, şol suwlaryň ýyllar boýy doňup, ýokary galmagynyň netijesinde, beýikligi onlarça metre ýetýän doň depeler emele gelýär.

**Eräp gowaklanmanyň** alamatlary doň teýgumlaryň, olaryň arasyndaky buzlaryň eräp, göwrümini kiçeltmegi netijesinde, emele gelýän çöketlikler, oýlar, gorp atmalardyr. Ýazyna ýeriň ýüzündäki buz suwa öwrülse, suwdan doly bir oýjagaz döreýär. Suwuň ýylylyk geçirijiliginiň ýokarylygy sebäpli, ereme prosesi güýçlenýär, oýtum guýguç şekilini alýar, soňra gyalary ýumrulyp, çuňluga birnäçe, ini-onlarça metre çenli ýetýän çukur emele gelýär. Şu proses jaýlaryň aşagynda ýere gidýän ýylylygyň hasabyna dörese, jaýyň ýarsmasy, çökmesi bolup geçýär.

**Buz örtmeleri** (naledler) üsti doň teýgumlar bilen örtülgi ýerasty suwlaryň ýa-da buzuň aşagyndaky akaba suwlaryň ýeriň ýüzüne yzygiderli çykyp doňmagy zerarly, döreýän buz toplumlarydyr. Şeýle buzlanmalaryň meýdany 80 km<sup>2</sup>-e, göwrümi 200 mln. m<sup>3</sup>-e ýetýän ýerleri bar (Ýakutystan). Şeýle buzlanmalar ýollaryň, köprüleriň, käte jaý-desgalaryň üstüni buz bilen örtüp, erän möwsümünde suw joşma howpuny döredip, kynçylyklara getirip bilýär.

**Soliflýuksiýa** ýapylaryň ýüzündäki doň teýgumlaryň erände döreýän akgyn halyna geçen toýunsow jynslaryň öz agramynyň täsiri bilen akyp süýşmegidir.

Doňaklyk prosesleriniň, hadysalarynyň garşysyna göreş çäreleri şeýle ýörelgeler boýunça alnyp barylýar:

- 1) teýgumlaryň doňmasy, doňy çözülmegi hasaba alynman geçirilýän gurluşyk; bu usul bitewidäş, ýarymbitewidäş teýgumlaryň, şeýle-de doňy çözülmegi göwrümini kän kiçeltmeýän teýgumlaryň ýaýran ýerlerinde ulanylýar;
- 2) teýgumlaryň doň ýagdaýyny desgalaryň ulanyş döwründe saklamak şerti bilen geçirilýän gurluşyk; bu usul düzüminde buzy köp saklaýan we doňy çözülmegi aňa köp çökyän teýgumlarda ulanylýar; teýgumlaryň tebigy termik şertlerini bozman saklamak üçin, jaý-desgalar ýerüsti sütünleriň üstünde gurnalýar;
- 3) doň teýgumlar erände döreýän ýarsmalaryň juda çäkli ýerlerinde geçirilýän gurluşyk; bu usul iribölekli doň jynslarda ulanylýar; sebäbi olar erände-de binýadasty teýgumlar çogup çykmaýarlar, gapdala süýşmeýärler;
- 4) doň teýgumlaryň doňy çözlüp, soňra dykyzlandyrylyp geçirilýän gurluşyk.

**Doňup çişme** hadysalaryna garşy göreş çäreleri aşakdakylara syrykdyrylýar:

- doňanda çişýän teýgumlar ýeriň ýüzüni tekizleme we zeykeşleri gurma arkaly çalykdyrylýar;
- teýgumlaryň doňma çuňlugyny peseltmek üçin ýollar ýylylyk geçirmeýän material (şlak) bilen örtülýär.

**Buz örtmelerinden** goranmak üçin, buzlugyň süýşüp geljek ugrunda gaçylar galdyrylýar, çuň garymlar gazylýar.

**Soliflýuksiýadan** goranmak üçin, ýapylaryň üstünde dürli ösümlükler ekilýär, oturdylýar, ýapylaryň eňaşaklyk derejesi peseldilýär we ş.m.

### 13.3. Ýeletabyn hadysalar

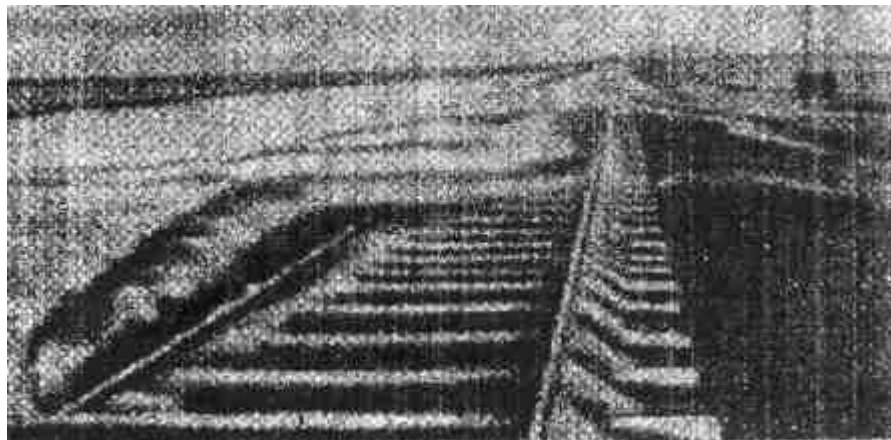
Weýranlaşmanyň netijesinde emele gelýän owrantgylaryň, esasan, çäge zirelerinin süýşmegi, sowrulmagy netijesinde ýeriň ýüzüniň keşbi üýtgeýär: çäge depeleri, urpaklar bir ýerden başga ýere göçýär, çäge dänejikleri gaty jynslara yzygiderli sürtülip, urlup olary ýonýar, inçeldýär.

Bu çäge süýşme hadysalary Türkmenistanda gindeň ýaýrandyr. Ýeliň öwüsýän ugurlaryna, tizligine, çägelereň üstüniň ösümlükler bilen (ýylak, saz, çerkez, gandum we ş.m.) örtüliligine baglylykda, Garagum çölünde çäge depeleri, aňnatlary, ulgamlary, gerişleri, çägeara oýlar, gollar emele gelýär.

Ýeletabyn hadysalaryň durmuşda hojalyk pudaklaryna ýetirýän esasy täsiri dürli desgalaryň (ýollaryň, oba-şäherçeleriň, akabalaryň) üstüniň göçýän, süýşýän çägeler bilen örtülmegi, gömülmegidir. Agzalan zyýanly hadysanyň döremegi, ösmegi **tebigy** we **emeli sebäplere** bagly bolýar.

**Tebigy sebäpler** klimatyň aýry-aýry görkezijileriniň (ygallylyk, gurakçylyk, ýeliň ugrunyň, gaýtalanýş ýygylgynyň, tizliginiň we ş.m.) üýtgemegi bilen bagly bolup biler.

**Emeli sebäpler** adamyň gurluşyk, hojalyk, önümçilik işleri bilen bagly bolýar: ýol gurluşygy, odun-çöpleriň çapylmagy, çäge depeleriniň düzlenmegi netijesinde we ş.m. örtükli, ýele sowrulmaýan çägeler süýşýän, tozaýan çägelere öwrülýärler. Çäge zireleri (dänejikleri) süýşüp, togalanyp, ýeliň güýjüne görterilip, ýolundan çykan päsgelçilikleriň önünde, üstünde ýa-da yzynda toplanýar, ulag gatnawyna, oba-şäher gurluşygyna, durmuşyna zyýan ýetirýär (31-nji surat).



31-nji surat. Demir ýoluň süýşýän çägeler bilen gömülmegi

Şeýlelikde, ýel bilen bagly prosesleri ýumrujy we dörediji toparlara bölüp bolýar.

Dag jynslarynyň ýumrulmagy, birinjiden ýeliň zarby bilen gelýän ownuk zireleriň päsgelçilige urlup, süýkelip, olary kertmegi netijesinde (korraziýa), ikinjiden çägesow-toýunsow jynslaryň käte şorlaryň üstüni örtüp duran duz gyypaklarynyň sowrulyp äkidilmegi netijesinde bolup geçýär. Bu iki proses şol bir wagtda bolup geçse-de **kertilme** bitewidaş jynslara, **sowrulma** çägelere, hürpüge öwrülen toýunsow jynslara mahsusdyr.

Günbatar Türkmenistanda güýçli ýeliň yzygiderli öwürýän ýerlerinde demir-betondan ýasalan aragatnaşyk sütünleriniň aşaky bölegi, çägeləriň üznüksiz urulmagy netijesinde, sementini ýitirýär, inçelýär; edil şol ýerdäki agaç sütünleriň çeyelik häsiýeti olary çägeli ýeliň ýumrujy täsirinden goraýar.

Sowrulmanyň möçberi Garagumda we Günbatar Türkmenistanda uludyr. Garagum çölünde aňňatara gollaryň, oýlaryň döremegi bu proses bilen baglydyr.

Balkanabat (Nebitdag) bilen Balaişemiň arasynda Kelkör şorundan öwürýän ýeliň her bir metrlik ininden günde 90-218 kg-a çenli duz sowrulyp äkidilýär.

Duzlaryň sowrulmagy ýerasty suwlar bilen hem baglydyr. Şoruň ýüzüni ýel sowrup äkitse, aşakdan ýokary galýan gorabadan ýene täze duz gyrpagy döreýär. Şoruň ýüzünden duz kirşen bilen bilelikde sowrulmagy her ýylda 0,4 mm-den 7 sm-e çenli bolup geçýär, netijede ägirt uly oýlar, çöketlikler emele gelýär. Ol oýlaryň sowrulma netijesinde dörän çuňlugy onlarça, käte birnäçe yüz metre çenli ýetýär (Ýeroýlanduz, Garaşor).

Şorlardan, şol sanda oýlardaky şorlardan duzlaryň sowrulmagy dag jynslarynyň duzlulyk derejesine we duz düzümine, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna we duzlulygyna bagly bolýar. Ol şorlarda, ýagny gigroskopik (suwdartyjy) duzlar bilen örtülen şorlarda sowrulma bolmaýar. Şeýle duzlar diňe çägäniň içinde garyndy görnüşde bolsa, çäge bilen bile sowrulyp bilýärler.

Çägeleriň süýşüp sowrulmagyna adamyň geçirýän hojalyk işleri düýpli täsir edip bilýär. Odunyň ýetmezçilik edýän ýerinde gyrymsy agaçlaryň çapylmagynyň, şol bir ýerde mallary artykmaç köp gezdirip bakylmagynyň, çäge depelerini soňuny saýman düzlemegiň we ş.m. netijesinde, sowrulma güýjeýär. Soňky ýyllarda ilatly ýerleriň uçdantutma diýen ýaly gazlaşdyrylmagynyň netijesinde, sazagyň, çerkeziň çapylmasy bütinleý diýen ýaly kesildi, bu bolsa, sowrulma prosesiniň ýaýrawyny daraltdy. Şorlaryň, çäge gerişleriniň nebit bilen bile çykarylýan suw bilen (Kelkörde Wyşka şäherçesiniň golaýynda), zeý suwlary bilen örtülmegi hem sowrulmanyň azalmagyna getirýär. Başga bir tarapdan gezimli maldarçylygyň suw we ot-ıým bazasynyň deňagramlylygynyň bozulmagy sowrulma bilen bagly bolup bilýär. Balkan welaýatyna “Uly suwuň” – Garagum derýasynyň gelmegi bu sebitdäki mallaryň jan başyny artdyrmaga mümkinçilik berdi. Artan mallary gyşyna saklamak üçin gaty baldakly titirler, bozaganlar çapyldy, bu bolsa gyrda ot-çöpüň ýitmegine, sowrulmanyň güýjemegine getirdi. Netijede, gyrda saýgak, keýik sürüleri azaldy.

Ýeletabyn hadysalar geologik jähetden “Türkmengeologiýa” DK-sy tarapyndan geçirilen sebitleýin surata düşürmeleriň üsti bilen öwrenildi. Çägeleriň sowrulmasy, göçmesi, toplanmasy, bu hadysalaryň hojalyk işlerine, ilkinji nobatda, ýollara, gazgeçirijilere we beýleki uzalyp gidýän desgalara zyýanly täsirini azaltmak üçin Türkmenistanyň Ylymlar akademiýasynyň çölleri institutynyň ýöriteleşdirilen laboratorýalarynda we meýdan menzillerinde öwrenildi. Ýurdumyzyň Garaşsyzlyk ýyllarynda Garagum çölüniň özleşdirilişiniň düýpli giňelmegi, täze desgalaryň gurluşygynyň we taslamalarynyň ýaýbaňlanmagy (nebit-gaz känlerini çykaryp almak, daşamak, gaýtadan işlemek bilen bagly desgalar, Aşgabat – Daşoguz ýoly, Türkmen kölüne barýan Baş zeýkeş we başgalar) agzalan işleriň ähmiýetini has hem artdyrýar.

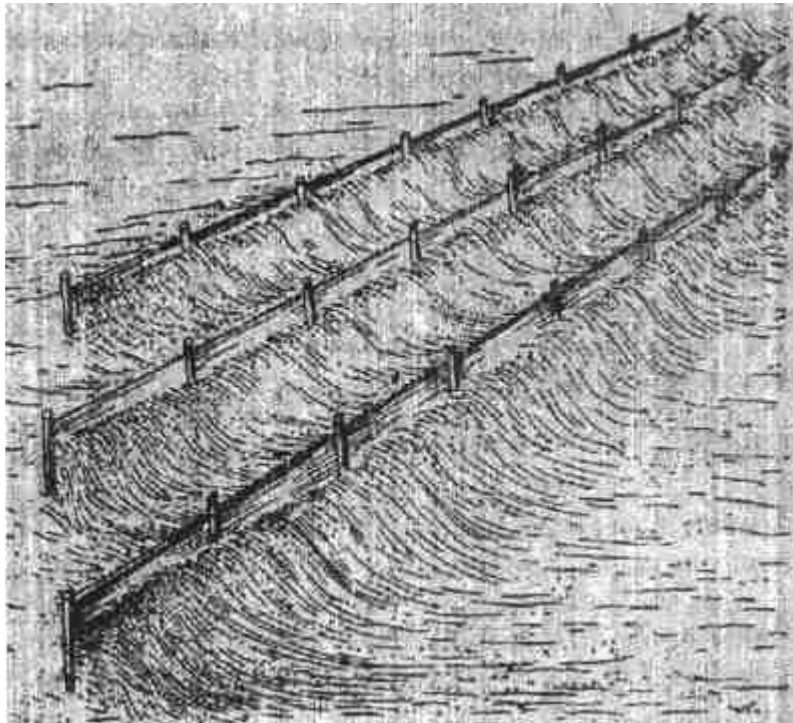
Çägeleriň ýeliň ugruna göçmeginiň we desgalary gömmeginiň garşysyna ulanylýan göreş çärelerini 3 topara bölmek bolar:

a) ýollaryň, akabalaryň uzaboýuna çägeleriň süýşýän tarapyndan gamyşdan pessejik taşalaryň ýasalmagy (32-nji surat);

b) örtüksiz, süýşýän çägeleri, pürkülenden soň, çalt doňup, ýorka döredýän emulsiýalar, erginler bilen örtmek;

ç) öňki bar bolan ot-çöpi gorap saklamak, gerek ýerinde täzedan ekmek.

Türkmenistan doly derejede gazlaşdyrylanlygy sebäpli, çölde odun ýygylmagy üzüň-kesil azaldy, süýşýän çägeleriň meýdanynyň düýpli kemelmegine ýeterlik şertler döredi.



32-nji surat. Pessejik germewler – taşalar bilen  
süýşýän çägäniň hereketiniň togtadylyşy

## **14. Ygal we ýerüsti suwlar bilen bagly prosesler we hadysalar**

Bu hadysalara tekiz ýuwulma, jaranlaşma, källeşme, siller, derýalaryň we deňizleriň kenarlarynyň ýuwulup opurylmalary, hokurdanlaşma, suwýarsuwlary, yzgarlap çökmeler we gowaklama degişlidirler. Türkmenistanda bu proses – hadysalaryň ýaýrawy endigan däl, ösüş depginleri dürli, täsirleri juda güýçli däl.

### **14.1. Tekiz ýuwulma, jaranlaşma we källeşme**

Ýeriň ýüzüniň gury ýer bölegine her ýylda 112 müň km<sup>3</sup>-e çenli ýagyş, gar, jöwenek, doly görnüşli ygal ýagýar. Olar eňňit ýapylar boýunça hereketlenip, akyp, ägirt uly geologik işleri geçirýärler: dag jynslaryny ýuwup, ýumrup, äkidip, bir ýerde

çöküncü görnüşde toplaýarlar. Akýan suwlaryň ýumrujy işine **ýuwulma (eroziýa)** diýilýär.

Ýagyşdan (ýa-da gar eräncden) soň münlerçe ownuk akymjyklar ýeriň ýüzi bilen, belli bir ugra gönükmän, syrygyp aksa, eňňitligiň ugruna ýeriň ýüzüni syryp-süpürüp barýan tutuş akym döreýär. Netijede, ýapylaryň eňaşaklygyny azaldýan **tekiz ýuwulma** emele gelýär. Bu prosesin depgini ýapynyň eňaşaklygyna, ot-çöp (esasan, gyrtyç) bilen örtüliligi, ýapyny düzýän jynslaryň suwda ýumşajlylygyna, ygalyň güýçlüligi (çabgamy ýa-da çişňäp ýagýan ýagyşmy) baglydyr.

Tekiz ýuwulma esasan ýeriň ýüzüni tutýan hasyl beriji toprak gatlagyny ýuwup aýyrýar. Bu hadysanyň garşysyna ulanylýan Gök guşak zolaklary peýdalydyr.

Tekiz ýuwulma, ýeriň ýüzüniň relýefiniň gurluşyna baglylykda, aýry-aýry akymlara birigýär, dörän wagtlaýyn çeşmeler ýeriň ýüzi bilen uzalyp gidýän jaranlary, källeri emele getirýär.

Türkmenistanyň dag eteklerindäki lýosjymak jynslar bilen örtülen baýyr-ýapylarda seýrek ýagýan çabgalar şeýle jaranlary, källeri köp döredýärler.

Källeriň çuňlugy 1 m-den 10-15 m-e, uzynlygy 10-20 m-den 10-20 km-e çenli bolup bilýär. Täze döräp, ösýän käliň ini kiçi, çuňlugy uly, kenarlary kert bolýar (Kaka bilen Garahanyň arasyndaky Ýanykkäl we başg.).

Käbir ýagdaýda ösýän käl ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna ýetýär. Bu şertde ol zeykeşe öwrülýär, akabaly suw käliň ösmegine goşant bolýar (Artygyň jary Garagum derýasyndan demirgazyga tarap geçenden soň).

İn uly çuňluga ýetenden soň, käliň ösmegi togtatýar, kenarlary ýumruly, uzagyndan, giňligi çuňlugyndan artýar, kenarlary tebigy durnukly ýapa öwrülip, ot-çöp bilen örtülýär. Şeýle käller oý diýlip atlandyrylýar (Aşgabat bilen Gökje obasynyň arasyndaky Büreliniň oýy we başg.).

Källeriň döremeginiň önüni almak üçin, şeýle çäreler berjaý edilmeli:

- ýapylaryň sürülmegini gadagan etmeli;
- ýapylaryň üstünde ýapaşak ugrukdyrylan ganawlar, joýalar diňe gýralary berkidilen şertde gazylyp bilner;
- ýapylaryň ýüzündäki ot-çöpi çapmak, gyrtyçly gatlagy sypymak gadagan edilmeli.

Eýýäm dörän källeriň ösüşini togtatmak üçin şeýle çäreler amatly hasaplanýar:

- ownuk käller gömlüp, tekizlenmeli we ösümlikler bilen berkidilmeli;
- ýokardan syrygyp gelýän ýagyn suwlaryny toplaý, gapdala sowmaly;
- käliň düýbünde gaçylar ulgamyny gurnamaly;
- källeriň ösje ugrunda (ýokarda) „Gök guşak“ zolagyny döretmeli we ş.m.

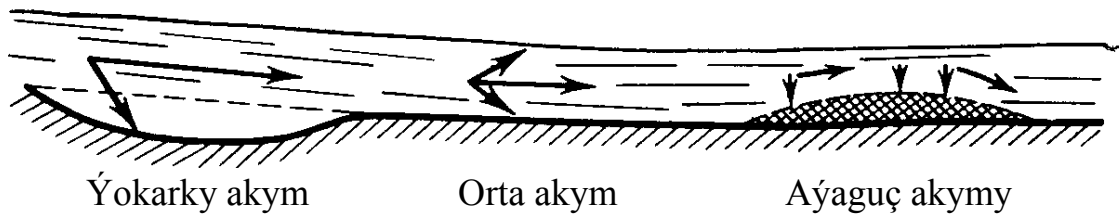
## 14.2. Derýalaryň geologik işi

Derýalaryň geçirýän geologik işlerini inžener-geologik taýdan üç görnüşe bölüp bolýar: 1) ýuwma (eroziýa); 2) göçürme (daşama); 3) çökerme we toplama. Derýanyň düýbünü, kenarlaryny ýuwmasy akymyň güýji bilen, şeýle-de owranan

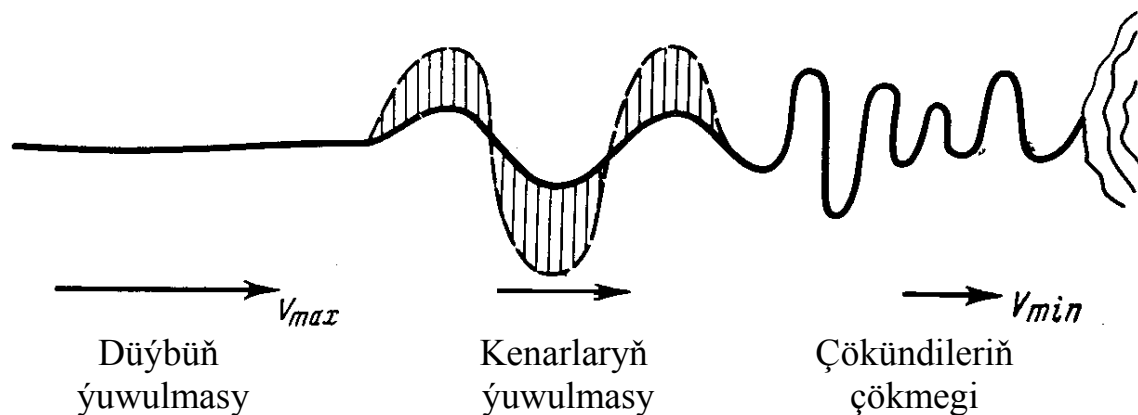


bölejikleriň sürtülmesi arkaly bolup geçýär. Ýuwlup opurylan materiallaryň daşalmasy üç görnüşde bolýar: togalanma, suwda ýüzüp gaýma, ergin görnüşde akma. Çökme, toplanma suwuň hereketiniň peselen ýerinde bolup geçýär. Agzalan işleri giňişligiň we wagtyň kesiminde seljermek amatly.

a)



b)



33-nji surat. Derýanyň geologik işi:

a – derýanyň uzaboýuna kesimi (peýkamjyklar–wektorlar ýuwlumanyň we çökmäniň ugurlaryny görkezýärler; b – derýanyň hanasy ýokardan seredilende (peýkamjyklar–wektorlar akymyň tizligini görkezýärler))

Her derýa uzaboýuna üç bölekden: ýokary, orta we aşaky (aýaguç) akymlardan düzülýär (33-nji surat).

Ýokarky akym gözbaşdan başlanýar, onuň hanasynyň ugry göni, eňňitligi ýokary, akymyň tizligi uly bolýar. Şol sebäplere görä derýa hanasynyň düýbünü ýuwup, çuňalýar. Umuman, ýokary akymda ýuwma we göçürme bolup geçýär.

Orta akymda eňňitlik ep-esli azalýar, netijede akymyň tizligi, güýji peselýär. Bu bölekde derýanyň hanasy göni däl-de, öwrümlü bolýar, şoňa görä kenarlaryň aşagy ýuwlup kertilýär we opurylýar. Bu yzygiderli proses, uzagyndan, derýanyň jülgesiniň giňelmegine getirýär. Şeýlelik bilen orta akymda derýanyň jülgesi giňelýär, opurylan materiallar, suw bilen äkidilip, giňän jülgäniň çäginde bölekleyin çöküp galýar.

Aýaguçdaky akymda eňňitlik, suwuň tizligi juda azalýar, ýuwluma prosesi togtap, derýanyň alyp gelen materiallary çökyär, derýanyň hanasy şol önli-soňly çöken çökündileriň arasy bilen egrem-bugram bolup geçýär.

Derýa joşanda kenar ýuwlumasy güýjeýär (esasan-da, kenar ýumşak jynslardan düzülen bolsa). Düzülük derýalary joşan wagty hanasyny üýtgedýärler, kenarýaka

zolakda kenar ýuwulmasy, jaý-desgalary, ýollary, ekinleri suw almasy wagtal-wagtal zyýan ýetirýär.

Ýurdumyzda bu hadysa Amyderýanyň, Murgap we Tejen derýalarynyň boýlarynda duşýar. Käbir ýerlerde derýa joşanda, onuň kenarynda ýerleşen jaýlara, ýollara howp abanýar (Amyderýada Atamyrat ş. töwereginde we ş.m.) Murgabyň orta akymynyň hanasynda gurlan Saryýazy suw howdanynyň peýdaly sygymyny sag kenaryň yzygiderli opurylmasy ep-esli azaldýar. Umuman, ýurdumyzda derýa bilen bagly geologik hadysalar seýrek bolup geçýär.

Bu oňaýsyz hadysalara garşy göreş çärelerini iki bölege bölüp bolýar:

- 1) derýanyň hanasyny göneltmek;
- 2) derýanyň hanasyny arçamak.

Derýanyň hanasyny göneltmek üçin suwuň akymynyň güýji ulanylýar: gerek ýerde, gaçylaryň, çiginleriň kömegi bilen, akymyň tizligi, zarby artdyrylýar. Çalt akýan suw täze – göni hana ýasaýar, emma ýuwulup aýrylan läbik aşaky akymda toplanyp, täze kynçylyklary döredýär.

Derýanyň düýbünü, esasan, gämileriň gatnaýan ýol ugurlaryny arçamak işleri diňe zerur şertlerde dürli mehanizmler arkaly geçirilýär.

### **14.3. Deňiz kenarlarynyň kertilip opurylmasy (abraziýa)**

Deňiz (köl) tolkunlary kenarýaka zolakda ýumrujy we dörediji geologik işleri alyp barýarlar Kenarýaka desgalaryň abatlygyna deňziň ýumrujy işi ýa-da **abraziýa** täsir edýär. Bu hadysanyň netijesinde deňiz tolkunlary kenary kertip, ýumrup, gury ýeriň yza tasmegine we soňra ikilenji prosesleriň – gorp atmalaryň, süşüşleriň döremegine getirýär.

Kenar ýumrulmasy (abraziýa) köp sebäplere baglydyr. Emma olaryň esasyalary iki topara degişli: 1) ýeliň we daşgynyň döreden tolkunlary, tolkundaky gaty materiallar, deňiz akymlyry; 2) kenary düzýän jynslaryň berkligi, suwda durumlylygy, kenaryň keşbi, kertligi.

Kenara urulýan tolkunlaryň zarby tolkun bilen gelýän suwuň massasyna we tizligine bagly. Ýeliň döredýän tolkunlarynyň beýikligi, uzynlygy we tizligi ýeliň energiýasyna bagly. Açyk deňizdäki uly harasatlarda tolkunyň beýikligi 12-16 m-e, uzynlygy 300-400 m-e ýetip bilýär. Tolkun zarbynyň döredýän basyşy deňizde 0,06-0,07 MPa-a, umman kenarynda 0,6-0,7 MPa-a ýetip bilýär.

Aýyň dartýş güýji bilen döreýän daşgyn tolkunlarynyň deňizlerde kenar ýumrujy täsiri az bolýar (Hazar deňzi ýaly içerki köllerde ol tolkunlar bildirmeýär diýen ýalydyr).

Deňiz akymalarynyň tizliginiň pesligi sebäpli, olaryň kenary ýuwup-ýumrujy ukyby ýokdur. Olar diňe owranan materiallary deňziň içinde eýläk-beýläk göçürýärler.

Şeýlelik bilen deňiz kenarynyň ýumrulmagynda esasy orny ýeliň döredýän tolkunlary eýeleýär.

Kenar ýumrulmasynyň sebäpleriniň ikinji toparyna degişli esasy şert-dag jynslarynyň litologik-petrografik düzümidir. Çägesow-toýunsow jynslar bitewidaşlardan has aňsat ýumrulýarlar. Suwda durumlylygyň hem belli täsiri bardyr. Göwşak baglanyşykly lýoslar, gumbaýraklar, hekgumdaşlar aňsat ýuwlup-ýumrulýarlar. Suwda kynlyk bilen ýumşaýan toýunlar, çägedaşlar, hekdaşlar tolkunynyň täsirine durnuklydyr.

Kenaryň kertliginiň, keşbiniň täsiri örän uludyr. Kert we tolkunynyň gelýän ugruna perpendikulýar ýerleşen kenarlar aňsat ýumrulýarlar. Kenaryň, deňziň kenaryka böleginiň kertligi az bolsa ( $5-10^\circ$ ) tolkun kenara ýetende kem-kemden köşeşýär, ýumrujy güýjüniň agramly bölegini ýitirýär.

Deňiz kenarlarynyň ýumrulmagyna garşy göreş çärelerinde, adaty, dürli görnüşli gorag-saklaw desgalary gurulýar. Olaryň passiw we aktiw görnüşleri bar.

**Passiw** göreşde kenar daşdan, betondan, demir-betondan ýasalan, suwda süýşmesi kyn bolan burçlak läheňler, tetrapodlar (üçburçly piramidalar) bilen örtülýär. Ol daşlar kenary belli bir wagta çenli goraýarlar, soňra özleri hem kem-kemden kertilýärler, ýumrulýarlar, aşak süýşýärler, çökýärler.

**Aktiw** göreşde tolkunynyň kinetik energiýasyny köşeşdirmek üçin ýörite gurulýan, suwdan çala çykyp duran diwarlar ulgamy ulanylýar. Ol daşdan, kerpiç bloklaryndan, betondan we ş.m. ýasalan diwarlar deňizden gelýän tolkunlaryň ugurlaryna baglylykda, kenar bilen ugurdaş (tolkun kesiji desga) ýa-da kenara gytak, ýa-da perpendikulýar ýerleşdirilen desgalar (bunlar) görnüşinde gurulýar. Şeýle diwarlardan tolkun köşeşip geçýär, yzyna gaýdanda bolsa, alyp gelen çäge-jyglymlarynyň belli bölegini diwarlaryň kenar tarapynda galdyrýar. Netijede, deňze tarap çala eňňitli çäge (çäge-ownuk jyglym) düşegi (plýaž) emele gelýar. Bu ýagdaýda kenar ýumrulman, gaýtadan kem-kemden deňziň içine tarap süýşýär.

#### 14.4. Siller

Çabgalardan soň dagdan inýän, düzüminde köp mukdarda irili-ownukly gaty jisimleri saklaýan we ýumrujy güýje eýe bolýan akyma **sil** (ýa-da **sil akymy**) diýilýär.

Öňki SSSR-de 1952-nji ýylda bolup geçen Ylmy maslahatda silleri hereketi boýunça iki görnüşe bölmeli diýlip karara gelindi: baglanyşykly we köwlenip akýan (turbulent) siller.

**Baglanyşykly (läbikli-daşly) siller** orta we pes belentlikli daglyk zolakda duşýarlar. Olar köp mukdarda ýagşyň ýagmagy, buzuň, garyň eremegi netijesinde döreýärler. Bu siller düzüminde irili-ownukly daşlardan başga, 30%-e çenli toýun parçalaryny saklaýarlar. Olaryň dyklylygy  $1,6-1,9 \text{ t/m}^3$ -e barabardyr. Şol sebäplere görä silleriň bu görnüşi ýumrujy ukyba eýedir. Tizligi peselende bu siliň düzümindäki iri bölekler aşak çökmeýärler we heniz gatamadyk betona çalymdaş keşbini saklaýarlar. Şeýle siliň şepbeşikliginiň ýokarylygy üçin önünden çykan päsgelçilikden (jaý, desga we ş.m.) aýlanyp geçmeýär-de, güýç toplan, ony ýumurmak bilen bolýar.

**Köwlenip akýan sil** pes daglaryň dagetek düzlüginde lýoslaşan jynslaryň ýaýran ýerlerinde çabgadan soň duşýar. Onuň düzüminde 15%-e çenli kirşen-toýun parçalaryndan başga, dürli möçberli (çäge zirelerinden harsaňa çenli) iri parçalar saklanyp bilýär. Bu siliň tizligi peselende düzümindäki iri daşlar çöküp galýarlar we sil daş keşbi boýunça bulanyk suwa golaýlaýar. Öňünden päsgelçilik çykanda şeýle sil ony iterip süýşürjek bolmaýar-da, daşyndan aýlanyp geçýär.

Türkmenistanda duşýan siller, esasan, köwlenip akýan sile degişli bolup, olaryň köpräk duşýan ýeri Köpetdagýaka düzlügidir we dagiçi jülgelerdir. Dagda döräp, toplanan sil akymlary düzlügiň üstünden zowwam geçip gidip, onuň gyrak-bujaklarynda çöküp toplanýarlar. Hususan-da, dagýaka düzlükleriň döremegi sil çökündileriniň çöküp, toplanmagy bilen gös-göni baglydyr. Düzlügiň hut öz üstünde siliň döremek mümkinçiligi az. Käbir uly jarlarda düzlükde ýagan ýagyş toplanyp akyp bilýär, käte düzlükde wagtlaýyn akymlar zeý suwlarynyň ýüze çykmalary, ýuwuş, ekiş we ösüş suwarym suwlarynyň tötänden gaçmagy zerrarly bolup biler. Agzalan sebäplere görä Ajydere, Awgez, Awly, Artygyň jary ýaly uly jarlardan akýan suwlaryň wagtlaýyndan uzak wagtlyga öwrülýän möwsümleri bolýar. Uly sil geçende şeýle jarlardan geçýän suwuň harjy birnäçe l/s-dan ýüzlerçe m<sup>3</sup>/s-a ýetip bilýär.

Siliň döremegi, köplenç örtügi bozulan dag ýapylarynyň üstüne ilki siňnitli ýagyş, soňra güýçli çabga ýagmagy bilen bagly. Sil akymlary öwrenilende olaryň döreýän, zowwam geçip gidýän we giňiş düzlüge çykyp ýaýrap çökýän ýerleri seljerilmelidir.

Siliň döreýän ýeri (dag eňnitleri, ýapgytlary) näçe giňden uly bolsa, ot-çöp bilen näçe az örtülen bolsa, ýagyn birden näçe güýçli ýagsa, sil akymy şonça uly we howply bolýar.

Siliň tebigy geçýän ugry (dag dereleri, jülgeleri, dagýaka jarlar) emeli täsir bilen gömülmedik bolsa, akym daş-töwerege uly şikes ýetirmän geçip gidýär. Eger-de siliň geçýän ýoly (hanasy) gum dökülip, hapa taşlanyp baglansa, sil päsgelçilikden agyp geçýänçä toplanyp, ýumrujy güýjüni onlarça esse köpeldip bilýär.



34-nji surat. Sil saklaýjy gaçylaryň ulgamy

Sil dagdan çykyp, dagýaka düzlüge aralaşandan soň, düzlügiň eňňitligi azaldygyça, jar kem-kemden peselip, siliň getiren läbigi, bulanyk suwy oýlara ýaýrap, toplanýar.

Sil jaý-desgalara, hojalyk işlerine uly zyýan ýetirip bilýär. Esasy howply ýagdaý silin zowwam geçýän aralygynda bolýar. Siliň geçýän hanasy (tebigy ýa-da emeli) ýeterlik derejede uly we göni bolsa, howply ýagdaý döremeýär. Hana kiçeldilen ýa-da böwet bilen ýapylan bolsa, sil suwy hanadan çykyp weýrançylyk etmegi mümkin.

Sile garşy göreş çäreleri onuň döreýän, geçýän we ýaýraýan ýerleri üçin dürlüdür.

Siliň döreýän ýerinde (dag ýapylarynda) tebigy ot-çöpi we gyrymsy agaç örtügini gorap saklamaly, zerur bolsa, goşmaça ekmeli.

Siliň geçýän hanasynyň ugrunda, medeni zolakdan ýokarda, siliň güýjüni gowşadyjy (durnuklandyryjy) hendekleriň we gaçylaryň ulgamy gurulýar (34-nji surat). Sil oba-şäherleriň üstünden, gyrasyndan geçýän (geçmeli) bolsa, sil akymy ugrukdyryjy desgalaryň kömegi bilen gapdala sowlup, emeli hanalardan geçirilýär. Sil hanasynyň ýollar, akabalar bilen kesişýän ýerlerinde ýörite ötükler, köprüler gurulýar.

Siliň ýaýrap, toplanýan ýerinde zyýan diňe ekerançylyk ýerlerini, ýollary läbikli suwuň basmagy görnüşinde bolup bilýär. Bu ýagdaýyň önünden gaçmak üçin, adatça, gönükdiriji, saklaýjy çillerin, pesrāk gaçylaryň gurulmagy zerurdyr.

## **15. Ýerasty we ýerüsti suwlaryň täsiri bilen döreýän geologik prosesler we hadysalar**

Hokurdanlaşma (суффозия), suwýarsuwlar (плывуны) ýaly prosesler ýerasty suwlaryň täsiri bilen bagly. Gowaklama (карст), yzgarlap çökme (просадки) ýaly hadysalaryň dörap ösmegi hem ýerasty suwlaryň, hem ýerüsti suwlaryň täsiri astynda bolup bilýär.

Ygal, suwaryş suwlarynyň, suw geçirijileriň ýitgileriniň ýere siňmegi netijesinde emele gelyän teýgum suwlary asuda ýatýarlar ýa-da hereketde bolýarlar. Asuda ýatan suw, Arhimediň kanunyna görä, aşakdan ýokaryk gönükdirilen gidrostatik (iteriji) basyşy döredýär.

Eger teýgum suwlary hereketde bolsalar, onda teýgumuň bölejiklerine gidrostatik basyşdan başga gidrodinamik basyş (D) täsir edýär. Ol teýgum akymynyň peseliş egrisine galtaşýan göni boýunça hereket edýär we şeýle formula bilen kesgitlenýär:

$$D = \rho_w \cdot I \cdot n,$$

bu ýerde:

$\rho_w$  – suwuň dykyzlygy, g/sm<sup>3</sup>;

I – dyňzaw gradiýenti;

n – öýjüklilik.

Gidrodinamik basyşyň hereket ugrunyň (wektorynyň) ähmiýeti uludyr. Eger basyşyň wektory aşakdan ýokary bolsa, onda teýgum gowşaýar, gowşan teýgumuň ownuk zireleri suwuň akymy bilen çykarylyp äkidilýär. Eger akymyň ugry tersine bolsa, teýgum dykyzlanýar.

Teýgum zirelerini ýüzüp ýören ýagdaýa ýetirýän dyňzaw gradiýentine **aňrybaş (howply) dyňzaw gradiýenti** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň hereketi bilen döreýän hadysalar gidrodinamik kysyma degişlidirler. Suwuň ýokary tizligi ýa-da gidrodinamik basyşyň döremegi zerarly, teýgumuň zireleriniň süzülme akymy bilen eredilip ýa-da ýüzdürilip äkidilmeginiň netijesinde döreýän hadysalara hokurdanlaşma bilen suwýarsuwlary degişlidirler.

### 15.1. Hokurdanlaşma

**Hokurdanlaşma** teýgumuň zireleriniň ýerasty akym bilen äkidilmek prosesidir. Bu proses akymyň ugrunda gowalçylyklaryň, boşluklaryň döremegine getirýär. Şol boşluklaryň üstüniň gorp atyp, çöküp emele getirýän çukurlary (köplenç guýguja çalymdaş), çöketlikleri hokurdanlaşmanyň ýeriň ýüzünde äşgär görüňän alamatydyr.

Hokurdanlaşmanyň mehaniki we himiki görnüşleri bolýar.

Mehaniki hokurdanlaşma köplenç küpürsek, zire düzümi boýunça dürli çägesow jynslara mahsusdyr, emma olaryň toýunsow jynslarda duşýan wagtlary hem seýrek bolmaýar. Mehaniki hokurdanlaşmanyň bolup geçmegi üçin şol bir wagtda birnäçe şertleriň berjaý bolmagy zerurdyr.

N.M. Boçkow ol şertleriň sanawyny şeýle belleýär:

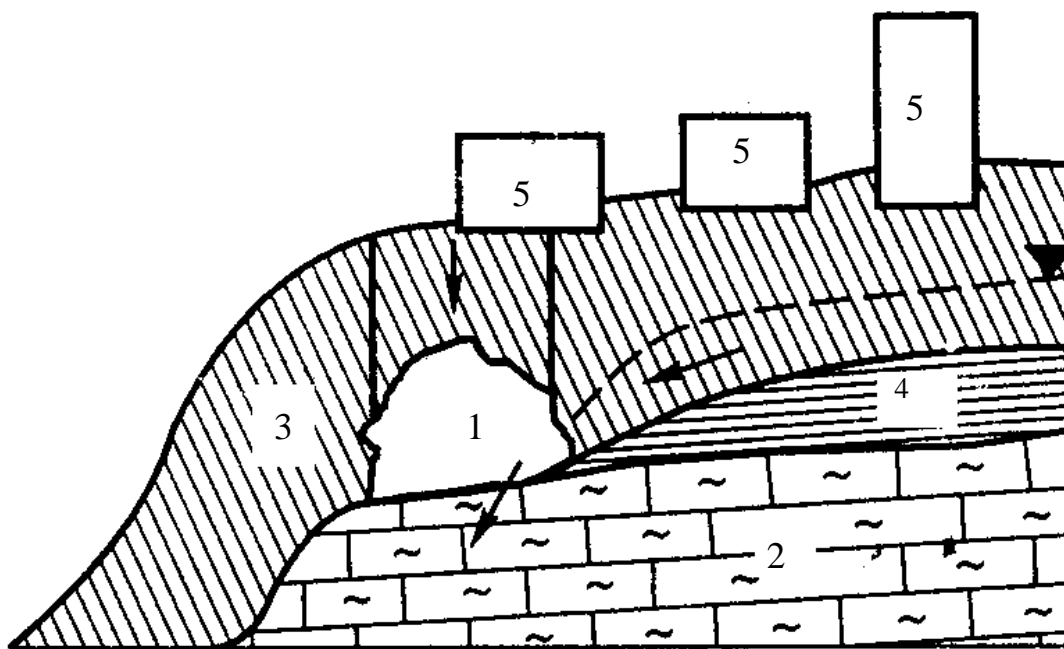
a) gidrawlik gradiýent 5-den uly bolmaly. Şeýle gradiýent akymyň aňrybaş howply tizligini döredip bilýär. Ol tizlik zireleriň dürli parçalary üçin dürlüdür: 0,001 mm üçin - 0,02 sm/s; 0,01 mm üçin - 0,5 sm/s; 0,1 mm üçin - 3,0 sm/s we ş.m.;

b) iň uly ( $d_{\max}$ ) we iň kiçi ( $d_{\min}$ ) zireleriň möçberleriniň gatnaşygy 20-den az bolmaly däl, ýagny  $\frac{d_{\max}}{d_{\min}} \geq 20$ ;

ç) öýjükleriň diametriniň ( $D$ ) teýgumda agdyklyk edýän parçanyň diametrine ( $d$ ) bolan gatnaşygy 8-den az bolmaly däl, ýagny  $\frac{D}{d} \geq 8$ ;

d) galtaşýan gatlaklaryň süzülme koeffisiýentleriniň gatnaşygy şeýle şerte boýun egmelidir:  $\frac{K_2}{K_1} > 2$ , bu ýerde  $K_1$  – hokurdanlaşýan gatlagyň,  $K_2$  – aşakdaky gatlagyň süzülme koeffisiýentleri.

Şeýlelik bilen, mehaniki hokurdanlaşma teýgumlaryň zire düzümi dürli, öýjükliligi ýokary, teýgum suwlaryň akymy köwlenip akýan görnüşdäki şertlerde bolup geçýär.



35-nji surat. Jülgäniň erňeginde balykgulakly hekdaşlary (2) örtýän lýoslarda (3) hokurdanlaşma zerarly dörän boşluk (1); 4 – toýun; 5 – jaýlar (Ananyew we Potapow boýunça)

Agzalan şertler, esasan, ýerasty suwlaryň uly dyňzaw gradiýentleri, uly tizligi bolýan ýerlerinde, derýa jülgelerinde, suw howdanlarynyň gaçylarynyň ýapylarynda, zeýkeşe öwrülen çuň jarlaryň ýakalarynda duşýarlar. Şeýle şertler lýoslaryň ýokary süzdürijilikli gatlaklary örtýän ýerinde hem bolup bilýär (35-nji surat).

Köpetdagýaka düzlüginü düýpli öwrenen M.K. Grawe (1954) gadymky Amyderýanyň getiren irimçik çägelerni örtýän lýospisint jynslarda mehaniki hokurdanlaşmanyň giňden ýaýrandygyny belleýär.

**Himiki hokurdanlaşma** duzly teýgumlaryň hokurdanlaşmasynyň başlangyç tapgyrydyr. Teýgumda aňsat we haýal ereýän duzlar ýeterlik mukdarda bar bolsa, olar ilki eräp, soňra ýerasty suwlaryň akymy bilen äkidilip bilýärler. Bu bolsa, duz baglanyşyklary gowşadýar, netijede, gowşan teýgumuň aýry-aýry heniz eremeýän bölejikleri hem äkidilip başlaýar, öýjüklilik artýar, suw köwlenip akyp, dyňzaw gradiýenti hem ulalýar.

Teýgumlaryň himiki hokurdanlaşma durnuklylygy „TDS 609-2003. Teýgumlar. Toparlama“ laýyklykda, teýgumlaryň görnüşine we düzümindäki aňsat we haýal ereýän duzlaryň mukdaryna baglylykda kesgitlenýär.

Değişi gidrogeologik şertlerde durnuksyz teýgumlarda bolup geçýän himiki hokurdanlaşmanyň netijesinde, teýgumlarda boşluklar döreýär ýa-da hokurdanlaşma çökmesi bolup geçýär.

**Hokurdanlaşma çökmesi** teýgumlaryň duzlarynyň eräp we ýuwulup äkidilmesi netijesinde, haýallyk bilen bolup geçýän ýarsmasydyr. Köplenç ol zylçaly teýgumlara

mahsus bolýar. Hokurdanlaşma çökme howpy we onuň mukdar ölçeği Türkmenistanyň gurluşyk normalarynyň kadalary boýunça kesgitlenýär.

Hokurdanlaşma jaýlaryň, desgalaryň durnuklylygyna täsir edip bilýär. Onuň garşysyna ulanylýan esasy çäre howply teýgumlaryň üstünden suwuň süzülmesiniň önüni almak bilen bagly. Munuň üçin ýerüsti akymly amatly ugrukdyrylýar, ýeriň ýüzi suw geçirmeýän material bilen örtülýär, käte hokurdanlaşyp gowşan teýgumlar silikatlama, sementleme, toýunlama bilen berkidilýär, juda zerur bolsa, çuň kakylan binýatlar ulanylýar.

Hokurdanlaşma çökmesi çaklananda şu zatlary bilmek peýdalydyr:

- düzüminde 40%-den köp toýun parçasyny saklaýan toýunsow jynslar hokurdanlaşma durnuklydyr;
- duzlulyk we öýjüklilik näçe köp bolsa, şonça hokurdanlaşma çökmesi hem ýokary bolýar;
- hokurdanlaşma çökmesiniň wagtyň dowamyndaky depgini süzülip geçýän suwuň duzlulygyna we himiki düzümine baglydyr.

## 15.2. Suwýarsuwlar

Gurluşyk hendekleri, gazuw-agtaryş desgalary (guýular, garymlar we ş.m.) ýerasty suwlaryň ýatan derejesinden aşaklygyna çuňaldylanda, desga bilen daşky gurşawyň arasynda gidrodinamik basyş peýda bolýar. Hendegiň, guýynyň diwary suwly çägeden düzülen hem bolsa, ol belli çuňluga çenli süýşmän, akman saklanýar. Emma basyş tapawudy ulalsa ýa-da sarsgyn täsir etse, diwardaky suwýarsuw prosesine meýilli jynslar durnuklylygyny birden ýitirip, örän suwuk palçyk ýaly akyp, çukury ýerasty suwlaryň ýatýan derejesine çenli doldurýarlar. Şeýle suwly çägelereň we gumbaýraklaryň oslagsyz ýagdaýda akyp süýşmek prosesine **suwýarsuwlar** diýilýär. Adatça suwýarsuwa meýilli jynslar hem suwýarsuwlar diýlip atlandyrylýar. Suwly teýgumlaryň suwýarsuwa meýilliligi gidrawlik dyňzawa, teýgumuň zire we mineral düzümine, dykzlygyna, zireleriň keşbine we beýleki şertlere baglydyr.

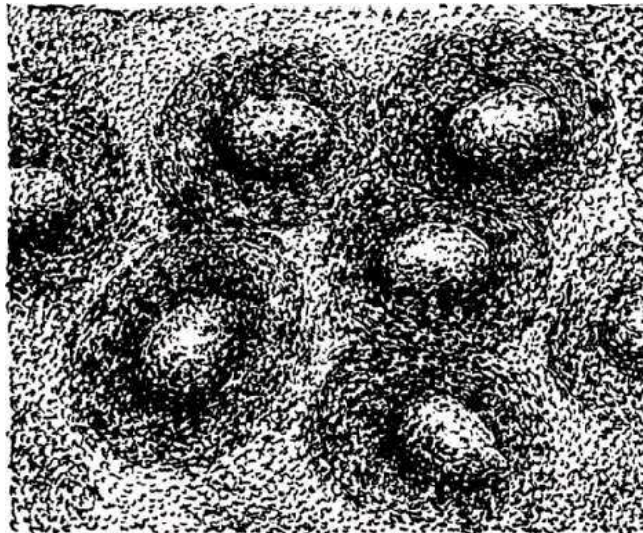
Gurluşyk işlerinde suwly çägelereň suwýarsuwa meýilliligini bilmegiň we suwýarsuwuň görnüşini kesgitlemegiň uly ähmiýeti bar.

Meýdan inžener-geologik gözleglerinde suwly gatlag aýyrylandan soň, barlag guýusyndaky (skwažinadaky) buraw ergini aýrylanda ýa-da guýynyň içinde saklanýan suw sütüni peseldilende, aşakdaky suwly çägäniň çogup, ýokary galmagy suwýarsuwyň ygtybarly alamatydyr. Döreyiş mehanizmi, howplulyk derejesi boýunça suwýarsuwlar iki topara: ýalan we hakyky suwýarsuwlara bölünýärler.

**Ýalan suwýarsuwlar** köplenç ownuk çägelerdäki erkin suwuň gidrodinamik basyşyň az tarapyna (pese) hereketiniň hasabyna döreyär. Eger şeýle suwly çägäniň bir bedresini tekiz ýere dökseň, çür depeli üýşmek döreyär, onuň içindäki erkin suw çeşmejikler görnüşde akyp çykýar, çykýan suw dury ýa-da çala bulanyk bolýar. Suwly üýşmek gurandan soň pytrap duran çägä öwrülýär. Bu suwly çägelereň dykzlygy  $1,5-1,75 \text{ t/m}^3$ , süzülme koeffisiýenti  $1-2 \text{ m/g-g}$  çemesi, suw berijiligi



gowy. Agzalan şertlere görä ýalan suwýarsuwlara garşy göreşilende hadysany döredýän esasy sebäbi – suwy uly kynçylyksyz aýryp bolýar.



36-njy surat. Hakyky suwýarsuwlarda çäge zireleriniň ýerleşşi

**Hakyky suwýarsuwlar** digirleýin (koagulyásiýa) baglanyşykly toýunsow çägelerde, gumbaýraklarda duşýar. Suwýarsuwyň bu görnüşi öňküden has çylşyrymlydyr we gurluşykda köp kynçylyklary döredýär. Bu suwýarsuwyň döremegi üçin azajyk gidrodinamik basyş we çalaja sarsgyn ýeterlik bolýar. Onuň käbir alamatlary şulardan ybarat. Teýgumuň öýjüklerindäki toýun çäge zireleriniň daşyny gurşaýar we suwa çalymtyl süýt reňkini berýär (36-njy surat).

Eger şeýle suwly çäge-gumbaýraklaryň bir bedresini tekiz ýere dökseň üýşmek maşşarýar we repidä çalymdaş keşbe eýe bolýar, ondan suw gapdala syrygyp akmaýar, sebäbi hakyky suwýarsuwdaky öýjükler diňe fiziki bagly suw bilen doldurylandyr. Gurandan soň bu teýgum gaty kesegä öwrülýär.

Gurluşyk hendeginiň düýbünde hakyky suwýarsuwlara degişli suwly teýgumlar özünü derhal basyşda (urguda) gaty jisim ýaly alyp barýarlar. Eger oňa pil sünçseň, pil girmeýär; eger şol pili suwly teýgumuň üstünde dikligine çala gymyldadyp az-owlak saklasaň, ol aşak çümüp gidýär.

Hakyky suwýarsuwa meýilli teýgumlaryň suw süzdürijiligi 0,1-1,0 m/g-g, suw berijiligi pes bolýar, şol sebäpli olary çalykdymak, suwuň derejesini peseltmek işi kyn, endişeli bolýar.

Hakyky suwýarsuwlar suwdan doýgun kirşenli, toýunsow çägelerde, gumbaýraklarda, hatda käbir topurlarda hem duşýarlar. Olaryň düzüminden (diňe bagly we kapillýar suwlaryň saklanýanlygy sebäpli) içindäki suwlary aňsat aýryp bolmaýar.

Suwýarsuwlar gazuw-gurluşyk, gazuw-agtaryş işleriniň geçirilişini örän kynlaşdyryp bilýärler. Göreş çäreleri köplenç suwýarsuwy gatlaklardaky ýerasty suwlaryň derejesini gazydan ýa-da ýygy kakylan ujy inçeldilen skwažinalaryň

(iňňepisint süzgüçleriň) kömegi arkaly aşak düşürmek bilen baglydyr. Kābir ýagdaýlarda, gurluşyk hendeklerine, ýerasty desgalara tarap akyp gelýän suwýarsuwly çägeleriň hereketi biri-birine sybyzgy kakylan demir, demir-beton sütünleriň (şpuntlaryň) kömegi bilen çäklendirilýär (saklanýar).

Suwýarsuwlaryň ýurdumyzyň paýtagty Aşgabatda gurulýan ýerasty zeyakabaly-aragatnaşyk tunneliniň gurluşygynda köp kynçylyklary döretdi. Olaryň garşysyna göreş çäreleri geçirilende toplanan tejribe boýunça şulary bellemeli:

- 1) ilkinji nobatda, suwýarsuw prosesine meýilli ýerleri geofiziki usullar we burawlaýyş işleri bilen takykklamaly;
- 2) uly gidrodinamik basyş döredýän desgalar gurlanda (mysal üçin, tunneliň geçmeli ýerindäki palçygy çykaryp aýyrmak we onuň diwaryny örtýän demir-beton düzme ganatlary aşak düşürmek üçin çuňlugy 20-25 m, ini 15 m we boýy 40-45 m kameralar gurlanda) hökman “teýgumdaky diwar” diýlip atlandyrylýan diwar (çuňlugy 20-25 m) gurulmaly;
- 3) gurlan diwaryň daş ýüzünden burawlanan dik zeykeş skwažinalaryny dyngysyz işletmek arkaly ýerasty suwlaryň derejesini tä gurluşyk gutarýança kameranyň düýbünden aşakda durar ýaly saklamaly;
- 4) şol zeykeş skwažinalaryň zerur sanyny “uly guýy” usuly bilen hasaplap esaslandyrmaly;
- 5) kameranyň iç ýüzünü  $d = 800$  mm-e barabar turbalardan ýasalan kese germewler bilen (inine) berkitmeli. Suwýarsuwly jynslardan geçýän kameralarda şeýle germewleriň sany 20 m dik aralykda pesinden 3 hatar bolmaly;
- 6) uly galyňlykly hakyky suwýarsuwlaryň bar ýerlerindäki durnuksuz teýgumlary sementleme, silikatlama usullary bilen berkitmeli.

### 15.3. Yzgarlamadan çökmeler

Toýunsow jynslaryň belli bir görnüşleri (lýoslar) guruka, çyglylygy peskä kän çökmän, basyşa çydaýarlar, emma olar şol bir hemişelik basyşda (öz agramyna ýa-da goşmaça basyşda) yzgarlasalar, suwdan doýgun ýagdaýa geçseler, olar birden aşa artyk çökmäge ukyply bolýarlar. Teýgumlaryň artýan basyşdan däl-de, yzgarlany zerarly göwrümini kiçeltmek hadysasyna **yzgarlamadan çökme** diýilýär. Bu zeyilli hadysalar, köplenç, lýos diýlip atlandyrylýan dag jynslarynyň ýaýran ýerlerine mahsusdyr (Köpetdag, Köýtendag, Balkan dagýaka düzlükleri we ş.m.).

Gury ýa-da çala çygly toýunsow-çägesow jynslaryň aglaba köpüsi goşmaça basyşda (mysal üçin, binýadyň aşagynda) yzgarlasa, göwrümini, azda-kände, kiçeldýärler, çökýärler. Gurluşyk üçin geçirilýän inžener gözleglerde şeýle çökmeleri çaklamak, olara garşy göreş çärelerini amatly geçirmek üçin niýetlenýän, jaý-desgalaryň gurulmaly yerinden alnan teýgumlaryň nusgalarynyň ýarasmalary dürli basyş basgançaklarynda tebigy çyglylykda we suwdan doýgun halda kesgitlenilýär. Agzalan şertdäki ýarasmalaryň san bahalary boýunça, teýgumlaryň yzgarlanda çökme

derejesi **deňşdirme yzgarlamadan çökme** ( $\varepsilon_{sl}$ ) boýunça anyklanýar. Deňşdirme yzgarlap çökme aşakdaky formulalaryň, haýsy-da bolsa, biri boýunça kesgitlenýär:

$$\varepsilon_{sl} = \frac{h_1 - h_2}{h_0}; \quad \varepsilon_{sl} = \frac{e_1 - e_2}{1 + e_0}$$

bu ýerde:

$h_1$  we  $e_1$  - belli dik basyşda tebigy çyglylykda gysylan teýgumuň nusgasynyň beýikligi we öýjüklilik koeffisiýenti;

$h_2$  we  $e_2$  – şol görkezijiler teýgumuň nusgasy şol bir basyşda yzgarlap, doly çökenden soň;

$h_0$  we  $e_0$  – teýgumuň nusgasynyň tebigy çyglylykdaky we tebigy basyşdaky beýikligi we öýjüklilik koeffisiýenti.

Eger  $\varepsilon_{sl} \geq 0,01$  bolsa, teýgum yzgarlanda çökýän,  $\varepsilon_{sl} < 0,01$  bolsa, çökmeýän hasaplanýar. Yzgarlanda çökmä meýilli gatlaklaryň **umumy yzgarlamadan çökmesi** (S) şeýle formula boýunça kesgitlenýär:

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{sli} \cdot h_i \cdot m$$

bu ýerde:

$h_i$  – gatlagyň galyňlygy, sm;

$n$  – gatlaklaryň sany;

$m$  – iş şertlerine bagly koeffisiýent.

Gatlaklaryň goşmaça basyşsyz, hut öz agramy zerarly çökmesi üçin  $m=1$  diýlip alynýar, ýagny  $S = \varepsilon_{sl} \cdot h_i$ .

Bu formulalar boýunça gatlaklar toplumynyň yzgarlap çökmesi jemlenende deňşdirme yzgarlap çökmäniň ( $\varepsilon_{sl}$ ) diňe 0,01-e deň we ondan ululary hasaba alynýar. Şol ýagdaýda, eger gatlaklar toplumu öz agramynda doly yzgarlanda umumy çökme  $S \geq 5$  sm bolsa, teýgumlaryň yzgarlap çökme şertleri II derejeli,  $S < 5$  sm bolsa, I derejeli diýlip alynýar.

Teýgumlaryň II derejeli şertlerinde gurluşyk meýdançasynda teýgumlaryň yzgarlap çökme howpy aradan aýrylmalydyr. I derejeli şertlerde yzgarlap çökmä garşy göreş çärelerini käbir gorag işleri görnüşinde geçirmek ýeterlikdir (suw geçiriji turbalaryň abat saklanmagyny gazanmak, ternawlardan akýan ýagyn suwlaryny binýadyň aşagyna akmaz ýaly, jaýyň daş-töwerek düýbünü asfalt bilen örtmek we ş.m).

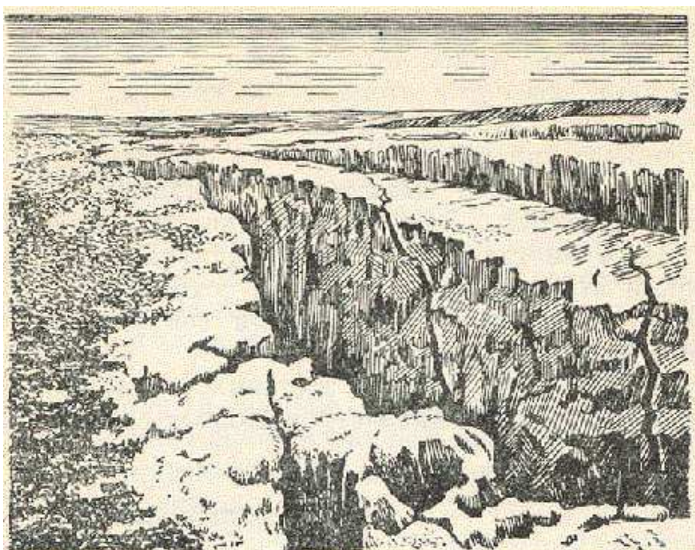
Yzgarlanda çökýän teýgumlar zire düzümi boýunça, köplenç, gumbaýraklara we toprulara degişlidirler, olaryň düzüminde kirşen parçalarynyň (0,05-0,002 mm) mukdary, adatça, 50%-den, öýjükliligi 40%-den köp, çyglylygy 15-17%-e çenli bolýar.

Tebigy şertlerde yzgarlap çökmeler dagetek düzlüklerde ululy-kiçili oýtaklar görnüşinde duşýarlar. Olaryň keşbi tabakpisint, çuňlugy 0,3-0,5 m-e, giňligi onlarça m-e çenli bolýar. Şol oýtaklar giňeldigiçe, olaryň içinde ýagyn suwlary köp toplanýar we hadysa güýçlenip, oýtagyň has giňelip – çuňalmagy dowam edýär. Şol bir wagtda-

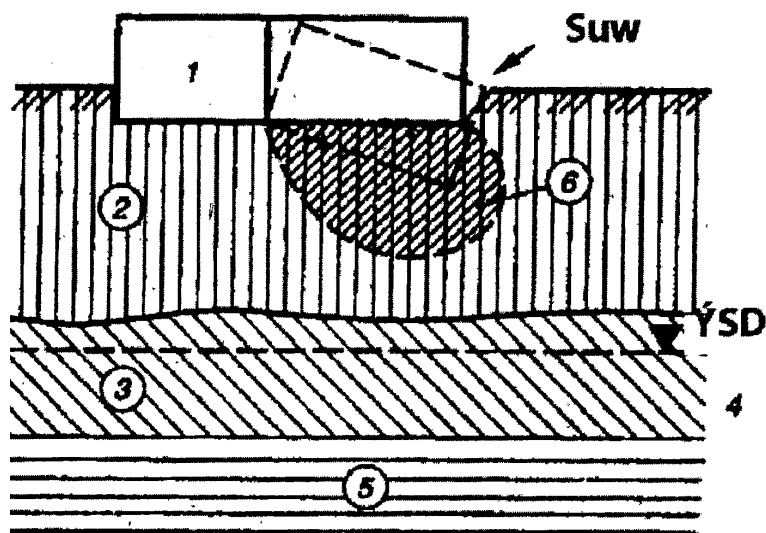
da bulanyk ýagyn suwlary teýgumuň öýjüklerini bitirip, aşaky gatlaklaryň yzgarlanmasyny kynlaşdyrýar. Bu sebäbe görä oýtaklarda ygal suwlarynyň siňmegi zerarly, yzgarlap çökmeler doly tamamlanmaýar, ýagny yzgarlap çökmä meýilli teýgumlar öz ukybyny doly ýitirmeýärler.

Käbir şertlerde, esasan-da, galyňlygy uly bolmadyk lýos jynslarynyň aşagynda suwy gowy geçirýän çägeler ýatanda, yzgarlap çökmäniň mehaniki hokurdanlaşma bilen utgaşýan ýerleri bolýar. Bu şertde yzgarlap çökme däl-de, **hokurdanlaşma – yzgarlamadan çökme** hadysalary bolup geçýär.

Adamyň hojalyk işleri bilen bagly şertlerde: täze gazylan ýaplara, kanallara suw göýberilende, gurluşygy tamamlanan jaýyň binýadynyň aşagyna suw gidende we ş.m. yzgarlap çökmeleriň has äşgär görünyň ýüze çykmalary bolýar (37-nji we 38-nji suratlar).



37-nji surat. Kanalyň boýunda yzgarlap çökme jaýryklary



38-nji surat. Yzgarlanma zerarly binanyň teýkarynyň näsaz çökmesi:  
1 – bina; 2 – yzgarlanda çökyň jynslar; 3 – yzgarlanda çökmeyän jynslar; 4 – teýgum suwlary; 5 – toýun (suwabent gatlak); 6 – yzgarlap çökmäniň bolup geçen ýeri

Türkmenistanda yzgarlap çökmeler Köpetdagýaka düzlüginde (esasan-da, Gäwers ýaýlasynnda) yzygiderli öwrenildi. Şol ýaýlada geçirilen sebitleýin we ýöriteleşdirilen işleriň netijeleri boýunça aşakdakylary bellemeli.

1. Yzgarlap çökmeler ýurdumyzda, esasan, inžener-geologik proses görnüşinde duşýarlar, ýagny Garagum derýasynyň boýunda, onuň suwaryş ulgamynyň zolagynda we jaý-desgalaryň gurluşygy bilen bagly şertlerde we ş.m.

2. Yzgarlap çökmeleriň jaýlara, desgalara şikes ýetirýän ýerleri ýerüsti suwlaryň çakli ýaýran ýerinde (jaýyň golaýynda ekilen ekinden, ýere gömlen suw geçiriji turbalardan, ýangyna garşy saklanýan suwly gapdan) ýere siňip, howaly zolakdaky teýgumlaryň ýokarky böleginiň yzgarlanmagy zerarly bolup geçýär. Şeýle çökmeleriň netijesinde, 1973-1975ý.ý. Ýaşyldepe obasynda onlarça jaýlary söküp, täze salynmaly, jaýlaryň düýbünü ilki yzgarlandyryp, soňra dykyzlandyрма işlerini geçirmeli boldy.

3. Ekin meýdanlarynda we onuň ýakalarynda yzgarlap çökmeleriň mehanizmi, daşky alamatlary, oba-şäher hojalygyna täsiri dürlüdür.

Geçirijiligi pes uly galyňlykly (40 m-e çenli) toýunsow jynslarda (Gäwers ýaýlasynyň günorta böleginde Garagum derýasynyň dag tarapynda) ekin suwlarynyň siňmesi (teýgumlaryň dikligine suw syzdyrmak ukyby) endigan däl. Käbir suwarylýan atyzlarda yzgarlap çökme iň ýokarky gatlak yzgarlanda däl-de, üstünde ýatan gatlaklaryň tebigy agramy yzgarlap çökmäniň **başlangyç basyşyna** ýeten ýerinde başlaýar. Bu ýagdaýda aşakda emele gelen gowalçlyga ýokary tizlik bilen köp mukdarda akyp siňýän suw yzgarlap çökmeden basga, hokurdanlaşmanyň döremegine getirýär. Şeýle hadysadan dörän köwekler – çukurlar (çuňlугy 1-1,5 m-e, kese ini 0,25 m-e çenli) Ýaşyldepe, Ýaşlyk obalarynyň we Tut nahal hojalygynyň ekin meýdanlarynda 1988-nji ýylda hasaba alnan. Käbir köweklere siňýän suwaryş suwlaryň harjynyň, çak bilen, 10-15 l/s ýetenligi hakda maglumatlar bar, Tut nahallaryny ýetişdirýän hojalygyň gündogar tarapynda ekin suwlarynyň gaçyp toplanmagy we siňmegi netijesinde, uzynlygy 100 m-den geçýän, çuňlугy 100-150 sm-e ýetýän jaýryklar barada (1991 ý.), Bugdaýly obasynyň käbir atyzlarynyň 0,5-1,0 m-e näsaz çöken ýerlerini awtoulaglar bilen gum getirilip, tekizlenen ýerleri (1990 ý.) hakda maglumatlar 1990-1992 ý.ý. alnan.

Gäwers ýaýlasynyň demirgazyk böleginde agramdan yzgarlap çökmeler (1974ý. düzülen yzgarlap çökmeleriň çaklama kartalaryna salgylansaň, 0,5-1,0 m-e çenli) 1990-njy ýylda doly tamamlanan hem bolsa, Garagum derýasynyň demirgazygynda ýerleşen obalardaky jaýlaryň çydarlyksyz derejede näsaz çöken ýerleri ýok. Munuň sebäbi, howaly zolakdaky teýgumlaryň suwdan doýgun halyna geçmegi, aşakdan ýokarylygyna ýerasty suwlaryň onlarça km<sup>2</sup> meýdanda haýallyk bilen ýokary galmagy bilen bagly. Bu şertde çökme bolup geçse-de, birinjiden, tutuş bolýar, ikinjiden, yzygiderli haýal bolýar. Käbir jaýlarda ilki döräp, soňra ösmesi togtan jaýryklar diňe jaýyň aýry-aýry burçlarynyň aşagyndaky teýgumlaryň yzgarlap çökme ukybynyň dürlüligi bilen düşündirilýär.

Yzgarlap çökmäniň sil suwlary bilen bagly döremegi mümkin, 1975-nji ýylda Aksuw bilen Babadurmazyň arasynda sil ötüginiň gömlenligi sebäpli, sil suwlary gaçynyň dag tarapynda toplanyp, teýgumlary 3,5 m çuňluga çenli yzgarladýarlar. Netijede, ol ýerde uzynlygy 300 m çemesi aralykda tabakpisint oýtaklaryň ulgamy emele gelýär.

Yzgarlanda çökýän teýgumlaryň duşýan ýerleri inžener-geologik jähetten jikme-jik öwrenilmelidir. Aýratyn üns yzgarlanda çökjek teýgumlaryň ýaýrawyna, galyňlygyna, yzgarlap çökmäniň deňeşdirme bahasyna, onuň başlangyç basyşyna, başlangyç çyglylygyna, kese we dik ugurlar boýunça üýtgewine gönükdirilmelidir.

Yzgarlap çökme hadysasyna garşy göreş çärelerini üç topara bölüp bolýar.

1) Çökmäge meýilli jynslaryň yzgarlamasynyň önüni almak. Muňa gurluşyk meýdançasyny tekizlemek, jaýyň gyralaryny asfalt bilen örtmek, ýakyn golaýynda suwaryş işlerinde suwy çäkli harçlamak, suw saklaýjy, geçiriji desgalardan suwuň syzylp çykmagynyň önüni ygtybarly almak we ş.m. degişlidir.

2) Desgalaryň näsaz çökmelere çydamlylygyny artdyrmaga ugrukdyrylan çäreler (düzgüdini (konstruksiýasyny) amatly saýlap almagyň we gaýymlygyny berjaý etmek arkaly). Muňa zolakly binýatlary demir-betondan gurmak, jaýyň düýbünü demir-betondan tutuş guýlan binýatdan gurmak, diwarlary bitewileşdirmek we başgalar degişlidir.

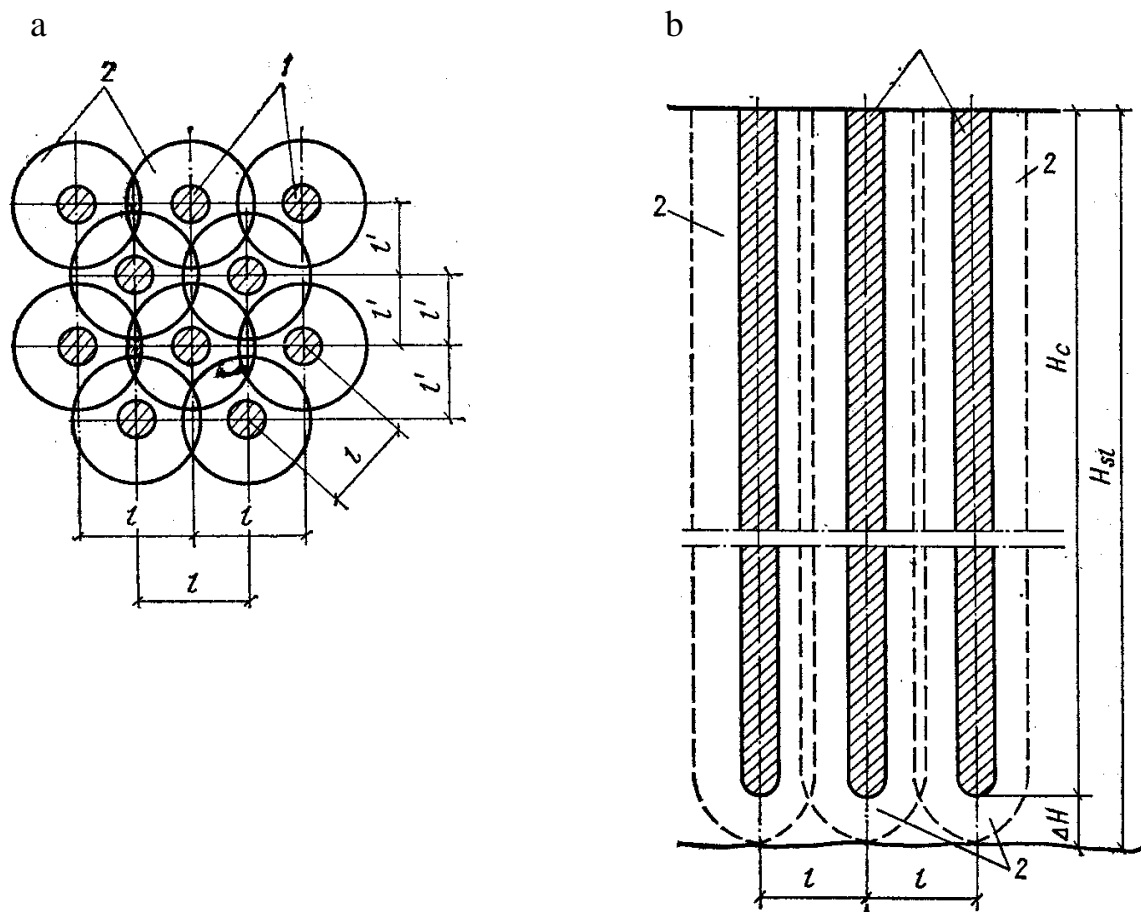
3) Yzgarlap çökjek teýgumuň çökme ukybyny aýyrmak. Muňa yzgarlandyrylyp dykyzlaşdyrma, teýgum sütünleri (kakma guýular) silikatlama we beýlekiler degişlidir.

**Yzgarladylyp dykyzlandyрма** giňden ulanylýar. Teýgumlar ilki suwdan doýgun ýagdaýa ýetirilýär, taba gelenden soňra, olar süýşýän, sarsgynly (urguly) usullar bilen dykyzlandyrylýar. Bu usul bilen çökýän teýgumlaryň galyňlygy 4-5 m-e çenli bolan ýerlerde gowy netije alyp bolýar.

Yzgarlap çökýän teýgumlaryň ýer titreýän zolakda duşýan ýerlerinde binýadyň göni aşagyndaky gatlagy aýryp (2 m-e çenli galyňlykda), soňra amatly çyglylykdaky jyglym-çäge-topur garyndysy bilen gatbar-gatbar örtüp dykyzlandyrmak („teýgum düşegini“ gurmak) Türkmenistanda resmileşdirilen usullaryň biridir.

Uly galyňlykly çökýän teýgumlarda ulanylýan usulyň biri „teýgum sütünler“ usulydyr (грунтовые сваи). Bu usulda gurluşyk hendeginiň düýbündäki teýgumlar ilki baslykdyrylýar (0,3-0,7 dykyzlyk derejesine çenli), soňra her 2,5-5,0 m-den urgy snarýadyny ulanyp, kakma guýular (skwažinalar) geçilýär. Snarýadyň geçen ýerindäki teýgum gapdala gysylp dykyzlanýar. Soňra kakma guýular ýerli teýgumlar bilen dykalanyp doldurylýar (39-njy surat). Bu usulda aşaky gatlak dykyzlaşyp, iň ýokarky gatlak gowşaýar. Şol sebäpli göni binýadyň aşagyndaky ýatan gatlak aýrylyp, emeli teýgum düşegi bilen çalşyrylýar.





39-njy surat. Kakma guýularyň (teýgum sütünleriniň) ýerleşiş (a) we demrikdirilen teýgum sütünlerinden dörän dykyzlaşan zolagyň kesimi (b).

1 – kakma guýular; 2 – guýynyň töwereginde dörän dykyzlaşan zolak.

**Silikatlama** düzümine 2-5%-li NaCl ergini goşulan 10-15%-li suwuk aýnany teýguma basyşly siňdirme görnüşinde geçirilýär. 30 gün geçenden soň, suwuk aýna siňdirilen her guýynyň 0,2-1,0 m töweregi gataýar we yzgarlanda-da çökmeýän ýarymbitewidaş jynsa öwrülýär. Bu usuly diňe süzülme koeffisiýenti 0,1 m/g.-g.-den ýokary jynslarda ulanmagyň amatlydygyny bellemeli.

#### 15.4. Gowaklama

Hereketdäki ýerasty suwlaryň täsiri bilen dag jynslarynyň belli bir göwrümi eräp, äkidilýän bolsa we olaryň öňki duran ýerinde ululy-kiçili boşluklar, köwekler, gowaklar emele gelýän bolsa, bu hadysa **gowaklama (karst)** diýilýär. Bu hadysanyň döräp, ösmegi üçin şol bir wagtda 4 şertiň bolmagy zerurdyr: 1) suwda ereýän gatlaklaryň bolmagy; 2) şol gatlaklaryň suw süzdürijilik häsiýetiniň bolmagy (jaýryklylyk, öýjüklilik); 3) şol öýjük-jaýryklardan suwuň hereket etmegi; 4) şol

suwuň eredijilik ukybynyň bolmagy (duzlugynyň pes bolmagy, suwda erän kömürturşy gazyň bolmagy we ş.m.).

Türkmenistanda gowaklama köplenç daglyk ýerlerde ýaýran karbonatlardan we zylçadan düzülen ýarymbitewidaş jynslarda duşýar (Köwata, Köýtendagyň gowaklary we ş.m.). Emma gowaklamanyň beýleki dag jynslary bilen bagly ýerleri hem seýrek däl. Sarygamys çöketliginde gowaklama toýunsow-hekgumdaş köl çökündilerinde duşýar. „Toýun gowaklamasy“ diýlip atlandyrylýan köwekler Günbatar Köpetdagyň paleogen toýunlarynda, Sumbar jülgesinde duşýar.

Gowaklamanyň iki görnüşi bar: **açyk (ýerüsti)** we **ýapyk (ýerasty)**.

Açyk gowaklama ereýän jynslaryň ýeriň ýüzüne çykýan ýerlerinde bolýar. Ol jynslar ýerüsti suwlar bilen bölekleyin ýuwlup äkidilende, ýeriň (ýapynyň) ýüzünde ululy-kiçili oýlar, ýaryk-dilikler (karlar) emele gelýärler. Uzagyndan bu köwekler aşaklygyna ösýärler.

Ýapyk gowaklama ereýän dag jynslaryň eremeýänlerden ep-esli aşakda ýatýan ýerlerinde duşýar. Olar ýerüsti suwuň hem, ýerasty suwuň hem täsiri bilen döräp bilýärler. Gyşyna dag ýapysy bilen barýarkaň daşyň jaýrygyndan bug çykýan bolsa, ýörände (aýagyňy ýere uraňda) gümpüldi eşidilýän bolsa, şol ýeriň aşagynda gowagyň bardygynyň alamatydyr. Şeýle ýapyk gowaklar Bagyr obasy bilen Arçabil şäherçesiniň arasyndaky daglarda duşýar. Ýapyk gowagyň üçegi, irde-giçde, ýumruls, ol agyz gowaga girelge bolup hyzmat edip biler.

Ýapyk gowaklamalary inžener-geologik jähetden öwrenmegiň dürli kynçylyklary bardyr. Birinjiden, olaryň ýaýran çäklerini anyklamak kyn, şol sebäpli gurluşyk meýdançasynyň howply ýere aralaşmagy mümkin. Ikinjiden, dag jynslarynyň ýuwlup äkidilme tizligini kesgitlemek kyn.

Bu hadysanyň duşýan ýerlerinde gurluşyk geçirmek, onda-da akaba, suw howdany ýaly desgalary gurmak hatarlydyr. Gurulýan binalaryň, desgalaryň agramyna, gowaklaryň üçekleriniň ýumrulmagy ýa-da suw desgalaryndaky suwlaryň, bary diýen ýaly, aňyrsy-bärsi görünmeýän şol gowaklara, köweklere siňip, ýitmegi örän ähtimaldyr.

Hadysa garşy göreş çäreleri, ilkinji nobatda, gowaklamanyň bar ýerlerini doly öwrenip karta geçirmek bilen baglydyr. Ýeriň ýüzüne çykman, aşakda ýatan boşluklaryň barlygyny-ýoklugyny anyklamakda, olaryň möçberlerini, çäklerini öwrenmekde geofiziki usullary ulanmak amatly bolýar. Gowaklamanyň ösen (ýa-da ösjek) ýerleri anyklanandan soňra, şol ýerlerde jaý-desga gurmajak bolmaly.

## **16. Eňňitlik hadysalary**

### **16.1. Eňňitlik hadysalary**

Daglaryň, baýyrlaryň ýapylaryny, derýalaryň, deňizleriň, kölleriň, källeriň kenarlaryny düzýän dag jynslarynyň berkligi olaryň durnukly saklanyp biljek kertliginden pes bolsa, eňňit ýapylar agyrylyk güýjüniň täsiri bilen aşaklygyna süýşüp



başlaýarlar. Şeýle hereketiň döremegine agyrlyk güýjünden başga, ýerasty we ýerüsti suwlar, dag jynslarynyň weýranlaşmasy, adamyň hojalyk işleri hem täsir edýär.

Eňňitlik hadysalarynyň esasylaryna **süýşgünler** (оползни), **opurylmalar** (обвалы), **dökülmeler** (осыпи) degişlidirler. Olaryň hemmesinde ýapydan aşak gaýtma hereketi agyrlyk güýjüniň täsiri bilen bolup geçýär. Bu umumylykdan başga, olaryň aýratynlyklary hem bar: süýşmäniň, aşak gaçmanyň tizligi (haýal, çalt, süýşüp gaýtma, togalanyp ýa-da güwläp gaýtma we ş.m.), süýşýän massanyň möçberi, desgalara ýetirýän zyýany we ş.m. Bu hadysalar inžener-geologik taýdan öwrenilende olaryň inžener desgalary üçin howplulyk derejesine, gorag çäreleriniň dogry we wagtynda saýlap gurulmagyna üns berilýär.

## 16.2. Süýşgünler

**Süýşgünler** diýlip, eňňitleri düzýän gowşak jynslaryň (toýunsow-çägesow jynslaryň, weýranlaşan hekgumdaşlaryň, kirşendaşlaryň we ş.m.) uly göwrüminiň (birnäçe kub metrden münlerçe  $m^3$ -e çenli) haýallyk bilen (käte çaltlanyp) tutuşlygyna süýşmegine aýdylýar. Bu hadysa ýapynyň üstünde ýol, başga desga gurlanda, eňňidiň aşak çetinde gazuw-agtaryş, partladyş işleri geçirilende döräp ýa-da güýjöp biler. Hadysa çygly ýerlerde, ýerasty suwlaryň derýalaryň deňizleriň kert we beýik kenarlarynyň süýgeşik halyndaky toýunlar bilen düzülen ýerlerinde giňden ýaýrandyr (Wolga, Dnepr derýalarynyň boýlary, Gara deňziň kenarlary, Krym we ş.m.).

Halk hojalygyna, desgalara iň köp zyýan ownuk, emma köpsanly süýşgünler tarapyndan ýetirilýän hem bolsa, ägirt uly süýşgünler hakda käbir mysallara ýüzleneliň.

1963-nji ýylda Demirgazyk Italiýada Pýawa atly derýanyň hanasynda salnan beýik bendiň göwrümi 250 mln.  $m^3$  howdanyna uly möçberde süýşýän jynslaryň gaçmagy zerarly, bendiň ýumrulmagynyň netijesinde, 3 mün adam heläk boldy.

1964-nji ýylda Täjigistanda 20 mln.  $m^3$  göwrümli süýşme Zerewşan derýasynyň hanasyny doly ýapyp 150 mln.  $m^3$  suw howdanynyň döremegine we oslagsyz dörän bentden aşakdaky oba-şäherlere örän uly howpuň abanmagyna getirdi.

Türkmenistanda süýşgünler seýrek ýaýrandyrlar we diňe ilatyň az ýaşaýan ýerlerinde duşýarlar. Olar Akjagaýa oýunyň demirgazyk ýapysynda, Üstýurduň günorta-gündogar çüňkünde, Gaplaňgyryň kötelliklerinde, Sarygamyşyň kenarlarynda duşýarlar. Çölüňgyr alaňynyň kertlerinde yzynlygy 100-200 m-e, ýapy boýunça ini 50 m-e çenli ýetýän süýşgünleriň barlygy hasaba alyndy. Bu süýşgünleriň, hemmesiniň diýen ýaly, süýşme düşegi paleogen toýunlarydyr, süýşýän jynslar bolsa, neogen çökündileridir.

Süýşgünlere garşy göreş çäreleri önüni alma we inžener çärelerine bölünýärler. **Önüni alma çärelerinde** süýşüş howpy bar zolakda işler emay bilen alnyp barylmalı, ýerüsti we ýerasty suwlary sowujy, aýryjy desgalaryň işine üns berilmeli, agaçlar-baglar goralmalı, ýer-gazuw işleri hasaba alynmaly we gözegçilik astynda geçirilmeli.

**Inžener çäreleri** köpdürlüdürler we toplumlaýyn alnyp barylýar:

- 1) ýerüsti suwlary sowujy desgalary gurmak;
- 2) ýerasty suwlary aýryjy desgalary (zeýkeşleri) gurmak;
- 3) ýapylaryň eňnitligini peseltmek, olaryň durnuklylygyny artdyrmak üçin, ýokarky bölegini kertip, aşaky bölegine (düýbýne) göçürmek;
- 4) söýget diwarlaryny we gorag örtüklerini gurmak;
- 5) süýşme howpy bar bolan ýapylaryň üstünde kakma, guýma sütünleri ulanyp, ýapynyň gowşak bölegini aşaky çuňlukdaky gatlarklara çatmak.

### 16.3. Opurylmalar

Käte ýapynyň, uçudyň, kenaryň kert ýerlerinde (eňnitligiň 25-30°-dan az bolmadyk ýerlerinde) gaýanyň bir bölegi weýranlaşyp ýa-da ýapyda ýatan daşlaryň (läheňleriň, harsaňlaryň) düýbi köwlüp, yrga ýagdaýa geçýärler, ýeliň zarbasyna ýa-da başga bir sarsgynyň täsiri bilen gopup, öz agramyna eňnitden aşak kem-kemden batlanyp gaýdýarlar. Bu hadysa **opurylmalar** diýilýär. Olar süýşgünlerden örän uly tizligi bilen tapawutlanýarlar.

Opurylmalar özara ululygy we ýumrulýan dag jynslarynyň düzümi boýunça bölünýärler. Ululygy (göwrümi) boýunça opurylmalar kiçi (göwrümi 100m<sup>3</sup>-e çenli), ortaça (1000m<sup>3</sup>-e çenli), uly (100 müň m<sup>3</sup>-e çenli) we ägirt uly (göwrümi millionlarça m<sup>3</sup>) bolýarlar.

Köpsanly gözegçilikleriň esasynda kiçi opurylmalaryň has köp duşýanlygy (85% çemesi) bellenýär. Merkezi Aziýada iň uly opurylmalaryň biri 1911-nji ýylda Pamirde bolup geçdi. Şol ýerdäki Murgap atly derýanyň deresine gaýdan gaýa (göwrümi 5 mln. m<sup>3</sup>) derýany ägirt uly bent bolup bekläp, Sarez kölüniň döremegine getirdi. Häzirki döwürde kölde toplanan suwuň mukdary howpsuz derejede saklanýar (artykmaç suwlar bendiň üstünde ýerleşdirilen sifonlar arkaly aşaklygyna akdyrylýar). Uly heläkçilige, şol sanda adam pidalaryna getiren opurylma Täjigistanda 1987-nji ýylda bolup geçdi.

Düzümi boýunça opurylmalar **daşly**, **gumly** we **garyşyk** bolýarlar. Daş opurylmalary häzirki zaman tektonik hereketleriň ösen zolagynda ýerleşen bitewidaş jynslarda bolup geçýär. Gum opurylmalary källeriň, jarlaryň kenarlarynda, emeli ýapylarda duşýarlar. Garyşyk opurylmalar giň ýaýrandyrlar, olaryň düzümi weýranlaşan ýarymbitewidaş jynslardan, toýunsow-çägesow jynslardan düzülýär.

Opurylmalaryň döremeginiň esasy sebäbi kenaryň, ýapylaryň kertligi we agyrlyk güýjüdir. Bu ýerde jynslaryň weýranlaşyp-jaýrylmagy, suwuň hereketiniň gidrodinamik basyşy, sementiň ýuwulmagy, seýsmik tolkunlar ýaly tebigy şertler, ýer-gazuw, partladýş işleri, bendiň, gaçynyň ýapysynyň eňňetliginiň nädogry guruluş ýaly emeli şertler goşulýarlar.

Opurylmalar dagda, dagetek zolakda ýerleşen obalara, ýollara, sagaldýş edaralaryna we ş.m. howp salyp bilýär. Onuň garşysyna göreş iki ugurdan alnyp barylýar: **öňüni alma** we **inžener çäreleri**. Kiçi we orta möçberli opurylmalaryň

öňüni almak üçin ýapylaryň ýagdaýyna yzygiderli gözegçilik edilýär, yrga daşlar goparylyp aşak togalanýar we ş.m. Inžener çärelerine opurylan daşlary saklaýan söýget diwarlaryň gurulmagy, garymlaryň gazylmagy, ýerüsti suwlaryň gapdala sowulmagy ýaly usullar degişlidir.

Türkmenistanda diňe daglyk ýollaryň kötel ýapylarynda ownuk opurylmalar duşýarlar.

## 16.4. Dökülmeler

Ýapgytlygy uly eňňitleriň üsti gum örtüksiz we fiziki weýranlaşma meýilli dag jynslaryndan düzülen bolsalar (kirşendaşlar, toýundaşlar, hekgumdaşlar), onda weýranlaşyp owranan bölekler süýşüp, togarlanyp, ýapynyň üstünde konus şekilli jyglym toplumyny emele getirýär. Şu hadysa **dökülme** diýilýär. Kötel ýapyly jülgelerde geçýän ýollar ulanylanda dökülmeler dürli kynçylyklar döredip bilýärler. „Üznüksiz hereketdäki“ dökülmeler ýapynyň eňaşaklygy  $65^{\circ}$ -dan geçende duşýarlar, eňaşaklyk  $45-65^{\circ}$  bolanda, dökülmeler, azda-kände, hereketde bolýarlar. Şeýle şertlerde ulanylýan ýollaryň üstünde, dökülmeleri üstaşyr geçirer ýaly, inžener desgalary gurulýar.

Türkmenistanda dökülmeler juda şýrek duşýarlar we düýpli göreş çäreleriň geçirilmegini talap etmeýärler.

## 17. Ýer titremeleri

### 17.1. Ýer titremeleri hakda düşünje

Ýeriň içki energiýasynyň täsiri bilen dürli geologik hadysalaryň bolup geçýänligi ön agzalyppy. Olaryň içinde inžener-geologik jahetden iň uly ünse mynasyby ýer titremesidir.

**Ýer titremesi** diýlip, aşakdan gelýän zarbalaryň täsiri bilen ýeriň üstüniň sandyramagyna aýdylýar.

Ýer titremeleri adamzat jemgyýetine ýetirýän zyýany boýunça, tupandyr, harasatlardan soňra, ikinji ýerde durýarlar. Ýer togalagynda her ýyl 100 müňe golaý ýer yranmasy bolup geçýär. Olaryň içinde weýrançylyga getirýänleri her ýylda 100-den kän dälär.

Ýer titremeleri, esasan, ýaş, ösýän dag ulgamlarynyň sebitinde bolup geçýär. Türkmenistanda hadysanyň iň ähtimal ýerleri Köpetdag, Köýtendag, Balkan daglary, olaryň ýakalary, Türkmenbaşy şäheriniň töwerekleridir. Bu hadysanyň aýratynlygy onuň weýrançylykly güýji we duýdansyzlygydyr. Netijede, diňe jaýlaryň, desgalaryň weýran bolmagy bilen, maddy ýitgiler däl-de, adam ýitgileriniň köpçülikleýin bolýanlygydyr. XX asyrdan bolan ýer titremeleri zerarly adam ýitgileriniň sany

milliondan geçýär. 1948-nji ýylda bolup geçen Asgabat ýer titremesinde 176 mün adam şehit boldy.



40-njy surat. Asgabat ýer titremesinde (1948 ý.) emele gelen ýerüsti jaýryklar  
(G.P. Gorşkow boýunça)

## 17.2. Ýer titremesiniň sebäpleri

Umuman alanyňda, ýer titremeleri wulkan atylmagy, partladyş işleri, ýerasty gowaklaryň, şahtalaryň ýumrulmagy sebäpli hem bolup bilýär. Emma hadysanyň iň howplusy onuň tektonik hereketleri zerarly döreýänidir.

Ýer gabygynyň onlarça, käte yüzlerçe **km** çunlugynda bolup geçýän tektonik hereketler zerarly, örän berk we galyň gatlaklar çat açýar, jaýrylýar, netijede, ummasyz uly energiýa bölünip çykýar. Bu energiýa ýeriň ýüzüne mehaniki sarsgyn tolkunlary görnüşde ýaýraýar (boý tolkunlary we kese tolkunlar).

Boý tolkunlarynyň ýaýraýan ýolunda tolkunlar dag jynslaryny yzly-yzyna gysyp, - gowşadýar (ujy ýüpli maýyşgak pružinany çekip, göýbereniňdäki ýaly). Bu tolkunlar dürli dag jynslarda 1-8 km/s tizlik bilen ýaýraýar. Kese tolkunlar boý tolkunlarynyň ýaýraýan ugruna perpendikulýar tarapa ýaýraýar (giposentrden ýeriň ýüzüne tarap). Içki maýyşgak tolkunlar ýeriň ýüzüne çykanda täze ýerüsti agram tolkunlary döreýärler. Şu tolkunlar jaý-desgalaryň ýumrulmagyna sebäp bolýar.

Ýeriň jümmüşinde seýsmik zarbanyň döreýän nokadyna **giposentr** diýilýär. Ol onlarça - yüzlerçe **km** çuňlukda bolup biler. Giposentriň ýeriň ýüzüne iň gysga aralyk bilen çykýan nokadyna ýer tütremäniň **episentri** diýilýär. Episentr ýer titremäniň iň güýçli täsir edýän ýeridir (dik urgy sarsgyny görnüşde). Ýer titreme sarsgyn we yrgyldy görnüşde ýaýraýar we episentrden daşlaşdygynça kem-kemden gowşaýar.

### 17.3. Ýer titremäniň güýjüniň kesgitlenilişi

Seýsmik zarba gaýtalanýan yrgyldylar bolany üçin, ol yrgyldynyň gerimini ölçeýän guralyň – **seýsmometriň** we yrgyldylaryň gaýtalanýşyny we gerimini ýazýan guralyň – **seýsmografyň** kömegi bilen ölçelýär.

Ýer titrände bölünip çykýan energiýa ägirt uludyr, ony ýüzlerçe wodorod bombasy ýarylanda bölünip çykýan energiýa bilen deneşdirip bolar.

Ýer titremäniň energiýasy (E) seýle formula bilen hasaplanýar:

$$E = \pi^2 \cdot \rho \cdot V \cdot \left(\frac{A}{T}\right)^2$$

bu ýerde:

$\rho$  - jynslaryň udel agramy, kN/m<sup>3</sup>;

$V$  - seýsmik tolkunlaryň ýaýraýyş tizligi, m/s;

$A$  - seýsmik tolkunlaryň (dag jynslarynyň bölejikleriniň süýşüş) gerimi, m;

$T$  - doly yrgyldynyň bolup geçýän wagt aralygy, s.

Energiýanyň üsti bilen ýer titremesiniň magnitudasyny (M) kesgitläp bolýar:

$$M = \frac{E - 12}{1,8}$$

Ýer titremäniň magnitudasy 0-9 aralygynda üýtgeýär, oňa, başgaça, **Rihteriň şkalasy** hem diýilýär.

Ýer titremäniň güýji 2 ululyk bilen hasaplanýar: seýsmik tizlenme (a) we seýsmik koeffisiýent K.

**Seýsmik tizlenme** (a) ýa-da dag jynslarynyň bölejikleriniň yrgyldy tizlenmesi, seýle formula bilen hasaplanýar:

$$a = A \cdot \frac{4\pi^2}{T^2}$$

GDA döwletlerinde ulanylýan şkalanyň her balyna (21-nji tablisa) seýsmik tizlenmäniň belli bir bahasy degişlidir.

**Seýsmik koeffisiýent (K)** seýsmik tizlenmäniň (a) erkin gaçyş tizlenmä (g) gatnaşygydyr:

$$K = \frac{a}{g}$$

Bu koeffisiýent taslamalarda jaýlaryň ýer titremegine durnuklylygyny berjaý etmek üçin geçirilýän hasaplarda ulanylýar.

**Garaşsyz ýurtlaryň arkalaşygynda ulanylýan seýsmik şkala**

Ballar	Ýer titremäniň häsiýetnamasy	Sferik asmanyň iň uly gyşarmasy $X_0$ , mm	Seýsmik tizlenme $a$ , $\text{mm/s}^2$	Erkin gaçyş tizlenmesi $g$ , $\text{sm/s}^2$
1	Duýulmaýan	–	2,5-den az	–
2	Örän gowşak	–	2,6-5,0	–
3	Gowşak	–	5,1-10,0	–
4	Aram	0,5-den az	11-25	–
5	Aramdan ýokary	0,5-1,0	26-50	0,025
6	Güýçli	1,1-2,0	51-100	0,025-0,05
7	Örän güýçli	2,1-4,0	101-250	0,05-0,1
8	Ýumrujy	4,1-8,0	251-500	0,1-0,2
9	Tutuş ýumrujy	8,1-16,0	501-1000	0,2-0,4
10	Ýok ediji	16,1-32,0	1001-2500	>0,4
11	Katastrofa (derbi-dagyn)	>32	2501-5000	–
12	Güýçli katastrofa	–	>5000	–

Seýsmik tizlenme  $a \leq 50 \text{ mm/s}^2$ , seýsmik asmanyň gyşarma gerimi 1 mm-den az bolanda 12 bally şkala boýunça ýer titremäniň güýji 5 baldan geçmeýär we ilatyň janyna, jaýlaryň abatlygyna howp abanmaýar. Ýer titremäniň güýji 6 baldan geçse, onuň jaýlara täsirini içgin öwrenip, taslamada we gurluşykda ulanylmaly çäreler önünden hasaplanylýar.

Türkmenistanda sebitiň, etrabyň seýsmikligi (ýer titremäniň näçe bala çenli bolup biljekligi, gaýtalanýş ýygylgy) Milli seýsmik sebitleme karta laýyklykda kesgitlenýär. Belli nokat üçin kartadaky görkezilen balyň üstüne gurluşyk meýdançasynnda galyňlygy boýunça agdyklyk edýän teýgumun görnüşi we häsiýetleri göz önünde tutulyp, TGN-2.01.08-99 gurluşyk normasyna görä, goşundy goşulýar. Ol goşundynyň möçberi mikroseýsmik sebitleme kartasy we S.W. Medwedewiň formulasy bilen hem takyklyk bilen bilner:

$$\Delta I_{\text{gat/YSD}} = 1,67 \lg(V_n \cdot \rho_n / V_m \cdot \rho_m) + K \cdot e^{-0,04h^2}$$

bu ýerde:

$\Delta I_{\text{gat/YSD}}$  – ýer titremäniň güýjüniň deslapky hasap bahasynyň üstüne goşulýan we seýsmik gatylyga we ýerasty suwlaryň derejesiniň ýatýan çuňlugyna görä kesgitlenýän goşundy;

$V_m$ ,  $V_n$  – meýdançadaky teýgumlarda we nusgawy teýgumda kese seýsmik tolkunynyň ýaýraýyş tizligi;

$\rho_m$ ,  $\rho_n$  – agzalan teýgumlaryň dyklyzlygy;

$e = 2,72$  – natural logarifmiň esasy;

$h$  – möwsümleýin üýtgew hem hasaba alnanda teýgum suwlarynyň ýeriň ýüzünden aşakda ýatýan çuňlugy,  $m$ ;

$K$  – dik kesimde agdyklyk edýän teýgum üçin alynýan koeffisiýent: çägesow-toýunsow teýgumlarda  $K=1$  we iribölekli çagyl-jyglym gatlaklar üçin  $K=0,5$  diýlip alynýar.

Ýer titremäniň jaýlara, desgalara täsirliligi seýsmik tolkunlaryň geçýän yerindäki dag jynslarynyň düzümine, häsiýetlerine, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna, ýer ýüzüniň nätekizligine, tektonik bozulmalaryň barlygyna, gürlüginе, ýer titremäniň ojagynyň (giposentriň) çuňlugyna baglydyr.

Ýer titremäniň täsirliligine agzalan şertleriň baglylygy hakda asakdakylary tekrarlamaly:

1) Seýsmik tolkunlaryň dürli dag jynslarynda ýaýraýyş tizligi aşakdaky tertipde peselýär: bitewidaş jynslar, çagyl teýgumlary, çägeler, toýunsow jynslar; şu tertipde ýer titremäniň baly hem ösýär.

2) Suwdan doýgun jynslarda, zeýlän yerlerde, döküdi gowşak teýgumlarda ýer titremäniň täsirliligi aşa artýar.

3) Tektonik bozulmalaryň (jaýryklaryň) seýsmik tolkunlaryň önünde keseligine ýatmagy ýer titremäniň güýjüni peseldýär.

4) Aýry-aýrylykda somalyp (ýa-da çuňalyp) duran yerlerde (depeler, kertler, jarlar) ýer titremäniň täsirliligi bir bala çenli artýar.

#### **17.4. Ýer titremeleriň önünden çaklanylyşy**

Ýer titremeleriň duýdansyz, weýrançylykly we adam pidaly bolýanlygy üçin, olary önünden çaklamaga örän uly üns berilýär. Ylmy-barlag işleri 3 taraplaýyn alnyp barylýar: garaşylýan ýer titremeleriň aňrybaş güýjüni, boljak yerini we wagtyny çaklamak.

Indiki boljak ýer titremäniň güýji sol yerde öňki bolup geçen ýer titremeleriň iň güýçlüsine salgylanyp çaklanýar. Su ýörelgäniň esasynda, ýer titremäniň boljak, ýaýrajak yerleri kesgitlenýär. Ýer titremäniň güýjüniň ýaýraýyşy, jaý-desgalara täsiri çaklananda 14.3. bölümçede sanalan kanunylyklar doly öwrenilip, sebitiň seýsmosebitleýiş, şäherleriň mikroseýsmik sebitleýiş kartalary düzülýär.

Ýer titremeleriň bolmagy mümkin yerlerini, olaryň anrybaş güýjüni ýeterlik ähtimallyk bilen çaklap bolýar. Indiki boljak ýer titremäniň wagtyny önünden kesgitlemek welin, iň kyn we henize çenli doly çözülmelik meseleleriň biridir.

Taryhda görkezilen maglumatlar, soňky onýyllyklarda geçirilen ylmy-barlag işleri ýer titremäniň önüsyrasynda yeriniň ýüzünde, yerasty suwlaryň düzüminde, häsiýetlerinde, dürli haýwanlaryň özüni (howsalaly) alyp baryşynda, haýsy-da bolsa, bir üýtgewiň bolýandygyny belleýärler.

Häzirki wagtda ýer titremäniň önüsyndaky alamatlary - ýer titremäni “buşlaýjylaryny” öwrenmäge münlerçe geologlaryň, geofizikleriň, gidrogeologlaryň we beýleki ugurlardan alymlaryň aň - düşüňjeleri we yhlasy gönükdirilendir.

Ýer titremesini önünden bilmek geohimiki, geofiziki, ýarsuw we geodinamik ýollar boýunça öwrenilýär.

**Geohimiki** usullarda çuň gatlaklarda (2000-3000 m-den aşakda) ýatan ýerasty suwlaryň wodorod görkezijisiniň (pH), ionlarynyň, gaz düzüminiň, mikrokomponentleriniň, izotop gatnaşyklarynyň üýtgewi öwrenilýär. Türkmenistanyň dürli nokatlarynda agzalan görkezijileriň belli böleginiň ölçeglerini yzygiderli alyp barýan gidroseýsmik postlar bardyr.

Ýer titremäniň **geofiziki** buşlukçylaryna ýer titremäniň önüsyndaky dag jynslarynyň elektrik garşylygynyň üýtgewi (O.M. Barsukow), mikroseyismik zenzeleler (L.I. Rykunow), akustik signallar (M.M. Hasanow, S.H. Negmatullin), agyrlyk güýjüniň üýtgemegi (H.I. Amirhanow, S.S. Serdarow) degişlidirler.

**Ýarsma** usullaryna degişli T.S. Wartanýanyň we G.R. Kulikowyň usuly ýeriň gidrogeoýarsma meýdanyna ýeriň gabygyndaky dartgynlygyň täsirine esaslanýar.

**Geodinamik** usullar diýlip, hereketler, ilkinji nobatda, tektonik hereketler bilen şertlendirilen görkezijileri öwrenýän usullara düşünilýär. Şu ugra degişli bir usuly işläp düzmekde belli türkmen alymy Ö.A. Ödekow mynasyp orny eýelýär. Ol öz ylmy işlerinde (1965-1981) Ýer gabygyndaky bilelikdäki dik we kese hereketleriň kanunalaýyklygynyň barlygyny nazary we usuly taýdan esaslandyrdy we onuň netijesinde, ýer titremäni çaklamagyň bir usulyny oýlap tapdy. Bu usulyň düýp mazmuny Ýer gabygynda dartylmak we gysylmak güýçleri bilen şertlendirilen dik (wertikal) hem-de kese (gorizontal) tektonik hereketleriň bilelikde ýer titremesiniň önüsyndaky we ýeriň yranyp duran wagty ýeriň ýüzünde hereketleri emele getirýändiginden ybaratdyr. Bu usulyň esasynda ýer titremäniň önüsyndaky ýeriň ýüzüniň eňnitliginiň üýtgewini geodezik ölçegler arkaly öwrenýän Aşgabat geodinamik poligony gurnaldy. Şol poligonda geçirilen ölçegler boýunça 1987-nji ýylda Aşgabatda we Demirgazyk Eýranda boljak (we hakykatda hem bolan) ýer titremesi akademik Ö.A. Ödekowyň usuly boýunça 53 gün önünden kesgitlendi. Usulyň ygtybarlylygyny Almata geodinamik poligonynda geçirilen işleriň netijeleri hem tassyklaýar.

Türkmenistanda ýer titremäniň wagtyny önünden çaklamak usulynyň takyklygyny artdyrmak niýeti bilen, dürli nokatlarda ýerasty suwlaryň derejesi, basyşy, temperaturasy, düzümi yzygiderli öwrenilýär.

Emma ýer titremäniň wagtyny önünden çaklama usullarynyň häzirki zaman ygtybarlylygy hadysanyň pursadyny ilata ygylan etmek anyklygyna ýeterlik däl.



## 17.5. Ýer titremä durnukly jaý-desgalary gurnagyn ýollary hakda düşünje

Jaý-desgalaryň ýer titremäniň täsirine durnukly bolmagyny gazanmak üçin degişli çäreler taslama we gurluşyk döwründe geçirilýär.

Hadysanyň garaşylýan ýerlerinde geçirilmeli inžener-geologik barlaglaryň we gurluşyk tärleriniň esasy ýörelgeleri aşakdakylardan ybaratdyr.

1) Ýer titremäniň güýjüniň inžener-geologik şertlere görä ösüş kadalary öwrenilmeli we gurluşyk geçiriljek ýeriň mikroseýsmik sebitleýiş kartasy düzülmeli.

2) Gurulmaly ýaşaýyş jaýlaryny, desgalary seýsmik urgynyň iň az boljak ýerinde ýerleşdirmeli.

3) Jaý-desgalaryň berkligi, konstruksiýasy esaslandyrylanda olaryň seýsmik zarba çydamlylygyny berjaý etmeli.

4) Jaý-desga üçin amatly ýer saýlananda:

a) ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne golaý ýatýan ýerlerinden, suwdan doýgun we gowşak teýgumlardan gaça durmaly;

b) ýeriň ýüzüniň juda nätekiz ýerinden, gowaklama we eňňitlik hadysalarynyň ösen ýerlerinden gaça durmaly;

ç) köpgatly jaýlaryň binýatlaryny çuňaldylan ýa-da tutuşlaýyn bitewi görnüşde gurmaly;

d) meýdançanyň inžener-geologik şertlerine, ýer titremäniň garaşylýan güýjüne (balyna) baglylykda, gurluşyk hendeginiň düýbüne dürli galyňlykda daş-topurly tutuş düşek düşmeli we ony zerur derejä çenli dykyzlandyrmaly;

e) ýol geçirmek üçin ýokary galdyrylan gaçylaryň beýikligi we gazmalaryň çuňlugy 4 metrden artsa, eňňidiň ýapgytlygyny hasap boýunça bolmalysyndan azaltmaly;

ä) jaýlar gurlanda seýsmik urga, zarba, yraň atmalara garşy usullary, tärleri ulanmaly: jaýlaryň, esasy diwarlaryň burçlaryny, gat aralaryny bitewi demir-beton sütünler, guşaklar ulgamy bilen berkitmeli, uzyn jaýlaryň arasynda yraň atma sarsgynlaryny azaldýan sepleri goýmaly we ş.m.

## 18. Inžener geologik prosesler

### *Inžener-geologik prosesler*

Gurluşyk, ýerasty baýlyklaryň çykarylyp alynmagy, ýerleriň tekizlenmegi we başgalar şol ýerde öň ýok geologik prosesleri döredip ýa-da öňden bar prosesleriň ösüş depginini güýçlendirip bilýär. Adamyň hojalyk işleri bilen döreýän, ösýän bu proseslere **inžener-geologik (adamtarapyn) prosesler** diýilýänligi öň agzalypdy. Bu ýerde ol prosesleriň käbirleriniň gysgaça beýany berilýär.

### 18.1. Desgalaryň, binýatlaryň, binýadasty teýgumlaryň ýarşmalarynyň kysymlary

Üstüne goşmaça agram düşen teýgumlar az ýa-da kän derejede ýarşýarlar. Ol ýarşmalaryň görnüşleri, möçberi teýgumlaryň häsiýetlerine, desgalaryň, olaryň binýatlarynyň kysymyna, dartgynlyk döredýän güýçleriň wektorlaryna baglydyr. Teýgumlaryň häsiýetlerine öňki bölümlerde garalyp geçildi. Bu ýerde desgalar bilen ýarşmalaryň utgaşmasynyň beýany berilýär.

Teýgumlarda döreýän ýarşmalaryň ilkinjisi gurluşyk hendeginiň geçilmegi bilen baglydyr. Hendeginiň düýbündäki gatlakda öň ýokarda ýatan gatlaklaryň aýrylmasy sebäpli, güberme (göwrüm ulalma) ýarşmasy bolup geçýär. Hendek gazylandan soň beton-binýat işleri gaýra goýulsa, ol ýerde dag jynslarynyň weýranlaşmasy, yzgarlap çökmesi, yzgarlap çişmesi ýaly hadysalar agzalan ýarşmalary ulaldýarlar, giňeldýärler. Bu amatsyz ýagdaýyň önüni almak üçin, hendek taslamada bellenen çuňluga ýeten badyna, işleriň indiki tapgyrlary arakesmesiz geçirilmelidir. Eger şeýle yzygiderliligiň arasynyň üzüljekligi önünden belli bolsa (çaklansa), hendek taslamada bellenen çuňluga (0,5-1,0 m çemesi) ýetirilmän goýulmalydyr, hendege ýagyn, beýleki ýerüsti suwlar düşmez ýaly çäreler görülmelidir.

Desgalar we jaýlar mäkämliги boýunça gaty we çeyе kysymlara bölünýärler.

**Aňrybaş gaty desgalar** tutuş (monolit) binýatly demir-beton guýma desgalar deňagramly ýükde we birmeňzeşe golaý teýkarda sazlaşykly çökýärler. Teýkary dürli bolan ýagdaýa duşýan näsaz çökmelerde gaty desgalar, бүкүлmezden, gysarýarlar (minaralar, beýik turbalar we ş.m.).

**Aňrybaş çeyе desgalar** teýkardaky teýgumlaryň hemme çökýän nokatlarynyň yzy bilen çökýärler, şol sebäpli desganyň süňňünde goşmaça dartgynlyklar döremeýär (gum gaçylar, gum bentler we ş.m.).

Gatylygy çakli bolan desgalar (ýarşmalar önünden doly hasaba alynmadyk şertde) näsaz çökmelere, egrelmelere, jaýrylmalara duçar bolup bilýärler. Şeýle desgalarda binýadasty teýgum bilen desganyň düzgüt süňňüniň sazlaşykly işlemegini gazanmagyň ähmiýeti uludyr.

Türkmenistanda hususy jaý gurluşygynda örän giň ulanylýan birgatyly ýaşaýyş jaýlaryň gatylygy juda azdyr. Şol sebäpli her otagynyň pürsleri aýry-aýrylykda goýlan bir gatyly ýaşaýyş jaýlarynyň belli bir bölegini çeyе kysymly jaýlaryň hataryna goşup bolýar.

Näsaz çökmeleriň ösüşi hasaba alnanda ýarşmalaryň şeýle görnüşlerini bellemeli.

1) **Gysarma** – binýadyň iki nokadynyň absolýut belgisiniň olaryň aradaşlygyna bolan gatnaşygy;

2) **Jaýyň (desganyň) egrelmegi** – bir okda ýerleşen iki ýa-da birnäçe binýatlaryň çökme ýarşmalarynyň olaryň aralygyna bolan gatnaşygy;

- 3) **Bükülme** – ýaý beren jaýyň ýarماسynyň (çöküp ýa-da çişip) ýaýjygyň çüňkleriniň aralygyna baglylygy;
- 4) **Towlanma** – uzyn desganyň dürli çetiniň dürli ugra gyşarmagy;
- 5) **Binýatlaryň kese süýşmesi** – diňe desganyň süňňüne dartgynlyk düşende duşýar (daşyna dartyjy düzgütli desgalarda).

Teýgumlaryň mehaniki täsirlere durnuklylyk ukyby TGN 1.02.07-2000, jaýlaryň, desgalaryň düzgüdiniň teýkar bilen sazlaşyklylygynyň berjaý edilmeginiň hasaplary TGN 2.02.01-98 gurluşyk normalarynyň kadalaryna laýyklykda öwrenilýär.

## 18.2. Ýerasty desgalaryň we olaryň üstünde ýerleşen desgalaryň ýarماسы

Peýdaly magdan ýataklary özleşdirilende ýeriň aşagynda ştolnýalar, ştrekler, daglyk ýerde ýol geçirilende, suw desgalary gurlanda, şäherden zeý, lagym suwlaryny äkitmek üçin tonneller, uly şäherleriň gatnaw hereketlerini ýeňletmek üçin metropolitenler gurulýar. Mundan beýläk agzalanlaryň hemmesi şertleýin „**ýerasty desgalar**“ diýlip atlandyrylýar. Türkmenistanda hem şeýle desgalaryň gurlup başlanmagy sebäpli (Aşgabat şäherindäki zeý-akabaly tunnel), bu desgalaryň gurluşygy, ulanylyşy bilen bagly inžener-geologik prosesler aýratyn ünse mynasypdyr.

Ýerasty desgalar geçirilende şeýle şertleri öwrenmegiň möhüm ähmiýeti bar: dag jynslarynyň mäkämliги, dag basyşynyň ýüze çykmalary (daşlaryň gopup zyňylmagy, jaýryklaryň döremegi, dag jynslarynyň süýşmegi) we dag jynslarynyň weýranlaşma meýilliligi.

**Dag jynslarynyň mäkämliги** diýlip, olaryň daşky güýçleriň täsirine jemleýji garşylygyna aýdylýar. Bu garşylyk, belli derejede, dagiçi, ýerasty desgalaryň geçirilmeginiň kynçylygyny kesgitleýär. Dag jynslarynyň mäkämligine mukdar taýdan baha kesmek üçin M.M. Protodýakonowyň tablisasy ulanylýar (23-nji tablisa).

**Dag basyşynyň** häsiýetleri çylşyrymly we ýeterlik öwrenilen däl. Dag jynslary, adatça, deňölçegli basyşyň uly möçberine mynjyraman çydap bilýärler. Ýerasty desgalaryň gurlan ýerlerinde dag jynslarynyň massiwinde basyşyň bölünişi üýtgeýär. Bu şertde dag jynslarynyň gopmasy, dag jynslarynyň belli göwrüminiň ýerasty desgalaryň üçeginden, gapdal diwaryndan zyňlyp (atylýp) çykmagy bolup geçýär.

Bitewidaş jynslarda dag basyşy, esasan, ýerasty desganyň üstünde ýatan gatlaklaryň agramy zerarly, şeýle-de tektonik (köplenç öňden galan) dartgynlyklaryň hasabyna döreýär. Ýokarda ýatan jynslaryň agramy ýerasty desganyň diňe bir üçegine däl-de, gapdal diwarlaryna hem düşýär. Şol sebäpli hatda bitewidaş jynslarda geçirilen ýerasty desgalaryň hem gapdal diwarlary gaýym berkidilýär.

Aşgabat şäherinde gurulýan zeý-akabaly tunnel ýeriň ýüzünden 25 m-e çenli çuňlukda, M.M. Protodýakonowyň synlamasy boýunça mäkämliги 0,3-1,0 aralygynda bolan jynslarda geçirilýär. Şol sebäpli tonneliň daşy ilki galyňlygy 0,15 m-e ýetýän demir-beton ganatlardan düzülen halkalar bilen jebis gurşalýar. Soňra

düzme demir-beton halkalaryň iç ýüzünden (ýer titrände halkalaryň arasyndaky sepler açylmaz ýaly) tonneliň uzaboýuna armaturaly guýma beton gatlagy gurnalýar. Şeýlelik bilen bitewilik berlen tonneliň daşky diametri 6,0 m, içkisi 5,1 m-e barabar bolýar.

Ilkibadalar ýerasty desgalaryň üçegine düşýän basyş onuň üstünde ýatan dag jynslarynyň sütüniň agramyna deň diýlip pikir edilýärdi. Emma indi ençeme wagtdan bári munuň beýle däl-de, agzalan basyşdan azlygy anyklandy. Dag basyşyny hasaplamak üçin birnäçe usul ulanylýar. GDA girýän döwletlerde M.M. Protodyakonowyň tebigy **deňagramlylyk gümmezi** atly nazaryýeti – usuly ulanylýar. Agzalan gümmeziň parabola şekili bar. Şol parabola şekilli gümmeziň üstünde ýatan gatlaklar ýerasty desganyň berkitmesine agram salmaýarlar. Dag jynslarynyň berkligi näçe ýokary bolsa, deňagramlylyk gümmeziniň beýikligi şonça az bolýar.

Ýerasty desganyň üçeginiň her 1 ölçegsiz metrine ýokardaky dag jynslaryndan düşýän basyş ( $t/m^2$ ) şeýle formula bilen kesgitlenýär.

$$P = \frac{4}{3} a \cdot b \cdot \rho$$

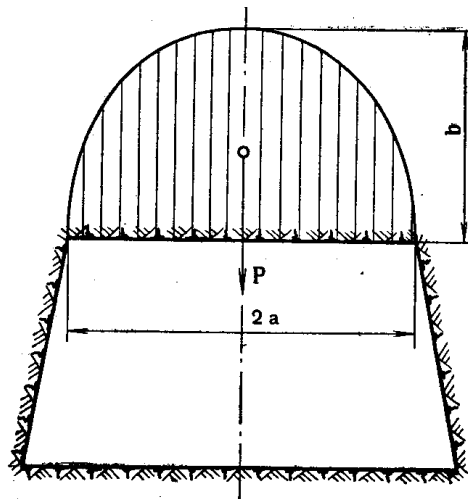
bu ýerde:

$a$  – desganyň ininiň ýarysy, m;

$b$  – tebigy deňagramlylyk gümmeziň beýikligi, m;

$\rho$  - dag jynslarynyň dykzlygy,  $t/m^3$ .

Ýerasty desganyň berkitmesine düşýän dag basyşynyň kesgitlenişi 41-nji suratdan düşnükli bolýar.



41-nji surat. Ýerasty desganyň berkitmesine düşýän dag basyşyny kesgitlemegiň hasap şekili (M.M. Protodyakonow boýunça)

Tebigy deňagramlylyk gümmeziniň beýikligi  $b$  şeýle formula boýunça hasaplanýar (eger desga 1 ýyldan köp ulanylmaly bolsa):

$$b = \frac{2a}{f_{\text{māk}}}$$

bu ýerde:

$a$  – desganyň ininiň ýarysy, m;

$f_{\text{māk}}$  – mākämlik koeffisiýenti (M.M. Protodýakonow boýunça).

Eger dag jynslarynyň birokly gysyşa ( $R_c$ ) garşylygy hakda belli maglumat bar bolsa, onda  $f_{\text{māk}}=0,1R_c$  diýlip alynýar.

Umuman, dag basyşy desganyň ýatýş çuňlugyna baglydyr. Emma bu baglanyşyk örän çylşyrymlydyr we gönüçzykly häsiýete eýe bolmaýar. Desganyň berkitmesine düşýän basyşy tejribe üsti bilen dinamometr (mehanik, gidrawlik, elektrik görnüşli) arkaly kesgitlep bolýar. Ölçeg geçirmezden öň abzal netijeleri dartgynlyk ölçeginde aňlatmak üçin sazlanylmalydyr.

Eger ýerasty desganyň ini giň bolsa, berkitmeleriň berkligi ýeterlik bolmasa, dag jynslarynyň süýşmegi (üçegin bükülmegi, ýumrulmagy) mümkin. Şeýle süýşmeleriň ýeriň ýüzüne ýetýän wagtlary seýrek bolmaýar. Ol süýşmeleri önünden çaklamak üçin dag jynslarynyň jaýryklylygyny, süýgeşik ýarsmalara ukyplylygyny, ýerüsti dag işleriniň çuňlugyny, ýeriň ýüzündäki ýarsmalaryň täsirini gowşadýan çägesow-toýunsow çökündi jynslaryň barlygy-ýoklugyny, galyňlygyny bilmek zerurdyr.

Umuman alanynda dag jynslarynyň süýnüp-süýşmeleriniň nazary usullary ýeterlik derejede işlenip düzülen däldir.

### 18.3. Zeýleme we oňa garşy göreş çäreleri

Eger teýgum suwlarynyň girdeji görkezijileri (gelyän ýerasty akym, ýerüsti suwlaryň we ygalyň ýere siňip teýgum suwlaryna goşulmagy, öýjüklerdäki buguň goýalyp, neme-damja öwrülmegi, ýerasty suw geçiriji desgalardan ýitgiler we başg.) çykdaýy görkezijilerden (gidýän ýerasty akym, ýerasty suwlaryň kapillýarlar boýunça ýokary galyp, bugaryp, harçlanmagy, ýerasty suwlaryň ulanyş guýular we zeýkeş ulgamy arkaly çykarylmagy we başg.) artsa, teýgum suwlaryň derejesi tä howply (kritiki) derejä çenli ýokary galýar.

Bu howply çuňluk howaly zolakdaky jynslaryň kapillýarlygyna, suw süzdürijiligine baglydyr. Hususan, bu çuňluk ýerasty suwlaryň kapillýarlar bilen ýokary galýan mukdarynyň şol ýerdäki in köp topraküsti bugaryşa barabarlyga ýeten derejesi bilen kesgitleýär. Türkmenistanda dagynyk çökündi jynslaryň ýatýş şertleriniň çylşyrymlylygy we dürlüligi nazarda tutulyp, çenalyş hasaplarda ortaça howply çuňluk deregine ekin ýerleri üçin 2 m, şäherde – 3 m kabul edilýär.

Ýerasty suwlaryň 2-3 m-den az çuňlukda ýatan ýerlerine **zeýlän ýerler**, ýerasty suwlaryň şeýle çuňluga çenli ýokary galyp saklanma hadysasyna **zeýleme** diýilýär. Başgaça aýdylanda eger ýerasty suwlaryň çuňlugy 2-3 m-den az bolsa, ýeriň ýüzünden tä ýerasty suwlaryň ýatýan derejesine çenli aralyk yzgarlaýar, zeýleýär.

Munuň sebäbi toýunsow jynslardaky öýjükler bilen kapillýar suwlaryň üznüksiz ýokary galmagydyr.

Zeýleme hadysasy Türkmenistanda örän giň ýaýran. Zeýleme hojalygyň hemme pudaklaryna diýen ýaly uly zyýan ýetirýär. Ol amatsyzlyklaryň esasylyryna aşakdakylar degişlidir:

1) zeýlemäniň netijesinde bugarýan suwlaryň düzümindäki duzlar ýeriň ýüzünde toplanýar, soňra ýagan ýagyşlar, ýuwuş suwlary ol duzlary aşak siňdirýärler. Şeýlelik bilen ýerler (toprak, teýgum) şorlaşýar, ekerançylyga, gurluşyga düýpli zyýan ýetýär. Ekilen tohumlar kynlyk bilen gögerýär, gögerenleriniň hem hasyllylygy pes bolýar. Ýere gömlen turbalary, kabelleri, jaýlaryň binýadyny, ýerzeminleriň diwaryny we ş.m. duz iýip haraplaýar;

2) hemişelik ýokary çyglylyga eýe bolan teýgumlaryň berkligi zeýleme zerarly juda peselýär, cöküjiligi artýar. Şol sebäpli gurulmaly jaýlaryň, desgalaryň düýbünü köp çykdaýy harçlap, abatlamaly, binýadyň inini ulaltmaly bolýar we ş.m.;

3) zeýlän ýerde salnan jaýlara ýer titremäniň zarbasy ýetende, ýumrujy täsir güýçlenýär, bu bolsa, artykmaç howpa, artykmaç çykdaýy çykarylmaga sebäp bolýar;

4) zeýlän ýerlerde gurluşyk işlerini, esasan-da, çuňaldylan binýatly we ýerasty desgalaryň gurluşygyny geçirmek juda kynlaşýar we gymmatlaýar (suwy aýyrmak zerurlygy döränligi sebäpli);

5) zeýlän ýerlerde ýaşaýyş şertleri ýaramazlaşýar, esasan-da, birgatlý jaýlarda, köpgatlý jaýlaryň birinji gatynda yzgar pola, diwara, ýorgan-düşege siňýär, hemişelik saklanýan ýokary çyglylyk adamlary guragyry keseline ýolukdyrýar. Zeý ýerzeminleri, tebigy oýlary we emeli çukurlary şor suwdan doldurýar, çybyn - çirkeýler üçin amatly şertler döreýär we ş.m.

Zeýlemäniň garşysyna aşakdaky çäreleri ulanmak täsirli netijeleri berýär:

1) tebigy ýerasty akymyň çykyp gidýän bölegi kemter gelýän ýerlerde zeýkeşleri gurmaly we olaryň göwnejaý we durnukly işlemegini gazanmaly; zeýkeş ulgamynyň taslamalaryny resmi seljerişden geçirmeli; täze gurulýan we durky täzelenýän zeýkeş ulgamlarynyň talaba laýyklygyny kepillendirmegi garaşsyz guramalara tabşyrmaly;

2) suwuň (suwaryş, agyz suwlarynyň, ýuwnup-ardynmak we gaýry niýet bilen ulanylýan suwlaryň) tygşytly harçlanylyşyny berjaý etmeli;

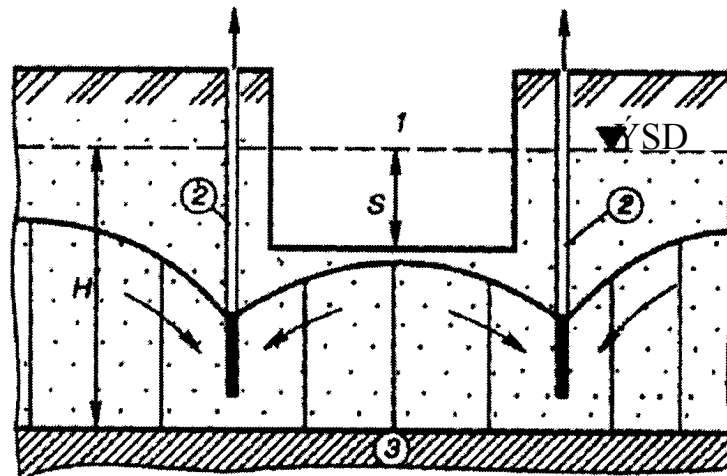
3) ýerasty suwlaryň artýan mukdaryny (zeýleme derejesine ýetirmezlik niýeti bilen) mümkinçilik bar ýerinde çykaryp alyp ulanmaly (ýerleri suwarmak, mallary suwa ýakmak üçin we ş.m.);

4) ekinleri suwarmagyň iň tygşytly tärlerini, usullaryny ulanmagy kada görnüşde ýola goýmaly we berjaý etmeli;

5) harçlanýan we ýitýän suwlary (turbageçirijilerden, ulanyjylardan) ölçemegi ýola goýmaly we ş.m.

Türkmenistanda zeýlemä garşy dürli göreş çäreleri ulanylýar: suwarymly ýerlerde – aýyk kese zeýkeşler ulgamy, şäher ýerlerinde – dik zeýkeş guýulary we başg. (42-nji surat).

Türkmenistanyň ekerançylyk ýerleriniň, uly şäherleriniň tutýan meýdanlarynyň köp böleginiň zeýlän ýagdaýyndadygyny we zeýlemä garşy göreş çäreleriniň hemme ýerde üstünlikli geçmeýänligini nazarda tutup, şu ýerde paýtagtymyz Aşgabat şäheriniň mysalynda zeýlemäniň sebäpleri, oňa garşy göreş çäreleriniň taryhy, endişeleri, gelejegi barada gysgaça maglumat berilýär.



42-nji surat. Gurluşyk hendegindäki suwuň derejesiniň zeýkeş guýulary arkaly pese düşürilişi:

1 – gurluşyk hendegi; 2 – zeýkeş guýulary;  
3 – suwabent gatlak; S – ýerasty suwlaryň derejesiniň peselişi

Aşgabat şäheriniň tutýan meýdanynyň giňelmegi, şäheriň suw üpjünçiliginiň gowulanmagy, şäheriň içiniň we çar – töwereginiň bagy-bossanlyk bilen örtülmeşi şäheriň içine gapdalyndan, esasan, Garagum derýasyndan getirilýän suwlaryň mukdarynyň düýpli köpeldilmegine sebäp boldy. Bu suwlaryň ep-esli (käbir çaklamalara görä 25-40% çemesi) bölegi ýere siňip, ýerasty suwlaryň üstüne goşulýar. Şäheriň aşagyndaky suwly gatlaklar topluny dag tarapdan gelýän ýerasty akymy we bu artykmaç suwlary Garagum çölüne tarap akdyryp ýetişi bilmeýär. Azda-kände muňa Garagum derýasynyň hanasyndaky suwuň ýerasty suwlar bilen garpyşyp emele getiren ýerasty ysly (tutuş bolmadyk) böwedi-bökdenji hem täsir edýär. Netijede, ýerasty suwlaryň derejesi ýokary galýar. Aşgabat şäheriniň sebitinde, esasan hem, şäheriň gündogar böleginde demir ýoldan gaýrada, ýerasty suw „howply“ derejä çenli ýokary galdy (şäher şertlerinde „howply“ dereje 3 m. çuňluga deň diýip alynýar). Adatça, bu derejä ýeten suwlaryň ýokary galmasy togtalýar ýa-da juda azalýar. Sebäbi artykmaç suwlar kapillýar öýjükler arkaly ýeriň ýüzüne çenli ýokary galyp, howada bugaryp harçlanýarlar.

Bu önän oňaysyz ýagdaýy düzetmek üçin ýerasty suwlaryň derejesini emeli usullar bilen peseltmek zerurdyr. Şu maksat bilen 1974-nji ýylda Aşgabatda ýerasty suwlary çykaryp aýyrjak zeýkeş skwažinalarynyň (guýularynyň) onlarçasy gazyldy.

1990-njy ýyllara çenli olaryň sany 200-den geçdi. Emma ýerasty suwlaryň derejesi ýeterlik möçberde we giňişleýin peselmedi. Şäheriň tutýan meýdanynyň belli bir böleginiň zeýlän ýagdaýdadygyny nygtamaly. Munuň dürli sebäpleri bardyr:

1. şäheriň tutýan meýdanynyň we suw ýitgileriniň artmagynyň depgini işleýän zeýkeş guýularynyň sanynyň artma depgininden ýokarydyr;
2. zeýkeş guýularynyň çöwlügi (süzgüji) suwly gatlagyň aşaky böleginde, ýagny 20-50 m çuňlukda ýokary suwberijilikli çagyl gatlagynda ýerleşdirilen. Nasosyň sormagy netijesinde guýa barýan suw, ýeriň ýüzüne golaý ýatýan (2-10 m) az suwberijilikli çägesow-toýunsow gatlaklardan (dikligine) däl-de, esasan, aşakdaky çagylyly gatlakdan keseligine gelýär. Netijede, ýerasty suwlaryň derejesi guýynyň töwereginde garaşylýan möçberde pese düşmeýär;
3. umuman alanynda, dik zeýkeş guýularynyň has aşakda ýerleşen süzgüjiniň üsti bilen üznüksiz suw sorduryşyň geçirilmegi netijesinde hem, zeýkeşiň birnäçe metrlik töwereginde örän uly gidrawlik gradiýentiň hasabyna peseliş oýtумы döreýär. Emma dik zeýkeşiň täsir radiusynyň artmagyna örtük suwly gatlagyň suw süzdürijiliginiň juda pesligi we şäherasty suw geçiriji ulgamlardan ýitgileriň hut şu gatlakda bolup geçýänligi mümkinçilik bermeýär.

Zeýlemeden dynmak üçin dik zeýkeş guýularynyň süzgüjini ýokarky pes geçirijilikli (örtük) gatlagyň çäginde (5-15 m çuňluk aralygynda) ýerleşdirmek amatly netijäni beräýjek ýaly. Emma bu usulyň esasy kem tarapy – çöwlügi örtük suwly gatlaklarda ýerleşdirilen zeýkeşlere geljek suwuň juda ujypsyz bolýanlygyndadyr.

Umuman alanynda, suw süzdürijiligi pes gatlaklardaky suwy çykaryp aljak bolsaň, zeýkeşiň süzgüjiniň suwly gatlak bilen galtaşýan meýdanyny artdyrmak gerek. Biziň mysalymyzda örtük suw gatlagyndaky suwy aýyrmak üçin dik zeýkeşiň çöwlüginin (süzgüjiniň) uzynlygy şol gatlagyň galyňlygynyň azlygy (5-15 m) bilen çäklendirilýär. Süzdürijiligi pes örtük gatlakdan alynmaly zeý suwy önjeýli artdyrmagyň başga bir usuly – zeýkeş guýusynyň diametrini artdyrmak we ony dik däl-de, kese ýerleşdirmekdir. Bu usul aýyk ganawlar gazylyp içine degre-daşy ownuk çagyl bilen gabsalan süzgüç turbalar ulanylan şertlerde, dünýä tejribesiniň görkezşi ýaly, toýunsow suwly gatlaklaryň zeýini aýyrmakda gowy netijeleri berýär.

Emma bu (umuman, amatly) usulyň Aşgabat şäherinde ulanylmagyna 2 sany düýpli päsgelçilik bar:

- 1) ganawyň düýbi, ýagny kese zeýkeşiň ýatmaly çuňlugy 2-3 metrden köp bolsa, suwýarsuwlar (плывуны) zerarly, ganawlar kenarynyň akyp – süýşüp ýumrulmagy sebäpli bada-bat gömülýär. Ýerasty suwlaryň derejesini ganaw gazmadan öň wagtlaýyn peseltmek (iňňepisint suw sorduryş desgalaryny ulanyp) we soň kese zeýkeşler gurnamak juda gymmat düşjek;
- 2) ganaw gazyş işleri şäheriň ýerüsti we ýerasty desgalarynyň gür ýerleşen ýerlerinden geçmeli boljak. Eýeçiligiň dürli görnüşlerine we dürli pudaklara degişli bu desgalary söküp-düzmek işi hem örän çylşyrymly we süýrenişikli bolýar.

Görşümüz ýaly, bu ýerde amatly çykalga ýok ýaly görünýär.



Bu müşgil işiň oňyn çözüdini tapmak üçin 2001-nji ýylda Aşgabadynyň aşagynda (ýagny 15-25 m çuňluk aralygynda) zeýakabaly-aragatnaşyk tonnelini gurmak barada karara gelindi.

Bu ägirt desgany gurmagyň esasy maksady paýtagtymyzyň zeýlän ýerlerini abatlamakdyr. Şäheriň zeýlän ýerlerindäki jaý-desgalaryň ýer titremäniň täsirine durnuklylygyny gazanmak maksady bilen ýerasty suwlary iň azyndan 6 m çuňluga çenli aşak düşürmek niýetlenýär.

Bu başlanan işler we deslapky netijeler boýunça şulary bellemeli:

- ýerleri zeýledýän ýerasty suwlary aýyrmak üçin tonneliň iç ýüzünden we daşyndan 200-300 m aralykda ýerleşýän, diametri 4 m, çuňlугy 10-12 m-e deň bolan şahtalar (uly guýular) gazyldy (jemi 72 nokatda). Her şahtanyň içinden (9-10 m çuňlukda) uzynlygy 75-100 m-lik 5 sany kese zeýkeş guýulary (skwažinalary) burawlanmaly. Aşaky çagylyly gatlakdaky suwuň ýokary dyňzawyny peseltmek üçin şahtanyň düýbünden hem çuňlугy 60 m dik zeýkeş guýusy burawlanmaly;
- şahta tebigy dyňzaw zerarly akyp gelýän bu suwlary has aşakdan geçýän tonneliň zeýsuw bölümine öz akymyna ugratmak üçin uzynlygy 200-300 m-e, ýogynlygy 20 sm-e deň sepleýji turbany geçirmeli.

Agzalan işler ygtybarly seljerişden geçen taslama doly laýyklykda amala aşyrylan şertde Aşgabat şäheriniň çäginde zeýleme hadysasy aýrylmaly. Tonneliň her tarapyndan 1 km-e çenli zolakda bolsa, ýerasty suwlaryň derejesi 6 m-e çenli pese düşmeli.

## **V. Inžener-geologik işleriň usulyýeti**

### **19. Inžener-geologik gözlegler**

#### **19.1. Gurluşygyň taslamalary we inžener gözlegleri**

Düýpli gurluşyk ýörite düzülen taslamanyň esasynda geçirilýär. Taslamany amatly, talaba laýyk düzmek üçin, ýöriteleşdirilen inžener gözlegleri zerur bolýar. Ol gözleglerde taslamada niýetlenýän gurluşyk üçin şu soraglaryň çözüdi tapylmaly:

- 1) bar bolan tebigy şertlerde, tehniki, ykdysady mümkinçiliklerde gurluşygy geçirmegiň amatlydygyny esaslandyrmak;
- 2) desga üçin iň amatly ýeri saýlap almak;
- 3) desganyň, onuň binýadynyň, teýkarynyň iň amatly görnüşlerini, düzgüdini we möçberlerini esaslandyrmak.

Möçberi, bahasy uly we özboluşly jaýlar we desgalar üçin taslama tapgyrlyýyn düzülýär:

- 1) taslamadan öňki resminamalar (tehniki-ykdysady esaslandyрма);
- 2) taslama (iş taslamasy);
- 3) iş resminamasy.

Gurluşygyň aýry-aýry görnüşleri üçin taslama tapgyrlarynyň sanawy, atlary başgaça bolup bilýär. Şol bir ýerde (şäherde, etrapda, welaýatda) gurulýan **kysymdaş** jaýlar we desgalar üçin taslama bir tapgyrly bolup bilýär.

Taslamanyň her tapgyry üçin inžener gözlegleri geçirilýär. Bu gözlegler taslama edarasy ýa-da şertnama esasynda başga bir taslama-gözleg, gözleg edarasy tarapyndan geçirilýär. Soňky döwürde gözlegleri geçirmäge hususy kärhanalara hem ygtyýar berilýär.

Gözlegleriň düzümine inžener-geodezik, inžener-geologik, inžener-gidrometeorologik gözlegler girýärler. Agzalanalaryň içinde sarp edilýän wagt, harajat boýunça inžener-geologik gözleglere degişlidir.

Taslamanyň kesgitli tapgyryny esaslandyrmak üçin inžener-geologik işleriň aýry-aýry möwriti geçirilýär.

Taslamanyň tehniki-ykdysady esaslandyрма, taslamadan öňki resminama tapgyrlary üçin geçirilýän işleriň möwriti **inžener-geologik gözlegler** diýlip atlandyrylýar. Sebäbi bu möwritde niýetlenýän desganyň bähbitliligi esaslandyrylýar, ony gurmak üçin amatly ýer agtarylýar, gözlenýär.

Taslamanyň iş taslamasy, iş resminamasy tapgyrlarynda, ýagny desganyň guruljak ýeri anyk kesgitlenenden soňra, geçirilýän işlere **inžener-geologik barlaglar** diýilýär. Sebäbi bu möwritde taslanýan desganyň täsiriniň ýetjek ýerindaky (çuňlugyndaky) gatlaklar-teýgumlar, ýerasty suwlar, geologik hadysalar jikme-jik öwrenilýär, barlanýar.

Aýry-aýry ýagdaýlarda: jedelli soraglaryň çözgütleri gözlenende geçirilýän işleriň takyklygyna, talaba laýyklygyna göz ýetirmek üçin anyk subutnamalaryň zerurlygy bolanda inžener-geologik derňewler (seljerişler) geçirilýär.

Bu ýerde we soňra inžener-geologik işleriň haýsy möwritde degişlidigini ýörite nygtamak zerurlygy bolmadyk şertlerde olaryň hemme möwriti, gysgalyk üçin, **inžener-geologik gözlegler** diýlip atlandyrylýar. Inžener-geologik işleriň aýry-aýry möwritleriniň wezipelerine, mazmunyna soňky baplaryň birinde giňişleýin garalyp geçiler.

## 19.2. Inžener-geologik gözlegleriň wezipeleri

Inžener-geologik gözlegleriň esasy wezipesi taslanýan sebitiň, meýdançanyň inžener-geologik şertlerini öwrenmekdir. Muňa şol sanda relýefi, geomorfologik, seýsmik, gidrogeologik şertleri, teýgumlaryň geologik gurluşyny, düzümini, ýagdaýyny, häsiýetlerini, geologik prosesleri we hadysalary öwrenmek girýär. Bulardan başga-da taslanýan desganyň daşky gurşawa täsiri, tebigaty aýawly ulanmagyň ýollary, inžener-geologik şertleriň wagtyň dowamynda üýtgewi öwrenilmelidir. Gurulmaly desga bilen bagly gurluşyk materiallaryň ýataklarynyň barlygyny-ýoklugyny kesgitlemek, suw üpjünçilik meselelerini anyklamak hem inžener-geologik gözlegleriň wezipelerine girýär.

Aşakdaky işler taslamany esaslandyrmak üçin geçirilýän inžener-gözleglere degişli däl:dir:

- gurluşyk döwründäki geodezik işler (jaýlaryň düýbünü tutmak we ş.m.);
- gurluşyk döwründe geçirilýän inžener-geologik işler (barlag, derňew, anyklaýyş we ş.m.);
- ýöriteleşdirilen gidrogeologik barlaglar (süzülme koeffisiýentini barlag-synag işleriň üsti bilen takykklamak, suwpeseldiş işleriniň hasaby we ş.m.);
- ulanyş üçin guýulary burawlamak.

Agzalan işler zerur şertlerde gözleg ýa-da barlag edaralary tarapyndan aýratyn şertnamanyň esasynda geçirilýär.

Inžener gözleglerini geçirýän edara we onuň jogapkär işgärleri berlen maglumatlaryň dogrudygyna we dolulygyna kanunyň önünde jogap berýärler.

### 19.3. Tehniki tabşyryk

Her geçirilmeli inžener-geologik iş üçin tehniki tabşyryk, gözlegleriň maksatnamasy, çenlik bahasynyň esaslandyrmasy, iş geçirmek üçin ygtyýarnama zerurdyr.

Inžener-geologik işler geologik edara tarapyndan giň meýdanlary sebitleýin surata düşürmek (sýomka geçirmek) üçin geçirilýän bolsa, tehniki tabşyryk geologik tabşyryk diýlip atlandyrylýar.

Tehniki tabşyryk buýrujy (talapkär) tarapyndan düzülýär. İş ýüzünde, köplenç, tehniki tabşyrygy taslama edarasy düzýär we ony gözleg kärhanasyna tabşyrýar. Taslama-gözleg edaralarynda tehniki tabşyryk baş taslamaçy (baş inžener) tarapyndan düzülýär we bölümlere tabşyrylýar.

Eger kärhana jaýlaryny giňeltjek, durkuny täzelejek ýa-da hojalyk hasaplaşyk usuly boýunça gurluşyk geçirjek bolsa, onda önümçilik kärhanasynyň özüniň (ekspedisiýa, gurluşyk edarasy) tehniki tabşyrygy düzmäge haky bardyr.

Tehniki tabşyryksyz inžener-geologik gözlegleri geçirmäge ýol berilmeýär.

**Tehniki tabşyryk** aşakdaky maglumatlary özünde saklamalydyr:

- 1) inžener gözleglerini geçirmek üçin esaslanma;
- 2) iş ýeriniň ady;
- 3) gurluşygyň kysymy (täze jaý, durky täzelenýän jaý, giňeldiş işleri we ş.m.);
- 4) gözleg işleriniň görnüşleri;
- 5) meýdançanyň (sebitiň) salgysy, çäkleri;
- 6) taslamanyň, gurluşygyň tapgyrlary, möhletleri;
- 7) öňki geçirilen inžener gözlegleri barada maglumat;
- 8) taslanýan desganyň häsiýetnamasy;
- 9) desganyň daşky gurşawa täsiri we göreş çäreleri;
- 10) alynmaly maglumatlaryň takyklygyna talaplar;
- 11) hasabata talaplar (düzümi, möhleti, tertibi);
- 12) buýrujynyň salgysy we telefonlary.

Tehniki tabşyrykda inžener-geologik gözlegleriň düzümi, mukdary, usullary we tilsimatlary görkezilmeýär.

Buýrujy tehniki tabşyryk bilen bilelikde gözlegçä öňki toplanan maglumatlaryň hemmesini bermäge borçludyr.

#### **19.4. Inžener-geologik gözlegleriň taslamasy, çenligi, geçirilişi we hasabaty barada umumy düşüňjeler**

##### ***Inžener-geologik gözlegleriň taslamasy (maksatnamasy)***

Inžener-geologik gözlegleriň taslamasy gözleg edaralary tarapyndan tehniki tabşyrygyň esasynda kadalaşdyryjy düzgünleri, döwlet standartlaryny we öňki toplanan maglumatlary ulanyp düzülýär.

Öňki geçirilen işleriň netijelerini toplamak işi häkimliklerde, „Türkmengeologiýa“ DK-nyň gaznasynda, taslama-gözleg edaralarynyň arhiwlerinde, kitaphanalarda (neşir edilen makalalar, ýygyndylar) amala aşyrylýar. Maglumatlar toplanandan soň, olary taslama düzmek üçin we ondan soň hem nähili ulanyp boljakdygy hakda netije çykarylýar.

Inžener-geologik işleriň taslamasynda (ýa-da maksatnamasynda) gözlegleriň wezipeleri, düzümi, mukdary, usullary, tilsimatlary, işleriň senenamasy berilýär. Taslamanyň mazmuny we usulyýeti buýrujy bilen ylalaşylýar.

Inžener-geologik taslamada aşaky baplar bolmalydyr:

- 1) obýektiň ady, ýerleşýän ýeri;
- 2) taslanýan obýektiň häsiýetnamasy;
- 3) gözlegleriň maksady we wezipeleri;
- 4) öňki geçirilen işleriň netijeleri we olaryň taslanýan iş üçin ulanylmak mümkinçilikleri;
- 5) meýdançanyň (sebitiň) tebigy şertleri (gözleglere täsir edýän şertler giňişleýin beýan edilýär);
- 6) gözleg geçirilýän ýeriň çäkleriniň çylşyrymlylygynyň esaslandyrmasy; geçirilmeli gözleg işleriniň düzüminiň, mukdarynyň, usullarynyň, tilsimatlarynyň, yzygiderliliginiň esaslandyrmasy;
- 7) daşky gurşawy we zähmeti goramak boýunça çäreler;
- 8) ýöriteleşdirilen ylmy-barlag işlerini geçirmegiň esaslandyrmasy (uly we çylşyrymly obýekt üçin);
- 9) taslama aşakdaky goşundylar çatylýar:
  - tehniki tabşyrygyň göçürme nusgasy;
  - kartalar, kesimler, çyzgylar.

##### ***Inžener-geologik işleriň çenligi (smetasy)***

Taslamada bellenen işleriň deslapky bahalarynyň çenligi „Gözleg işleriniň bahalarynyň ýygyndysy“ (1987), „Ulaldylan çenlik düzgünleriň sprawoçnigi“ (1983-1985 ý.ý.) ýa-da olaryň deregine resmi tassyklanýan düzgünler boýunça geçirilýär. Deslapky düzülen çenlige iş döwründe esaslandyrylan goşmaçalar we düzedişler girizilmegine ygtyýar berilýär.

### ***Inžener-geologik gözlegleriň geçiriliş kadalary***

Inžener-geologik gözlegler geçirilende şeýle kadalar berjaý edilmeli:

- 1) inžener gözlegleri ýer eýelerinden (ulanyjylardan) ýerlerini elinden alynman geçirilýär. Inžener-geologik işler geçirilenden soň topragyň, ýol-ýodalaryň, bag-bakjanyň, ösümlükleriň bozulan, zaýalanan, hapalanan ýerleri dolulygyna abatlanýlar (şeýle çykdaýylar önünden hasaplanyp çenlige goşulýar);
- 2) gazuw-buraw işleri **diňe** ýerli häkimiýetiň ygtyýarnamasy bar bolan şertde we şol ýerde ýerasty kommunikasiýalary bar bolan edaralaryň wekilleriniň gatnaşmagynda başlanýar;
- 3) gözleg işleri döwründe taslamada göz önünde tutulmadyk ýagdaý dörese (garaşylmadyk teýgumlar, hadysalar ýüze çyksa we ş.m.), bada-bat buýruja habar edilip, taslama we çenlige goşmaçalar girizilmelidir.

### ***Tehniki hasabat (Inžener-geologik netijeleme)***

Inžener gözlegleri tamamlanandan soň işiň taslamasyna, çenligine we gözleg işleriniň düzgünlerine laýyklykda hasabat düzülýär. Hasabatda gurluşygyň taslamasy düzülende, gurluşyk amala aşyrylanda, desgany ulanyş döwürlerinde tebigy şertleri nähili amatly ulanmalydygy barada maslahat berilýär, gözleg işleriniň indiki möwritinde geçirilmeli işleriň sanawy berilýär.

Hasabat gözleg geçiren kärhananyň ylmy-tehniki geňeşinde buýrujynyň wekiliniň gatnaşmagynda ara alnyp maslahatlaşylýar, soňra ýokarda duran edara tarapyndan tassyklanýar, degişli tertipde döwlet seljeriş edarasy tarapyndan oňlanýar. Hasabatyň bir nusgasy buýruja, biri gözleg geçiren edara, käte bir nusga ýerli geologik gazna tabşyrylýar. Buýrujy alnan maglumatlaryň dolulygyna göz ýetirenden soň, gözleg üçin geçirilen hemme harajatlar hasapdan çykarylýar. Şondan soňra gözleg işleriniň hili, geçiriliş usulyýeti barada şikaýatlar kabul edilmeyär ýa-da diňe araçy kazyýetiň üsti bilen diňlenýär.

## **20. Inžener-geologik maglumatlary almagyň usullary**

Inžener-geologik maglumatlar diýlip, jaýlaryň, desgalaryň taslamasyna, gurluşygyna we ulanylyşyna düýpli täsir edýän tebigy we emeli şertlere aýdylýar. Şol sanda olara barlanýan ýeriň geologik gurluşy, geomorfologik şertler, teýgumlaryň düzümi, häsiýetleri, geologik we inžener-geologik hadysalar degişlidir.

Inžener-geologik maglumatlary almagyň usullary köpdür. Olaryň arasynda iň köp ulanylýanlaryna aşakdakylar degişlidir:

1. öňki geçirilen işleriň netijelerini toplamak we rejelemek;
2. ýerüsti inžener-geologik gözegçilikler;
3. burawlama we gazuw-agtaryş işleri.
4. geofiziki usullar.
5. sünjüm usullary.

6. laboratoriýa tejribeleri.
7. meýdan synaglary.
8. öwrany barlaglar.

Inžener-geologik gözleglerde agzalan usullaryň aýry-aýry görnüşleriniň utgaşmalary ulanylýar, sebäbi bu usullar köplenç biri-birileriniň üstüni ýetirýärler. Usullar utgaşmasynyň düzümi ýerli inžener-geologik şertleriň aýratynlyklary, gözleg edarasynyň tehniki mümkinçilikleri, buýrujynyň maliýe ýagdaýy, gözleg üçin göýberilen wagtyň möçberi bilen kesgitlenýär.

### **20.1. Öňki geçirilen işleriň netijelerini toplamak we ulanmak**

Öňki geçirilen işleriň netijeleri kitaphanalarda, arhiwlerde, gaznalarda saklanýan kitaplaryň, hasabatlaryň, kartalaryň kömegi bilen toplanýar. Bu ýerde öňki geçirilen işleriň senesi, usuly, maglumatlaryň könelişenligi göz önünde tutulmalydyr.

Öňki toplanan maglumatlaryň esasynda, deslapky inžener-geologik karta düzülýär. Ol kartada şu maglumatlar görkezilýär:

- esasy ýaşyt-şejeredeş toplumlar;
- dag jynslarynyň ýatýş şertleri;
- relýefiň esasy görnüşleri;
- geologik we inžener-geologik hadysalaryň duşýan ýerleri;
- öňki geçirilen barlag guýularynyň ýerleşýän ýerleri.

Eger öňki geçirilen işlerde alnan maglumatlar könelişmedik bolsa, olar barlanýan meýdançanyň çäginde alnan bolsa ýa-da meýdançadan daşlygy düzgün boýunça ygtyýar berilýän uzaklykdan artyk bolmasa, ol maglumatlary teýgumlaryň san bahaly görkezijileriniň nusgawy bahalaryny kesgitlemek üçin düzülýän statistik seçgilere goşup bolýar. Emma bu ýerde inžener-geologik kybapdaşlygyň barlygy, seçgileri birleşdirip hasaplamaklyga esasnamanyň barlygy ilki kada boýunça kesgitlenilmelidir.

### **20.2. Ýerüsti inžener-geologik gözegçilikler**

Ýerüsti gözegçiliklerde inžener-geologik şertleriň göz-görtele görünüp duran düzüm bölekleri öwrenilýär: relýef, geologik we inžener-geologik hadysalar, ýerasty suwlaryň we ene gatlaklaryň ýüze çykmalary we başgalar.

Ýerüsti gözegçilikler gurluşyk meýdançasynyň çäginde geçirilýän işleriň düzüminde kömekçi usul hökmünde ulanylýar.

1:200000 (1:100000 – 1:500000) geografik sahypalaryň çäginde döwlet inžener-geologik kartalaryny düzmek üçin geçirilýän ýerüsti gözegçilikler esasy usul hökmünde ulanylýar. Bu ýerde usul inžener-geologik surata düşürme (kartalaşdyrma, sýomka) diýlip hem atlandyrylýar. Bu şertde inžener-geologik surata düşürmäniň önünde şeýle düýpli wezipeler goýulýar:

- 1) desgalaryň gurulmaly ýerine, binýadynyň amatly kysymyna, düzgüline, gurluşyk işleriniň usullaryna, desganyň soňraky ulanyş düzgünine baha bermek;
- 2) inžener-geologik şertleriň aýry-aýry düzüm bölekleriniň arasyndaky baglanyşynlyklary öwrenmek;
- 3) inžener-geologik şertleriň giňişlikdäki üýtgewiniň kanunylyklaryna baha bermek;
- 4) tebigy prosesler bilen öňden bar bolan desgalaryň arasyndaky baglanyşyklary ýüze çykarmak;
- 5) inžener-geologik şertleriň tebigy ýagdaýda we gurulmaly desganyň täsiri bilen üýtgewini öňünden çaklamak.

Elbetde, munuň ýaly düýpli wezipeler öňde goýlan ýagdaýlarda inžener-geologik surata düşürmäniň üsti burawlama, gazuw-agtaryş, geofiziki we beýleki usullar bilen ýetirilýär.

Uly meýdanlarda sebitleýin inžener-geologik gözlegleriň düzüminde geçirilýän ýerüsti işlerde **landşaft** taglymaty giňden ulanylýar. Bu taglymatyň esasynda her bir kysymdaş ýere (sebite, meýdana, meýdança) tebigy şertleriň hut özüne mahsus bolan utgaşmasy – bitewi tebigy-meýdan toplumy (TMT) ýatyr.

Tebigy-meýdan toplumynyň düzümleri: klimat, relýef, dag jynslary, toprak, ýerasty we ýerüsti suwlar, geologik hadysalar, ösümlükler we haýwanat dünýäsi biribirleri bilen sazlaşykly aragatnaşygy saklaýar. Şol sebäpli ol ýerdäki şertleriň görnetinini öwrenip, ýaşyrynlary hakda maglumat alyp bolýar. Görnetin düzümleri bolup, adaty, relýef we tebigy ösümlükleriň görnüşleri, utgaşmalary, ösünligi, gürlügi hyzmat edýär. Bu usul alyslaryň usullaryň maglumatlary bilen utgaşdyrylyp ulanylanda, has gowy netijeler gazanylýar.

Ýerüsti gözegçilikler (surata düşürmeler) pyýada, ulagly ýagdaýda amatly ugra gönükdirilen marşrutlar boýunça alnyp barylýar. Gözleg geçirýän hünärmen inžener-geologik şertleriň aýratyn bellemäge mynasyp düzümlerini (dag jynslarynyň, ýerasty suwlaryň ýüze çykmalaryny, geologik we inžener-geologik hadysalaryň duşýan ýerlerini, möçberlerini) meýdan işlerine çykmazdan öň taýýarlanan topografik planşetleriň, ýöntem inžener-geologik kartalaryň, deslapky ýorgudy geçirilen alyslaryň suratlaryň ýüzüne geçirýär.

**Geologik gurluş** öwrenilende ene gatlaklaryň tebigy we emeli ýüze çykmalary barlanýar (gorplar, jarlar, hendekler, guýular, ýolýaka kert erňekler, hatda syçanlaryň, garynjalaryň hininden çykan gumlary we ş.m.).

**Inžener-geologik prosesler** öwrenilende şol ýerde bar bolan desgalar, jaýlar, ýollar, kanallar, köprüler hasaba alynýar, olar tutuşlygyna ýa-da bölekleyin barlanýar, ýarşmalaryň duşýan ýerlerine aýratyn üns berilýär. Medeni zolakda ýörite barlanjak jaýlar, desgalar üçin öňünden ygtyýarnama alynýar. Zerur halatlarda jaýyň içki diwarlary, ýerzeminleri barlanýar, jaýyň diwarynyň daş ýüzünden barlag çukury gazylýar.

**Ýerasty suwlaryň ýüze çykmalary** (çeşmeler, kârizler, guýular, ulanyş, zeykeş guýulary (skwažinalary), açyk zeykeşler) öwrenilende ýerasty suwlaryň

ýatýan çuňlugyna, fiziki häsiýetlerine, çykymyna we ş.m. üns berilýär. Zerur şertlerde suw çeşmesinden himiki derňew üçin, kada boýunça, nusga alynýar.

Umuman alanyňda, ýerüsti gözegçilikler giň meýdanlarda geçirilýän sebitleýin barlaglarda ene gatlaklaryň ýeriň ýüzüne çykmalarynyň köp duşýan ýerlerinde gowy netijeler berýär. Ýerüsti gözegçilikleriň ýazgylary, esasan, meýdan gündeliginde berilýär.

**Meýdan gündelikleri** her günde görülen zatlary, geçirilen barlag-ölçeşleri, marşrutlary ýazylyan depderçedir. Gündelige esasy ýazgy hökmünde geologik gurluş, dag jynslarynyň düzümi, häsiýetleri, geomorfologik şertler hakdaky maglumatlar girizilýär. Gündelige ownuk gasma çukurlaryň (çukanaklaryň, sypymalaryň), ene gatlaklaryň, ýerasty suwlaryň ýüze çykmalarynyň, geologik hadysalaryň, jaý desgalaryň ýarşmalarynyň ýazgylary hem goşulýar.

### 20.3. Burawlama we gazuw - agtaryş işleri

Taslanýan jaýlaryň, binalaryň täsiriniň ýetýän çuňlugyndaky gatlaklary öwrenmek üçin emeli gazuw-agtaryş desgalaryny: buraw guýularyny (skwažinalaryny) we barlag çukurlaryny geçýärler. Üsti toprak we dagynyk çökündi jynslar bilen örtülgi ýerlerde bu usul esasy we hökmany usulyň birine öwrülýär.

Buraw guýularynyň wezipeleri we gazylyş aýratynlyklary

Inžener-geologik buraw guýularynyň önünde şeýle wezipeler goýulýar:

- geologik we gidrogeologik şertler boýunça takyk maglumatlary almak;
- dag jynslarynyň düzümi, häsiýetleri boýunça ýeterlik we takyk maglumatlary almak;
- meýdan tejribelerini we synaglaryny geçirmek üçin mümkinçilik almak.

Buraw guýulary ýörite guralyň (köwgüjiň) kömegi bilen geçilýän, kiçi diametrli tegelek şekilli dik desga bolup, kese we çala eňňitli ýatan gatlaklary öwrenmek üçin örän giňden ulanylýar (şol sanda Türkmenistanda). Buraw guýularynyň kömegi bilen, dag jynslarynyň düzümi, häsiýetleri, durky-haly öwrenilýär. Munuň üçin buraw guýulary gazylýarka geçilýän her gatlakdan nusga alynýar. Nusgalaryň dikligine aralygy 1-2 m-den geçmeli dälär.

Teýgumlardan alynýan nusgalar tebigy durky bozulan ýa-da bozulmadyk bolýar. Eger nusga teýgumuň tebigy durky (öýjükliligi, çyglylygy) bozulman alynsa, oňa bitewi nusga (monolit) ýa-da özen (kern) diýilýär. Inžener-geologik ähmiýeti uly bolan bitewi nusgalary almak üçin sütünli (kolonkaly) burawlama usuly ýa-da ýörite abzal – teýgumhana (гpyнтоноч) ulanylýar.

Eger inžener-geologik buraw guýusy ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna ýetse, ol çuňluk ýörite gural-gürpüldewaç (хлопушка) dakylan ölçeş lentasynyň kömegi bilen ýa-da dereje ölçeýji tokly gural bilen ölçelýär. Suwuň hilini we iýijilik häsiýetlerini kesgitlemek üçin ondan nusga alynýar.



Inžener geologiýasynda geologiýanyň beýleki pudaklarynda ulanylýan burawlama usullarynyň aglaba köpüsi ulanylýar. Emma buraw desgalarynyň kysymlary başga, geçiliş usuly üýtgeşik bolup bilýär. Inžener-geologik maksatlar üçin burawlanýan guýularyň aýratynlyklary şulardan ybarat:

- gazylýan guýularyň çuňlugy az, ini uly bolmaly;
- guýynyň uzaboýuna (üznüksiz) nusga alynmaly;
- guýudan teýgumlaryň nusgalaryny durkuny bozman alynmaly;
- guýulary, adaty, çylşyrymly ýerlerde burawlamaly bolýanlygy (dar ýerde, barmasy kyn ýerde we ş.m.);
- guýulary gömlende aýratyn şertleriň berjaý edilmeli bolýanlygy.

Buraw guýularynyň synplanýşy we burawlama usulynyň saýlanyp alnyşy

Häzirki döwürde inžener-geologik maksatlar üçin burawlamanyň birnäçe usuly ulanylýar: sütünleýin (kolonkaly), rotor (aýlawly), şnek, sarsgynly (wibrasiýa), el bilen burawlama usullary. Inžener-geologik burawlamanyň usulyna, saýlanyp alynmaly buraw stanogyna aşadaky şertler täsir edýär:

- buraw guýusynyň niýetlenýän maksady;
- buraw guýusynyň geçilmeli çuňlugy;
- gazylmaly dag jynslarynyň berkligi;
- burawlama işleriniň geçirilmeli şertleri.

**Niýetlenýän maksady** boýunça buraw guýulary şeýle görnüşlere bölünýärler: sünjüm guýulary, barlag guýulary, gidrogeologik guýular, ýörite guýular.

**Sünjüm guýulary** (зондировочные скважины) geologik kesim deslapky öwrenilende, bitewidag jynslaryň we dagynyk teýgumlaryň araçägi kesgitlenende, gözlegleriň başlangyç tapgyrlerinde ulanylýarlar. Olaryň çuňlugy köplenç 5-10 m-e çenli bolýar.

**Barlag guýulary** (разведочные скважины) geologik kesimi jikme-jik öwrenip, dag jynslarynyň adyny, görnüşliklerini, ýatýş şertlerini, içki gurluşyny, dyklylygyny, çyglylygyny, durky-halyny (gaty – ýumşaklygyny), suwlulygyny barlamak üçin burawlanýar.

Barlag guýularynda dürli synaglar, barlaglar, tejribeler geçirilýär. Olara aşadakydar degişlidirler:

- 1) meýdan gidrogeologik synaglary (ýerasty suwlaryň akýan ugruny, tizligini kesgitlemek, suw siňdirmiş synaglary we ş.m.);
- 2) teýgumlaryň synaglary we nusgalaryň alnyşy (teýgumhana bilen bitewi nusgalary almak, dikligine şamp bilen basmak, aýlap kesmek, presläp gysmak we ş.m.);
- 3) geofiziki barlaglar: udel elektrik garşylygy kesgitlemek (rezistiwimetriýa), guýynyň dik ugurdan gapdala gyşaryşyny kesgitlemek (kawernometriýa), radioaktiw karotaj we başgalar.

**Gidrogeologik guýular** inžener-geologik işlerde teýgumlaryň suw süzdürijilik häsiýetlerini öwrenmek üçin, guýuda suw sorduryş synaglaryny geçirmek üçin burawlanýar. Gidrogeologik guýular şol bir wagtda barlag guýulary hem bolup hyzmat edip bilerler. Gidrogeologik guýularyň esasy aýratynlygy – olaryň diametrleri

uly bolýar (suw çykarýan enjamlary ýerleşdirmek üçin). Eger gidrogeologik guýulary barlag guýulary görnüşde ulanmak zerurlygy ýok bolsa, ol guýular nusgalyk alynman (mysal üçin, rotor usuly bilen) hem burawlanyp bilner.

**Ýöriteleşdirilen guýular** zerur şertlerde belli wezipeleri berjaý etmek üçin burawlanýar (mysal üçin, içine adam girip biler ýaly).

**Çuňlughy** boýunça inžener-geologik buraw guýulary 4 topara bölünýärler:

- 1) ýalpak guýular (çuňlughy 10 m-e çenli);
- 2) aram çuňlukly guýular (çuňlughy 10-30 m aralygynda);
- 3) çuň guýular (çuňlughy 30-100 m aralygynda);
- 4) aşa çuň guýular (çuňlughy 100 m-den artyk).

Öňki Sowet Soýuzynda we soňky GDA girýän döwletlerde umumy burawlanýan inžener-geologik guýularyň 70%-i 1-10 m aralykda, 25%-i 10-30 m aralykda we diňe 5%-i aşa çuň guýulara degişli.

**Burawlama usulyny saýlap almak** işleriň möçberine, barlag geçirilýän ýerdäki teýgumlaryň berkligine, häsiýetlerine bagly bolýar.

Eger burawlama işleriniň umumy möçberi az bolsa, onda teýgumlaryň hemme görnüşini burawlap biljek buraw usuly ýa-da stanogy ulanylýar.

Häzirki döwürde inžener-geologik maksatlar üçin aşakdaky burawlama usullary ulanylýar:

- 1) **el burawy** (aýlama-urgy usuly) – işiň möçberi az, guýynyň çuňlughy pes, diametri kiçi bolsa, burawlanylmalý ýer daryşgan bolsa we ş.m..
- 2) **rotorly we urganly – urgy usuly** – burawlama wagty diňe palçyga öwrülen teýgumlaryň nusgalaryny almaga mümkinçilik berýär we şol sebäpli, köplenç, diňe gidrogeologik guýulary burawlamak üçin ulanylýar.
- 3) **sütünleýin (kolonkaly) buraw** – inžener-geologik işlerde örän giň ulanylýar. Munuň sebäpleri: teýgumlaryň hemme görnüşlerini burawlap bolýar; teýgumlaryň durkuny bozman, nusga almaga mümkinçilik berýär.
- 4) **şnekli buraw** – Türkmenistanda çägesow-toýunsow jynslar burawlananda giňden ulanylýar. Amatly tarapy – ýokary öndürijilikli, kemçilikleri – teýgumuň durky bozulýar, gatlagyň çalşygyny kesgitlemek kyn, iribölekli teýgumlarda burawlama çäkli.
- 5) **sarsgynly burawlama** – örän ýokary öndürijilikli, emma teýgumlaryň durky bozulýar. Türkmenistanda heniz ulanylan ýeri ýok.

Burawlama usulyna jemleýji baha kesilende, onuň amatly taraplaryny bellemeli: guýularyň çalt geçilmegi, uly çuňluklara ýetmegiň kyn bolmazlygy, işleri ýokary derejede mehanizirleme mümkinçilikleriň bolmagy, buraw guýularynyň aralygynyň çalt geçilmegi. Emma usulyň käbir kemçiliklerini hem agzamaly: guýularyň diametriniň kiçiligi sebäpli içine girip bolmazlygy, alynýan nusgalaryň möçberiniň buraw guýusynyň diametri bilen kesgitlenmegi, bir guýy boýunça dag jynslarynyň ýatyş şertlerini anyklap bolmaýanlygy.

### **Barlag çukurlary**

Içine girip, elin nusgalyk almaga mümkinçilik berýän barlag desgalarynyň hemmesi bu ýerde, gysgalyk üçin **barlag çukurlary** diýlip atlandyrylýar. Olara çukanaklar, sypymalar, ganawlar, şurflar, şahtalar we ştolnýalar degişlidirler.

**Çukanaklar** – çuňlugy 0,5-0,8 m we ini 0,2-0,3 m bolan barlag çukurlary. Olar, adaty, sebitleýin surata düşürme (sýomka) döwründe toprak örtüginin aşagynda ýatan gatlagyň adyny, düzümini göz çaky bilen (käte alnan nusga boýunça geçirilen tejribe arkaly) kesgitlemek üçin, el bilen gazylýar.

**Sypymalar** ýapylaryň, eňitleriň ýüzüni örtüp ýatan dagynyk teýgumlaryň aşagynda ýatan ene gatlaklary öwrenip, ýazgysyny geçirmek üçin ulanylýar. Sypymalar ganawlar we ştolnýalar bilen bilelikde, kese barlag desgalaryna degişlidirler.

**Ganawlar (garymlar)** ýapgytlygy uly ene gatlaklaryň üstüni örtüp ýatan çökündileri aýyrmak üçin gazylýar. Olaryň ini 0,8 m-e çenli we çuňlugy 2 m-e çenli bolýar.

**Ştolnýalar** ýerasty kese barlag desgalary bolup, adaty, derýa jülgeleriniň kenar ýapylarynda has içgin we gapdalda ýatan dag jynslarynyň berkligini, jaýryklylygyny, suw süzdürijiligini öwrenmek üçin geçilýär (gidrotehniki desgalaryň, bentleriň, köprüleriň salynmaly ýerlerinde). Türkmenistanda heniz ulanylan ýeri ýok.

**Şurflar** guýa meňzeş gazylýan dik barlag desgalary. Olaryň kese kesiminiň şekili tegelek, gönüburçly, inedördül görnüşde bolýar. Tegelek kese kesimli guýulary mehanizmiň kömegi arkaly geçmek bolýar. Eger şurfuň kese kesimi gönüburçly bolsa, onda dag jynslarynyň ýatyş şertlerini takyk kesgitlemek ýeňilleşýär. Şurflaryň kese kesiminiň meýdany çuňluga baglylykda, 0,8 m<sup>2</sup>-den 4 m<sup>2</sup>-e çenli üýtgeýär, çuňlugy 1,5-2 m-den 40 m-e çenli bolýar. Türkmenistanda iň çuň şurf (38,5 m) Gäwers düzlüginde gazylan (1972 ý.). Eger şurfuň çuňlugy 2,0 m-den geçse, onuň diwarlary berkidilmelidir.

Şurflar islendik teýgumuň dürli görnüşli nusgalaryny almaga, teýgumlaryň berkligini, ýarsma ukybyny, süzülme koeffisiýentini kesgitlemek üçin meýdan synaglaryny geçirmäge mümkinçilik berýär. Usulyň kemçiliklerine bahasynyň gymmatlygy, el zähmetini köp talap edýänligi degişlidir. Şol sebäpli şurflary käbir teýgumlar öwrenilende geçmek resmi düzgünleriň talaplaryna görä ündelýän hem bolsa, soňky döwürde seýrek ulanylýar.

Şurflar gazylýp hemme barlag – synag işleri tamamlanandan soň, kada boýunça, terslin gömülmelidir (her çuňluk aralykdan çykan gumlary şol ýere atmaly).

**Şahta** çuňlugy 30 m-den geçýän dik barlag desgasy, diňe zerurlyk dörän ýagdaýda aýratyn düzülen taslama boýunça gazylýar.

Barlag guýularyndan we çukurlaryndan nusgalaryň alnyşy

Dag jynslarynyň nusgalary ene gatlaklaryň ýüze çykmalaryndan, buraw guýularyndan we barlag çukurlaryndan alynýar. Nusgalar galyňlygy 0,3 m-e ýetýän her gatlakdan tä barlag guýusynyň düýbüne çenli alynýar. Galyň gatlakdan alynýan nusgalaryň aralygy 0,5-1,0 m-den geçmeli däl. Binýadyň teýkary bolup hyzmat

etjek gatlak has jikme-jik öwrenilmelidir. Alnan nusgalaryň 5-10%-i derňelmäge laboratoriya ugradylýar.

Häzirki ulanylýan resmi kadalara görä kybapdaş häsiýetli her gatlakdan fiziki häsiýetleri (dykzlyk, çyglylyk we başg.) üçin, azyndan, 10 sany kiçi bitewi nusga ( $V=50-100 \text{ sm}^3$ ) alynmaly, ýarsma we berklik görkezijileri üçin azyndan 6 sany uly möçberli bitewi nusgalar alynmaly ( $10 \times 10 \times 10 \text{ sm}$ -den  $30 \times 30 \times 30 \text{ sm}$ -e çenli).

Alnan bitewi nusgalaryň tebigy çyglylygynyň saklanmagyny berjaý etmek üçin olar bada-bat ilki hasa dolanyp, soňra ergin ( $t=60-65^\circ\text{C}$ ) parafin bilen iki gezek doly örtülmelidir. Bitewi nusgalar sarsgyndan, aýazlap doňmadan goralyp 1,5 aý möhlete ýetirilmän laborator synaglaryndan geçirilmelidir.

Bitewi nusgalardan başga durky bozulan nusgalar hem alynýar. Agramy 0,5 kg-a çenli bolan bu nusgalar mata haltajyklara gaplanýarlar.

Ýerasty suwlaryň nusgalary her suwly gatlakdan 0,5-2 litr göwrümde alynýar. Alynmaly suwlaryň göwrümi himiki analiziň haýsy görnüşiniň (doly ýa-da gysgaldylan) geçirilmelidigi bilen bagly. Suwuň her nusgasy arassa gaba guýlup gaýym ýapylýar.

Barlag guýularynyň (skwažinalaryň, şurflaryň) žurnallary dürli pudaklarda biri-birilerinden tapawutly, emma umumy kada laýyk gelýän görnüşde doldurylýar. Olarda barlag gazmalarynyň kese kesiminiň meýdany, çuňlугy, diwarlarynyň berkidilişi, işiň başlanan, gutaran senesi, kada boýunça gömülişi, daş-töwereginiň abatlanyşy görkezilýär (bularyň hemmesi desganyň žurnalynyň daş ýüzünde).

Žurnalyň iç ýüzünde gazylyp geçilen gatlaklaryň başlanýan, gutarýan çuňlугy, dag jynslarynyň atlary, häsiýetnamasy, ýerasty suwlaryň ilkinji çykan we ýokary galyp köşeşen çuňluklary, nusgalaryň alnan ýerleri we ş.m. görkezilýär.

Meýdan şertlerinde düzülýän resmi kagyzyň biri nusgalaryň sanawydyr. Barlag guýularyndan alnan dag jynslarynyň, ýerasty suwlaryň sanaw ýazgysy kadalaşdyrylan görnüşde geçirilýär we tejribe-synaglar geçirmeli laboratoriya ugradylýar. Şeýle sanawda (wedomostda) her nusganyň tertip boýunça belgisi (№№), barlag guýularynyň, nusganyň belgisi (№), nusganyň alnan çuňlугy, geçirilmeli derňewleriň görnüşleri, usulyýeti görkezilýär.

## 20.4. Geofiziki usullar

Geofiziki usullar inžener-geologik barlaglaryň düzümine girip, käte barlag guýularynyň, şurflaryň mukdaryny düýpli azaltmaga mümkinçilik berýär. Geofiziki usullar özbaşdak ulanylman, beýleki usullar bilen bilelikde parallel ulanylýar we olaryň üstüni ýetirýär. Bu usulyň kömegi bilen teýgumlaryň fiziki häsiýetlerini, ýatýş şertlerini, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňluginy, duzlulygyny, geologik we inžener-geologik prosesleri öwrenip bolýar.

Inžener-geofiziki barlaglaryň düzüminde köplenç seýsmik barlaglar we elektrik barlaglary ulanylýar.

**Seýsmik usullary** tebigy sebäplere görä ýa-da emeli çeşmelerden dörän (sarsgyndan, partlatmadan) maýyşgak yrgyldylaryň ýaýraw tizligine esaslanýar. Inžener-geologik maksatlar üçin bir kanally mikroseyşmik enjam ulanylýar. Onuň kömegi bilen ýerasty suwlaryň we ene gatlaklaryň ýatýan çuňlugyny, derýalaryň gömlen hanalarynyň düýbünü, ýerasty gowaklary, şol sanda doly gömülmedik kárizleriň söwleriniň ýerleşýän ýerlerini anyklamak bolýar.

**Elektrik barlaglar** dag jynslarynyň jümmüşinde emeli usul bilen döredilen elektrik meýdanynyň ölçelmegine esaslanýar. Her bir dag jynsynyň, şol sanda gury we suwdan doýgun dag jynslarynyň hut özüne mahsus bolan udel elektrik garşylygy bar. Belli gurluşyk meýdançasýnda şol garşylyklaryň näçe tapawutlary uly bolsa, elektrik barlaglaryň netijeliligi şonça ýokary bolýar.

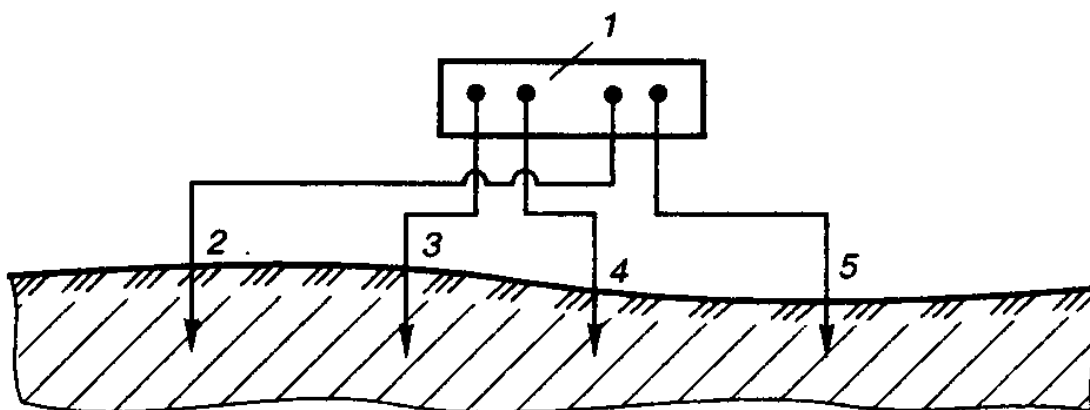
Inžener geologiýasynda, köplenç, elektrik kesme we dik elektrik sünjümleme ulanylýar.

**Elektrik kesmede** (электропрофилирование) bellenen ugurlar boýunça ujy tokly sime çatylan gazyklar kakylýar. Şol tokly gazyklaryň aralygy üýtgeşsiz alnyp, ölçegler, abzalyň kömegi bilen, bellenen ugur boýunça yzygiderli dowam edilýär (43-nji surat). Barlanýan ugurda elektrik togunyň geçmegine garşylygyň üýtgemegi, şol ýerde dag jynslarynyň görnüşleriniň, çyglylygynyň üýtgeýänligini ýa-da aşakda haýsy-da bolsa bir gowalçlygyň, boşlugyň, köwegiň bardygyny aňladýar.

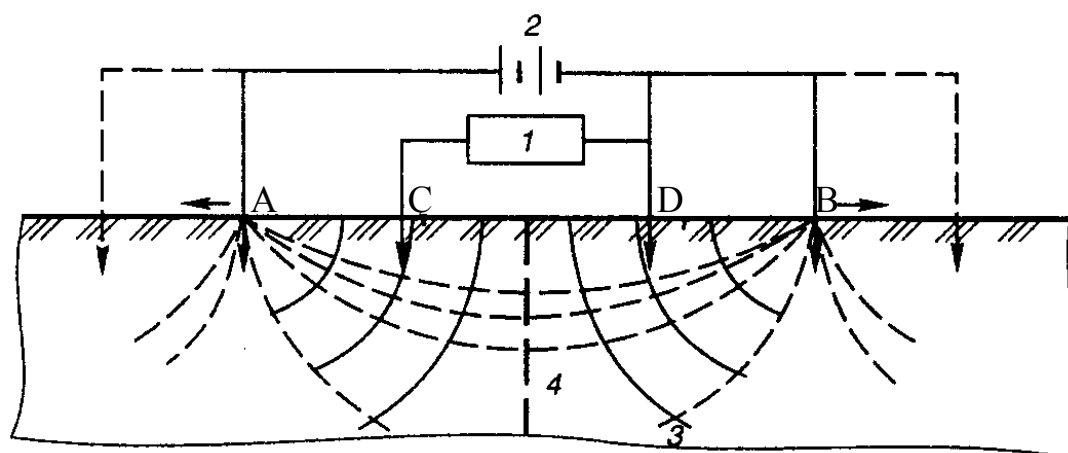
**Dik elektrik sünjümleme** (вертикальное электрическое зондирование) ene gatlaklaryň, ýerasty suwlaryň, gadymky derýalaryň köne hanalarynyň düýbünüň ýatýan çuňlugyny, dag jynslarynyň çalşygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bu usulyň – abzalyň işleýşi şuna esaslanýar: tok barýan A we B elektrodларыň (simli gazyklaryň) arasyňy uzaltdygyňça, toguň akym çyzyklary has aşakdan geçýär. Şol sebäpli elektrik sünjümlämäniň barlap bilýän çuňlugy A we B nokatlaryň aradaşlygyna bagly we ortaça ol aralygyň  $\frac{1}{3}$ -ne ýa-da  $\frac{1}{4}$ -ne deň bolýar.

Tok berýän A we B elektrodларыň arasyndaky toguň güýjüni kesgitlep hem-de Ç we D elektrodларыň arasyndaky potensiallaryň tapawudyny ölçäp, dag jynslarynyň elektrik garşylygyny bilip bolýar (44-nji surat). Şol maglumatlaryň netijesinde geologik kesim düzülýär. Usulyň takmynylygy göz önünde tutulyp, bu ýerde, elbetde, goşmaça has anyk bolan burawlama usuly hem ulanylýar. 45-nji suratda dik elektrik sünjümleme (DES) usuly bilen burawlamanyň netijeleriniň degşirilip deňeşdirilmesiniň mysaly berilýär. Berlen suratlarda elektrik barlag we DES usullary bilen geologik kesimi aýyl-saýyllaşdyrmagyň mümkinligi görkezilýär.

Inžener geologiýasynda, agzalanlardan başga, radioaktiw usullar, magnit barlaglary ýaly, geofiziki usullaryň hem ulanylýan wagtlary bolýar.



43-nji surat. Dag jynslarynyň elektrik kesme usuly bilen öwrenilişi:  
1 – abzal; 2-5 – elektrodlar



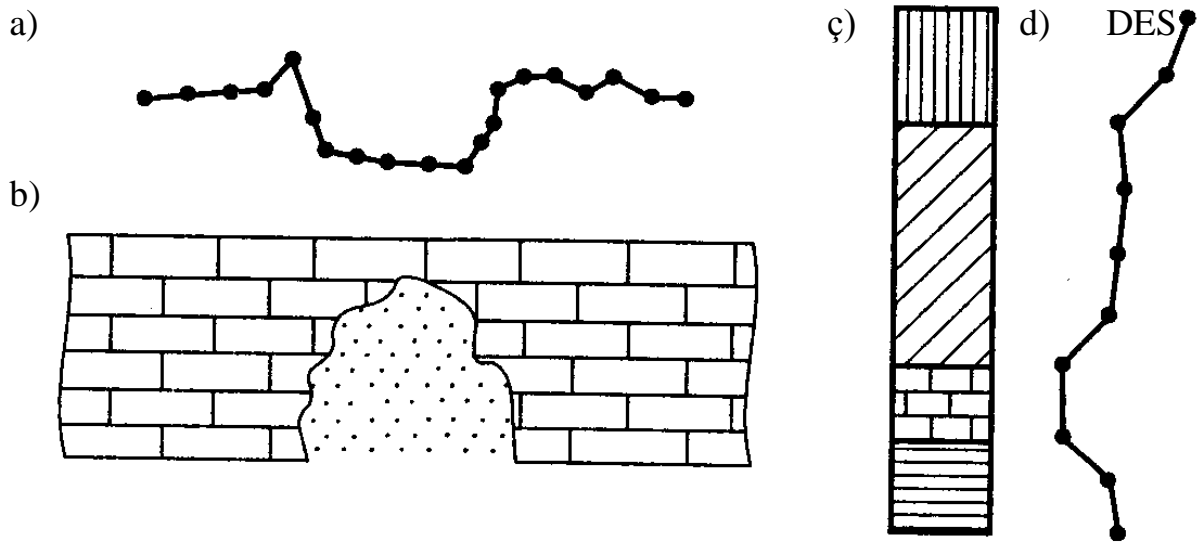
44-nji surat. Dik elektrik sünjümleme usuly bilen  
dag jynslaryň gatlaklaryny öwrenmek  
1 – potensiometr; 2 – tok çeşmesi; A, B, Ç, D – elektrodlar;  
3 – ekwipotensial (birmenzeş potensially) çyzyklar; 4 – tok çyzyklary

**Radioaktiw usullar**, adatça, meýdan şertlerinde (barlag çukurynda, skwažinalarda, sünjümleme bilen utgaşdyrylan görnüşde) dag jynslarynyň içinden geçen aýry-aýry şöhleleriň ýazgysy (karotaž) görnüşinde geçirilýär: gamma ( $\gamma$ ) karotaž, gamma-gamma ( $\gamma$ - $\gamma$ ) karotaž, neýtron-neýtron (n-n) karotaž we başg.

**Gamma-karotaž.** Tebigy şertlerde dürli dag jynslarynyň dürli radioaktiwligi bar, mysal üçin, toýunda kân, çägede az. Şeýlelik bilen, tebigy radioaktiw fony öwrenip, şol ýerde ýatan gatlaklary çaklap bolýar.

**Gamma-gamma karotaž.** Bu usulda gamma şöhleler emeli çeşme arkaly göýberilýär. Bu usulda  $\gamma$  şöhleleriň geýýän ýolundaky teýgumlar dykyz bolsa, ol şöhleler pytraýar, dykyzlyk pes bolsa,  $\gamma$  şöhleleriň dargamasy peselýär. Şeýlelik bilen bu usul teýgumlaryň dykyzlygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

**Neýtron-neýtron karotaž.** Bu usulda şertli „ýalta“ diýip atlandyrylýan, haýal hereket edýän neýtronlar ulanylýar. Olaryň önünde çygly teýgum bolsa, ýagny suwuň molekulary, wodorodyň atomlary köp bolsa, ol neýtronlar tizligini şonça peseldýärler. Şeýlelik bilen, bu usulyň kömegi bilen, teýgumlaryň çyglylygyny kesgitlemäge mümkinçilik döreýär.



45-nji surat. Gatlaklar ulgamynyň elektrik barlagy

- a) içi çägeden dolan gowakly ýerden geçýän elektrik kesimi;
- b) hekdaşlaryň üsti ýapyk gowakly ýeri;
- ç) guýynyň dik kesimi;
- d) DES-ň egrisi

**Magnit barlaglarynyň** kenar ýapylarynda, eňňitlerde süýşgünleriň hereketini öwrenmek üçin ulanylan ýerleri bar.

Umuman, inžener geologiyasynda ulanylýan geofiziki usullaryň esasy aýratynlyklary şulardan ybarat:

- 1) öwrenilýän ýokarky gatlar (15-20 m çuňluk) örän giň gerimde üýtgeýär. Şol sebäpli inžener geologiyasynda ulanylýan geofiziki usullaryň aýyl-saýyllygy ýokary bolmaly;
- 2) dag jynslarynyň düzümi, durky-haly, häsiýetleri örän çalt üýtgeýär. Şol sebäpli geofiziki ölçeg nokatlarynyň aralary ýygy bolmaly;
- 3) geofiziki usullary tokaýda, källi-jaranly ýerlerde ulanmak kyn;
- 4) geofiziki usullar käte takyk maglumatlar bermeýärler;
- 5) geofiziki usullary ulanmak üçin meýdan işlerine geofizik gatnaşmaly ýa-da inžener-geolog geofiziki usullary ýeterlik derejede bilmeli.

## 20.5. Sünjümleme usullary

Köp meýdany tutýan ýerleri gysga wagtyň içinde takmyny barlamak üçin käte sünjümleme usullary ulanylýar. Usul teýguma sünjülýän guralyň (sünçginiň) ujuna düşýän garşylygy ölçemäge esaslanýar.

Teýguma girizilýän sünçginiň sünjüliş usulyna baglylykda, sünjümlemäniň siňňin we sarsgynly görnüşleri bolýar.

**Siňňin sünjümleme** (статическое зондирование) ilkinji gezek 1920-nji ýyllarda Şwesiýada toýunsow jynslardan gurlan gaçynyň dykzlygyny barlamak üçin ulanylýar.

**Sarsgynly sünjümleme** (динамическое зондирование) ilkinji gezek 1927-nji ýylda ABŞ-da ulanylyp başlaýar.

Soňky wagtlar sünjümleme usullary çägesow, toýunsow jynslarda gatlaklaryň birmeňzeşligini, kysymdaş häsiýetli gatlaklaryň araçäklerini anyklamak üçin, giňden ulanylýar. Sünjümleme usullary teýgumlaryň mehaniki häsiýetleriniň käbirini takmyny bahalamaga mümkinçilik berýär.

### Siňňin sünjümleme

Usulyň esasyny dik goýlan konus şekilli sünçgini siňňin basyp, teýguma girizmek düzýär. Sünçginiň giren çuňlugy ölçege reýkasy bilen kesgitlenýär ýa-da awtomatik ýazgyda bellenýär, sünçmek üçin basylýan güýç ýörite dinamometr bilen ölçelýär.

Siňňin sünjümlemäniň netijesiniň takyk we ýeke-täk bahasy hökmünde, **sünjümlemäniň udel garşylygy** ( $P_q$ ) kabul edilýär. Bu ölçege birliki sünjümleme üçin goýlan güýjüň konus şekilli sünçginiň beýikliginiň ikinji derejesine (kwadratyna) gatnaşygyna deň diýlip hasaplanýar, sebäbi birsydyrgyn häsiýetli (birmeňzeş) baglanyşykly teýgumlaryň sünjümlemä udel garşylygy sünçginiň giren çuňlugyna bagly däl diýlip hasaplanýar (TDS-20069-81).

Siňňin sünjümleme aşakdaky soraglary çözmäge mümkinçilik berýär:

- dag jynslarynyň dik kesimini aýyl-saýyllaşdyrmaga, şol sanda galyňlygy 1-3 sm bolan gatlaýyklary saýgaryp, bölüp çykarmaga;
- birsydyrgyn häsiýetli gatlagyň barlygyny we onuň giňişlikde ýaýrawyny kesgitlemäge;
- bitewidaş we iribölekli dag jynslarynyň ýatýan çuňlugyny kesgitlemäge;
- çägelereň dykzlygynyň, toýunsow jynslaryň gaty-ýumşaklygynyň (durky-halynyň), ýarsma modulynyň, içki sürtülmesiniň mukdar görkezijileriniň takmyny bahalaryny kesgitlemäge;
- gumdan üýşürilip ýa-da palçykdan guýlup ýasalan gaçylaryň dykzlandyrylma derejesini kesgitlemäge.

Bu usul gazykly binýatlaryň ulanylmaly ýerlerinde has amatly bolýar.

Siňňin sünjümlemde teýgumlaryň sünçgä udel garşylygy  $P_q$  MPa-da, teýgumuň sünçginiň gapdal üstüne sürtülme garşylygy  $P_q$  kN-da ölçelýär.



Siňňin sünjümleme boýunça teýgumuň sünjüme udel garşylygy bilen teýgumuň ýarsma moduly, udel ilişmesi, içki sürtülme burçy, ýaýylma görkezijisi ýaly häsiýetleriniň arasyndaky korrelýasiýany (maýylyk baglanyşyklaryny) kesgitlep bolýar.

Inžener-geologik barlaglaryň düzüminde sünjüm guýulary taslanýan desganyň gurulmaly ýeriniň çäginde ýa-da ondan 5 m-den uzak bolmadyk aralykda geçirilýär. Iş başlamazdan öň, şol meýdançada sünjümlemäniň we adaty guýuda geçirilen tejribäniň (laborator şertlerinde) we sünjümlemäniň netijeleri degşirilip, deňeşdirilip, sünçgi sazlanýar.

### Sarsgynly sünjümleme

Bu usul kakylp girizilýän sünçgä teýgumuň görkezýän garşylygyny ölçemek bilen bagly. Bu garşylyk teýgumlaryň sünçginiň kakylmagyna we sünçgini saklaýan turbalaryň gapdal üstüniň sürtülmesinden ybarat bolýar. Bu usulyň çägesow-toýunsow jynslarda, düzüminde iribölekli garyndylary 40%-e çenli saklaýan şertde ulanyp bolýar we beýleki usullar bilen utgaşdyrylyp ulanylanda şeýle meseleleri çözmäge ýardam edýär:

- örtük çökündileriň galyňlygyny we birmeňzeşligini;
- kybapdaş häsiýetli gatlaklaryň galyňlygyny we ýaýraw şertlerini;
- gumdan üýşürilip ýa-da palçykdan guýlup ýasalan gaçylaryň dykyzlandyryş derejesini;
- teýgumlaryň sarsgynly sünjümlemä udel garşylygy bilen dykyzlyk, ýarsma we berklik görkezijileriň arasyndaky korrelýasiýa baglanyşyklary (maýylygy) kesgitlemäge.

Sarsgynly sünjümlemäniň netijesi **girew** diýlip atlandyrylýan şertli ululyk bilen häsiýetlendirilýär. Ol sünçgini çuňluk birligine girizmek üçin gerek bolan ýekedabanyň urgusynyň sanydyr (N).

Işleriň başlangyç tapgyrynda gurluşyk meýdançasynda sarsgynly sünjümlemäniň dik çyzgysy şol ýerde barlag guýusy boýunça kesgitlenen dik inžener-geologik kesim bilen degşirilip derňelýär.

### Sünjümleme-karotaž işleri

Bu işler teýgumlaryň fiziki-mehaniki häsiýetlerini olaryň tebigy ýatan ýerinde öwrenmegiň bir usulydyr.

Bu usul siňňin sünjümleme usulynyň geofiziki, hususan-da,  $\gamma$ -karotaž,  $\gamma$ - $\gamma$  karotaž, n-n karotaž usullar bilen utgaşmasydyr. Bu usul arkaly 1-2 awtoulagyň üstünde ýerleşdirilen siňňin sünjümleýji abzallaryň, içine radioaktiw izotoplary goýlan sünçgüleriň kömegi bilen, dag jynslarynyň dykyzlygy, çyglylygy hakdaky üznüksiz maglumaty, hiç hili barlag guýularyny geçmezden, laborator tejribelerini geçirmezden, alyp bolýar. Bu usul şeýle-de  $\gamma$ -karotažyň, dag jynslarynyň tebigy gamma fonunyň üsti bilen ýokary tizlikde 10-15 m çuňluk üçin dik litologik kesim gurmaga mümkinçilik berýär.

## 20.6. Laborator usullary

Bu usullar teýgumlaryň, ýerasty suwlaryň düzüminiň, häsiýetleriniň mukdar görkezijilerini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Gurluşygyň ähli görnüşleriniň taslama tapgyrlarynyň hemmesini esaslandyrmakda örän giňden ulanylýar. Laborator usullaryna kitabyň ikinji bölümünde hem garalyp geçilipdi. Bu ýerde olara inžener-geologik maglumatlary almak üçin ulanylýan usullaryň biri hökmünde jemleýji baha berilýär.

Laborator usullarynyň gowy taraplary:

- teýgumlaryň mukdar görkezijilerini kesgitlep bolýar;
- usullar sada, laboratorýany aňsat gurnap bolýar;
- usullara sarp edilýän wagt az, tejribeleriň bahalary juda gymmat däl.

Usullaryň käbir kemçilikleri hem bar:

- laboratorýada ulanylýan nusgalaryň müçesi kiçi, bu kemçiligi azaltmak üçin, tejribe synaglarynyň sanyny köpeltmeli bolýar;
- meýdan şertlerinde laboratorýa ugratmak üçin nusgalar alnanda, ýüklenip-düşürilende, daşalanda, saklanan wagtlary teýgumlar öňki häsiýetlerini belli derejede ýitirýärler; bu nogsanlygy azaltmak üçin, nusganyň tebigy ýatan ýerinden laborator derňewine çenli geçýän ýoly kesgitli kadalar bilen resmileşdirilýär (TDS-12071-84, TDS-24481-80 we başgalar).

## 20.7. Meýdan synaglary

Teýgumlaryň gurluşyk üçin zerur häsiýetlerini kesgitlemek üçin, adatça, laborator tejribeleriniň netijeleri ulanylýar (şol sanda Türkmenistanda). Emma teýgumlaryň laboratorýada kesgitlenen häsiýet görkezijileriniň ygtybarlylygy barlag guýularynyň geçilişine, nusgalaryň alnyşyna, daşalyşyna, saklanylyşyna, derňewe taýýarlanylyşyna bagly bolýar. Ondan başga-da laborator tejribeleriniň kiçi göwrümlü nusgalarda geçirilýänligi sebäpli, çagyl-jyglym garyndyly jynslarda, gat-gatly jynslarda süýsmä garşylygy, gysylma ukybyny ýeterlik derejedäki takyklyk bilen kesgitlemäge mümkinçilik bolmaýar. Lábiklerden, akgyn, akgyn-süýgeşik haldaky toýunsow jynslardan, suwdan doýgun çägelerden bolsa, laborator tejribeleri üçin tebigy durkuny saklap, nusgalary almak mümkinçiligi bolmaýar diýen ýalydyr.

Şol sebäplere görä meýdan synaglary inžener-geologik barlaglar toplumynda mynasyp orny eýelemelidir. Onuň in gowy taraplary – teýgumuň fiziki-mehaniki häsiýetlerini tebigy ýatan ýerinde kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Meýdan synaglarynda häsiýetleri öwrenilýän teýgumuň göwrümi laborator tejribelerinde ulanylýan nusgalaryň göwrümünden münlerçe esse uly, şol sebäpli meýdan synaglary jaýlaryň, desgalaryň binýadynyň aşagyndaky teýgumuň işiniň modeline örän ýakynlaşýar.

Elbetde, meýdan synaglary uly çykdajylary, wagtyň, serişdäniň artykmaç harçlanmagyny, hünärmeniň ýiti pähimini we yhlasyny talap edýär. Emma ýurduň maddy we ruhy gymmatlyklaryny düzýän, raýatlaryň saglygy bilen bagly binalaryň, desgalaryň gurluşygyny esaslandyrmak üçin harçlanan wagt we serişdeler, taslamanyň talaba laýyk düzülmeginiň, jaý - desgalaryň ygtybarly gurulmagynyň üsti bilen, özüni artykmajy bilen ödeýär.

Meýdan synaglary teýgumlaryň tebigy şertlerdäki häsiýet görkezijilerini takyk kesgitlese-de, ol görkezijileriň tebigy ýa-da emeli sebäplere görä üýtgemegini öňünden çaklamaga mümkinçilik bermeýär. Şol sebäpli ýokary hilli meýdan synaglary gurnalan şertlerde-de, olaryň üsti laborator tejribeleri bilen ýetirilmelidir.

Haýsy şertlerde meýdan synaglarynyň haýsy görnüşlerini ulanmagyň amatlydygy, hatda hökmandygy degişli resmi kadalarda bellenýär. Türkmenistanda meýdan synaglarynyň Beýik Watançylyk urşundan öň hem ulanylan ýerleriniň barlygyna garamazdan, soňky 10-15 ýylda olar ulanylmaýar diýen ýalydyr. Munuň esasy sebäbi öňki alnan abzallaryň, esbaplaryň könelip-çagşamagy, täzeleriniň weli alynmaýanlygy bilen bagly.

Bu ýerde meýdan synaglarynyň käbirileri barada gysgaça maglumat berilýär.

Teýgumlaryň meýdanda siňňin goýlan ýükler (şamp) bilen synalyşy

Her desga teýgumy dykyzlandyryp, onuň dartgynlyk ýagdaýyny üýtgedýär. Bu üýtgewiň 3 tapgyry bolýar. Birinji tapgyr teýgumuň dykyzlaşmasy (öýjükliligiň azalmagy) zireleriň biri-birilerine has jebis ýerleşmegi bilen bagly bolýar. Bu şertde ösýän basyş (P) bilen ýarsmanyň (S) arasyndaky baglanyşyk gönüçzykly häsiýete eýe bolýar (9-njy surat).

Ikinji tapgyrda binýadyň teýkarynda (şampyň aşagynda) ýerli süýşmeler başlanýar, ýagny teýgum basyşyň köp düşýän yerinden az basyşly yere tarap süýşüp başlaýar. Bu şertde agzalan baglanyşyk  $S=f(P)$  üýtgäp, egriçzykly öwrülýär, basyş az üýtgesede, ýarsma köp artýar.

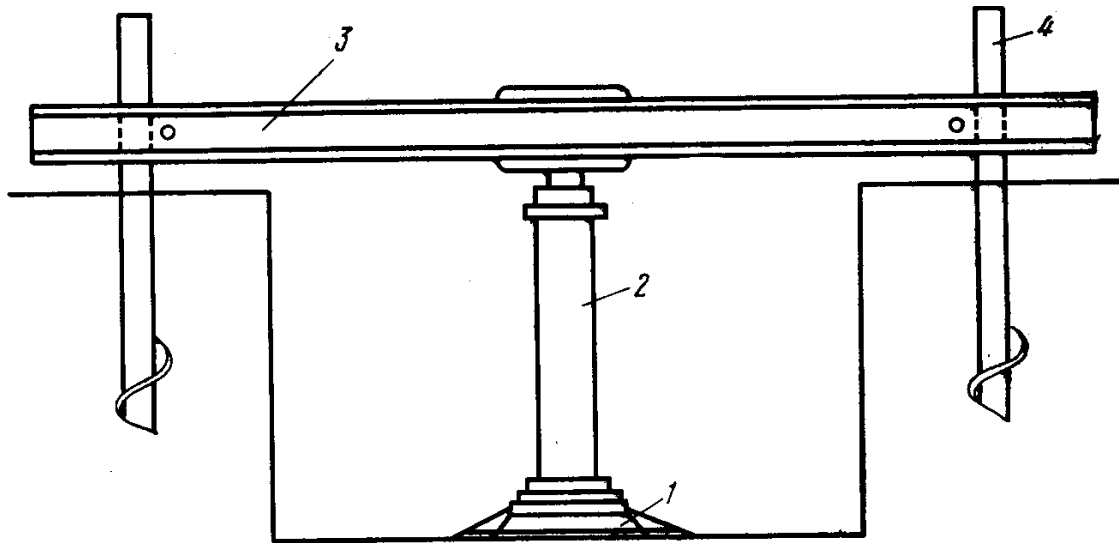
Üçünji tapgyrda, ýagny basyşyň goşmaça artmagy bilen teýgum (teýkarda, şampyň aşagynda) synýar, mynjyraýar. Bu şertde basyş artmasa-da, ýarsmalar, süýşmeler artýar (9-njy surat).

Desgalaryň çökmesi hasaplananda, köplenç, agzalan  $S=f(P)$  baglanyşygyň gönüçzykly bölegi ulanylyp, ýarsma moduly hasaplanýar.

Meýdan şertlerinde teýgumlaryň ýarsmalarynyň agzalan görnüşlerini öwrenmek üçin geologik gurluşa, gidrogeologik şertlere, teýgumlaryň düzümine we durky-halyna baglylykda synaglar ýörite şampylar ulanylyp şurfda ýa-da skwažinada geçirilýär.

Teýgumlaryň şurflarda ýük astynda geçirilýän synaglary „TDS-12374-77. Teýgumlar. Siňňin goýlan ýükler bilen meýdan synag usuly“ standarta laýyklykda, 15 m çuňluga çenli teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugynda ýa-da ondan ýokarda geçirilýär.

Ştampa berilýän basyş gidrawlik ýa-da mehaniki domkratyň üsti bilen, kâte başga usul arkaly berilýär. Ştampyň çöküşi 0,1 mm takyklykda ýörite gural bilen ölçelýär. Şurfda ulanylýan synag desgasynyň düzgüdi ýylsaýyn kämilleşdirilýär. Bu synag desgasynyň umumylaşdyrylan görnüşi 46-njy suratda görkezilýär.



46-njy surat. Teýgumlaryň meýdan şertlerinde şurfda ýük (şstamp) astynda synalyşynyň umumy görnüşi

1 – şstamp; 2 – domkrat; 3 – direk sütün germewi; 4 – hyrly ankerler (gazyklar).

Şynaga taýýarlanan şurf (guýy) ştampyň goýuljak ýerine 0,3 m ýetirilmän gazylýar. Şurfuň diwaryndan, teýgumuň fiziki häsiýetlerini we düzümini kesgitlemek üçin, nusgalar alynýar. Şurfuň düýbünden ştampyň goýuljak ýeriniň beýleräginden laborator tejribesi üçin bitewi nusga alynýar. Şurfuň düýbünde goýlan ýuka gatlak aýrylýar, düýbi endigan tekizlenip, üstüne şstamp goýulýar (onuň meýdany teýgumuň görnüşine we hiline baglylykda, 1000-10000 sm<sup>2</sup> bolmaly). Eger endigan tekizleme başartmasa şurfuň düýbüne galyňlygy 1-5 sm bolan ownuk çäge düşelýär.

Ştampa berilýän ýük (basyş) basgançaklap berilýär we her basyş basgançagyndaky ýarsma şertleýin kyparlaşýança garaşylýar (teýguma baglylykda 0,5-3 sagat). Basyş basgançagy goýlandan soň ýarsma ölçeýji abzaldan ölçegler her 10-30 minutdan geçirilýär.

Synag gutarandan soň, ştampyň çökmesiniň basyşa baglylgynyň çyzgysy gurulýar we şeýle formula boýunça ýarsma moduly hasaplanýar:

$$E = \frac{(1 - \mu^2) \omega \cdot d \cdot \Delta P}{\Delta S}$$

bu ýerde:

$\Delta P$  – ştampa berilýän basyş tapawudy ( $\Delta P = P_1 - P_0$ ), MPa;

$\Delta S$  – ýarsma tapawudy, sm;

$\mu$  - Puassonyň koeffisiýenti (teýguma baglylykda, tablisadan alynýar);

$\omega$  - koeffisiýent, 0,79-a deň diýlip alynýar;

$d$  – tegelek stampyň diametri, sm.

Stamply barlaglaryň skwažinalaryň düýbünde geçirilýän görnüşleri hem bar. Bu synagda skwažinanyň düýbünü talaba laýyk arassalap bolmaýanlygy, şampyň möçberiniň kiçiligi sebäpli, takyklygyň peselýänligini bellemeli.

Meýdan synaglarynyň beýleki görnüşleri

Teýgumlaryň süýşüriji güýçlere garşylygyny meýdan şertlerinde dürli usullar bilen kesgitleýärler: 1) barlag çukurlarynyň gyrasyny kem-kemden artýan basyş bilen opurmak; 2) barlag çukuryň düýbünde (ortasynda) goýlan bitewi nusgany ölçelýän basyş bilen gapdala süýşürmek; 3) skwažinadaky ýumşak teýguma (süýgeşik, süýgeşik-akgyn, akgyn toýunsow teýguma, suwdan doýgun çägä) ganatly perň çümdürilip aýlanmagyna garşylygy ölçemek (TDS-21719-76) we ş.m.

Teýgumlaryň berkligini we çöküjiligin bilelikde kesgitlemek üçin basyşly we ganatly pressiometrler ulanylýar (TDS-20276-74 we başg.).

Teýgumlaryň suw süzdürijiligi meýdan şertlerinde barlag çukurlaryna ýa-da uly bitewi nusgalara suw guýuş synaglaryny geçirip (howaly zolakda) ýa-da guýudan suwy sorduryp çykarma synagy arkaly (suwdan doýgun zolakda) öwrenilýär.

Bu işleriň usulyýetiniň doly ýazgysy her usulyň aýratyn özboluşlygy göz önünde tutulyp, düzülen düzgünnamalarda, gollanmalarda berilýär.

## 20.8. Öwrany barlaglar

Inžener-geologik şertleriň şol bir nokatdaky aýry-aýry düzümleri (komponentleri) wagtyň dowamynda giň gerimde üýtgeýärler. Muňa mysal görnüşde, şulary görkezip bolar:

- ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugy, duzlulygy, himiki düzümi, temperaturasy;
- geologik we inžener-geologik prosesleriň ýaýrawy, ösüş depgini (çägeleriň süýşmegi, lýos jynslarynyň yzgarlap çökmesi, ýerleriň şorlamasy, desgalaryň binýadynyň çökmesi we başg.);
- geologik gurşawyň hapalanmagy (ýerasty suwlaryň, topragyň, teýgumuň düzüminde saglyga zyýanly maddalaryň toplanmagy).

Käbir howply geologik hadysalar juda seýrek bolup geçýär (ýer titremeleri, siller), şol sebäpli olaryň bolup geçjek ýerini, möçberini önünden çaklap, kesgitlemek zerurlygy döreýär.

Agzalan prosesleri talaba laýyk öwrenmek, olara garşy amatly göreş çärelerini saýlamak ýa-da ol prosesleri bähbitli tarapa ugrukdyrmak üçin uzak wagtyň dowamynda barlaglary, synaglary yzly-yzyna, öwran-öwran gaýtalap geçirmeli bolýar.

Bu barlaglar iki hili geçirilýär:

1) **Poligon usuly.** Bu usulda sebite mahsus bolan kiçenrāk meýdança saýlanyp alynýar we ol ýerde zerur proses jikme-jik öwrenilýär. Ýüze çykarylan kanunylyklar, olaryň esasynda düzülen ündemeler bütin sebite ýaýradylýar (suwarymly ýerlerde şorlaşmanyň garşysyna göreşmek üçin nemgeçirme, massageçirme prosesleri öwrenilende, çägelereň süýşmesi, ýer titremeleri önünden çaklamak mümkinçilikleri öwrenilende we başg.);

2) **Sebitleýin öwrany barlaglar.** Bu usulda öwrany barlaglar sebitiň hemme ýerinde deňölçepli ýerleşdirilen nokatlar boýunça geçirilýär (ýerasty suwlaryň görkezijileriniň üýtgew düzgüniniň gözegçilik guýularynyň üsti bilen öwrenilişi we başg.). Bu usul aýry-aýry etraplaryň, meýdanlaryň özboluşlylygyny hasaba almaga mümkinçilik berýär.

Türkmenistanda agzalan barlaglaryň yzygiderli we giňden ulanylýan görnüşine „Türkmengeologiýa“ DK-sy tarapyndan alnyp barylýan ýerasty suwlaryň ýatýş çuňlugynyň, duzlulygynyň we himiki düzüminiň öwrany barlaglary mysal bolup bilýär.

## **21. Inžener-geologik işleriň netijeleriniň resmileşdirilişi**

### **21.1. Inžener-geologik gözlegleriň döwürleri**

Inžener-geologik işleriň her tapgyri 3 döwre bölünýär: taýýarlyk döwri, meýdan işleri, kameral (jaýlaşykly) döwür.

Taýýarlyk döwründe edara ýa-da hünärmen tehniki (geologik) tabşyrygy alýar we ýerine ýetirilmeli işleriň taslamasyny (maksatnamasyny) düzýär. Taslamada geçirilmeli işleriň doly sanawy, jikme-jik usulyýeti, ol işlere zerur gerek enjamlaryň doly sanawy, harçlanmaly wagtyň, zähmetiň, maliýe serişdeleriniň hasaby berilýär. Taslama düzülip, edaranyň ylmy-tehniki geňeşinde oňlanyp tassyklanandan soňra, taslanýan işiň çenlik (smeta) bahasynyň möçberinde bankda hasap açylýar. İşleri alyp baryjy şol serişdeleriň hasabyna meýdan işlerine zerur enjamlary, esbaplary, tehniki-ulag serişdelerini, hünärmenleri jemleýär.

Meýdan işleri taslamada görkezilen we bellenen mukdarda geçirilýär. Meýdanda işleriň her haýsy döwlet tarapyndan we pudak boýunça tassyklanan düzgünleri, standartlary, tebigaty we zähmeti goramagyň kadalaryny berjaý edilip alnyp barylýar.

Taslamada bellenen meýdan işleri, laborator tejribeleri tamamlanandan soň, alnan maglumatlar resmileşdirilýär, inžener-geologik gözlegleriň netijeleri boýunça hasabat düzülýär.

### **21.2. Inžener-geologik hasabatlar**

Inžener-geologik gözlegler doly tamamlanandan soňra, işleriň netijeleri boýunça hasabat düzülýär. Hasabat kyssa (teswir) bölümden, kartalardan,

kesimlerden, çyzgylardan ybarat bolýar. Adatça kyssa (tekst) bölümi esasy hasaplanyp, beýleki agzalanlar oňa goşundy görnüşde berilýär.

Hasabatnyň kyssa bölümi

Hasabatnyň kyssa bölümünde şu maglumatlar bolmalydyr:

**Giriş.** Bu bölümçede işleri geçirmek üçin esaslandyрма, gözlegleriň wezipeleri, tutýan meýdany, çäkleri, ulanylan usullaryň görnüşleri, möçberligi, senesi, işleri ýerine ýetirijileriň düzümi, deslapky maksatnama girizilen üýtgetmeler, olaryň sebäpleri we ş.m. görkezilýär.

**Inžener-geologik şertleriň öwrenilişi.** Bu bapda sebitde, etrapda, meýdançada ozal geçirilen işleriň (geologik, gidrogeologik, inžener-geologik jähetden) gysgaça häsiýetnamasy (işniň ady, senesi, ýerine ýetirijiler, esasy netijeleri) berilýär. Yazgysy berilýän işde agzalan işleriň netijeleriniň nähili derejede ulanylandygy görkezilýär.

**Fiziki-geografik şertler.** Bu bapda inžener-geologik şertleriň esasy düzümlerine täsir edýän ýerli şertler: klimat (howanyň temperaturasy, çyglylygy, ýagynlar, şemallar we başg.), relýef (gelip çykyşy, ýaşy, beýikli-pesligi we başg.), ýerüsti suwlar, ösümlükler, ykdysadyýet barada maglumat berilýär.

**Geologik gurluş we gidrogeologik şertler.** Bu ýerde tektonik şertler, dag jynslarynyň şeýeresi, geologik ýaşy, ýatýş şertleri boýunça toparlanyşy berilýär. Gidrogeologik şertler boýunça esasy üns ýerasty suwlaryň kysymlyryna, ýatýş çuňlugyna, derejesiniň ýylyň pasyllaryndaky üýtgew gerimine, suwlaryň duzlulygyna, himiki düzümine, iýijilik häsiýetlerine gönükdirilýär. Eger ýerasty suwlar bilen taslanýan desganyň arasyndaky täsirleşme uly bolsa, onda „Gidrogeologik şertler“ aýratyn bapda giňişleýin berilýär.

**Teýgumlaryň fiziki-mehaniki häsiýetleri.** Bu bapda teýgumlaryň häsiýet görkezijileriniň kesgitleniş usullary, kybapdaş häsiýetli gatlaklaryň (inžener-geologik elementleriň) düzümi we häsiýet görkezijileriniň nusgawy we hasap bahalary berilýär hem-de olar teswirlenip häsiýetlendirilýär. Özboluşly (amatsyz) teýgumlar: yzgarlanda çökyän, yzgarlanda çişýän, şorlaşan, doň teýgumlar, läbikler bar bolan şertlerde, olar barada giňişleýin goşmaça maglumatlar berilmelidir. Türkmenistanyň seýsmik kartasyna laýyklykda, ýer titremäniň garaşylýan baly, taslanýan desganyň seýsmik täsire durnuklylygyny artdyrmak niýeti bilen tebigy teýkary abatlamagyň çäreleri aýratyn belenenilýär.

**Çykarylan netijeler** bölümçede sebiti halk hojalygynda bähbitli ulanmak, taslanýan desganyň geologik gurşaw bilen amatly sazlaşygyny gazanmak barada teklipler berilýär. Şeýle-de bu ahyrky bölümçede mundan beýläk goşmaça gözlegleri geçirmegiň zerurlygy, taslama çözümlerini kabul etmek hakda netije çykarylýar.

Hasabatnyň kyssa bölümüniň soňunda ulanylan maglumat çeşmeleriniň sanawy elipbiý tertibinde berilýär. Bu sanawda, ilki bilen, neşir edilen işler, soňra, geologik gaznada we pudak arhiwlerinde saklanýan golýazmalar görkezilýär.

Inžener-geologik gözlegleriň hasabatynyň bölümleri başgaça hem bolup biler:

1. Eger inžener-geologik gözlegler kiçi meýdançada ýa-da az mukdarda geçirilse, onda „Inžener-geologik hasabatnyň“ deregine „Inžener-geologik netijeleme“ düzülýär.

Bu şertde agzalan bölümçeler (baplar) biri-birileri bilen birikdirilip, gysgaldylan tertipde berilýär.

2. Eger inžener-geologik gözlegler uly möçberde giň meýdanly ýerde geçirilse we gaýry zerur şertlerde, agzalan sanawa şeýle goşmaça baplar girizilip bilner: „Işleriň usullary“, „Ýerli gurluşyk materiallaryň çeşmeleri“, „Geologik we inžener-geologik prosesler“ we başg.

Inžener-geologik (tehniki) hasabatynyň (netijelemäniň) goşundysynda şular bolmalydyr:

- buýrujynyň tehniki (geologik) tabşyrygynyň nusgasy;
- işleri geçirmek üçin ýerli häkimlikden berilýän rugsatnamanyň nusgasy;
- teýgumlaryň düzümi we häsiýet görkezijileriniň, ýerasty suwlaryň himiki düzüminiň statistik işläp geçmesiniň netijeleri bilen olaryň laborator kesgitlemeleriniň netijeleriniň jemleýji tablisalary;
- teýgumlaryň geofiziki we meýdan barlaglarynyň, öwrany gözegçilikleriň we beýleki işleriň tablisalary;
- gözegçilik nokatlarynyň teswiri.

Hasabatynyň (netijelemäniň) çyzgy görnüşli goşundylaryna aşakdakylar girýär:

- barlanan ýeriň maglumatlar kartasy, inžener-geologik şertleriň kartasy, sebitleşdirme kartasy, zerur mahaly-gidrogeologik karta;
- barlag guýularynyň dik kesimleri;
- inžener-geologik kesimler;
- teýgumlary sünjümlemäniň grafikleri, süzülme synaglarynyň grafikleri, öwrany barlaglaryň, teýgumlaryň mehaniki häsiýetlerini öwrenmek üçin geçirilen meýdan synaglarynyň grafikleri we başgalar.

Inžener-geologik kartalar we kesimler

Inžener-geologik gözlegler tamamlanandan soňra, işleriň hökmany resminamasyna degişli kartalar düzülýär. Geologik (inžener-geologik) kartalar uly meýdanlarda geçirilýän gözlegleriň netijesinde düzülýär. Kesimler gurluşyk üçin gözlegler kiçi meýdançada geçirilýän hem bolsa, hökman düzülmelidir.

**Inžener-geologik karta** inžener geologik şertleri görkezýän karta bolup, kartanyň özünden başga-da oňa goşulýan şertli belgilerden we teswirleýji ýazgylardan düzülýär.

Inžener-geologik kartalary düzmek üçin topografik, geologik, gidrogeologik kartalar, teýgumlaryň häsiýetlerini, düzümini görkezýän kartalar ulanylýar.

Inžener-geologik kartalaryň 3 görnüşi bolýar: 1) inžener-geologik şertler kartasy; 2) inžener-geologik sebitleme kartasy; 3) ýöriteleşdirilen inžener-geologik karta.

**Inžener-geologik şertler kartasy** ýeriň ýüzünde gurulýan islendik gurluşyk üçin zerur maglumatlary özünde saklaýar. Ol gurluşyk geçiriljek ýere umumy baha bermek üçin ulanylýar.

**Inžener-geologik sebitleme kartasynda** aýry-aýry ýerler inžener-geologik şertleriniň meňzeşligine esaslanyp, sebitlere, etraplara, meýdançalara bölünýär.



**Ýöriteleşdirilen inžener-geologik kartalar** gurluşygyň ýa-da desganyň belli bir görnüşine niýetlenip düzülýär. Ol kartalar inžener-geologik şertleriň tebigy durky we taslanýan desganyň täsiri astynda bolup geçjek çaklanýan üýtgeşmeleri özünde saklaýarlar (yzgarlap çökmäniň çaklanýan kartasy we başg.).

Inžener-geologik kartalaryň masştablary, olaryň niýetlenýän maksadyna we saklaýan maglumatlarynyň jikme-jikligine bagly:

- umumy salgy (sudury) kartalar kiçi masştably kartalara degişli bolup (1:500000 we ondan hem kiçi), inžener-geologik şertleriň kemala gelmeginiň kanunylygyny öwrenmek üçin ulanylýar;
- orta masştably kartalar (1:200000, 1:100000) ilatly ýerleri, senagat kärhanalaryny, aýry-aýry suw-tehniki desgalaryň taslamasyny esaslandyrmak üçin ulanylýar;
- iri masştably jikme-jik kartalar (1:10000 we ondan hem iri) senagat we şäher gurluşygynyň aýry-aýry jaýlarynyň, desgalarynyň taslamasyny esaslandyrmak üçin ulanylýar.

**Inžener-geologik netijeleme**

Aýry-aýry jaýlar, desgalar üçin geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň jemleýji resminamasy hökmünde, hasabatnyň deregine, möçberi boýunça kiçenräk inžener-geologik netijeleme düzülýär.

**Inžener-geologik netijeleme** meýdançanyň inžener-geologik modeliniň ýazgy we çyzgy beýany bolup, soňra taslamaçy tarapyndan desganyň teýkarynyň hasap modelini düzmek üçin ulanylýar.

Netijeleme teswirleýji ýazgydan, çyzgy goşundylaryndan, her kybapdaş häsiýetli gatlagyň fiziki-mehaniki häsiýetleriniň şahsy, nusgawy we hasap bahalarynyň tablisalaryndan düzülýär.

Teswirleýji ýazgyda şu maglumatlar berilýär:

- 1) desganyň ady, salgysy, işleriň görnüşleri, möhleti, buýrujysy, ýerine ýetirijileri;
- 2) tebigy şertleri – desganyň gurluşygyna we ulanylyşyna täsir etjek esasy inžener-geologik aýratynlyklar;
- 3) kybapdaş häsiýetli gatlaklaryň (KHG) bölünip çykarylmasynyň esaslandyrylyşy we olaryň jikme-jik häsiýetnamasy;
- 4) her KHG boýunça düzümler, durky-hal, fiziki-mehaniki häsiýetleriň mukdar görkezijileriniň umumylaşdyrylan nusgawy we hasap bahalary;
- 5) döremegi, ösüş depgininiň güýçlenmegi mümkin bolan geologik we inžener-geologik prosesleriň jikme-jik häsiýetnamasy;
- 6) taslanýan desgalar ulanylanda geologik gurşawda bolup geçjek özgerişleriň çaklamasy; bu çaklama boýunça garaşylýan amatsyz hadysalara garşy göreş çärelerini işläp düzmek boýunça teklipler hem berilmelidir;
- 7) teýkaryň hasap modeli (inžener-geologik modeliň we desganyň düzgüt aýratynlyklarynyň esasynda düzülýär);
- 8) çyzgy goşundylary, hakykatda, meýdançanyň inžener-geologik modeli görnüşinde bolmaly. Onuň düzümine kartalar toplumu, inžener-geologik kesimler we başg. girýär;

9) zerur şertlerde ýer titremäniň, näsaz çökmeleriň taslanýan desga täsirini azaltmaga niýetlenip düzülen ündemeler (rekomendasiýalar) berilýär.

### **21.3. Magistral turbageçirijileriň gurluşygy üçin inžener-geologik gözlegler**

Şäher, senagat gurluşygy, ýerasty baýlyklaryň özleşdirilişi inçeden uzyn desgalaryň gurluşygy bilen bilelikde alnyp barylýar. Bu desgalar ýeriň ýüzünde (demir ýollar, gara ýollar), ýeriň aşagynda (suw geçirijiler, gaz geçirijiler, nebit geçirijiler), howada (elektrik toguny geçirijiler, asma ýollar) gurlup bilýärler.

Bu desgalar üçin geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň esasy aýratynlygy – gözleg meýdanynyň ininiň az, uzynlygynyň weli juda ululygydyr. Agzalan insizden uzyn desgalar üçin geçirilýän inžener-geologik gözlegleriň öz aýratynlyklary bar. Bu ýerde şol gözleglere turba geçirijileriň mysalynda garalyp geçilýär.

Turba geçirijiler suwuklyklary we gazy daşamak üçin ulanylýar. Uzynlygynyň ululygy, dürli tebigy päsgelçilikleriň üstünden (daglyk, çöllük, derýa, şorluk we ş.m.) geçmeli bolýanlygy sebäpli, turba geçirijiler ýeriň aşagynda (garymda), suwuň aşagynda (ýerüsti suwlaryň düýbünde), ýeriň ýüzünde (şöýgediň üstünde) geçer ýaly taslanyp bilýärler.

Turba geçirijiniň ugrunda nasos desgalary, suw ýygnaýjy minaralary, uly çelekler, ýaşaýyş jaýlary gurulýar. Inžener-geologik gözleglerde turba geçirijileriň teýguma berýän basyşynyň ujypsyzlygyndan (20 kPa-a çenli), şol bir wagtda-da näsaz çökmelere, esasan-da turbalaryň seplesýän yerindäki süýşmelere örän duýgurlygyndan ugur alynýar.

Turba geçirijileri taslamak üçin teýkardaky teýgumlaryň berkligini, garymy gömmek üçin ýa-da gaçyny gurmak üçin ulanyljak teýgumuň häsiýetlerini, desganyň ugrundaky relýefi, derýa jülgelerini, jaranlaşma, çägeleriň süýşmegi, seýsmiklik ýaly geologik hadysalary, azaşan elektrik toklaryny, ýerasty suwlaryň iýijilik häsiýetlerini we başgaly bilmek zerurdyr.

Inžener-geologik gözlegler iki tapgyrda: taslama tabşyrygynda deslapky we iş taslamasynda jikme-jik barlaglar görnüşinde geçirilýärler.

Deslapky gözlegler turba geçirijini gurmak üçin amatly ýeri saýlamak niýeti bilen geçirilýär. Her bäsleşikli ugur (trassa) 500 m inilikde öwrenilýär. Esasy üns amatsyzlyklara gönükdirilýär: süýşgünler, yzgarlanda çökme, gowaklama ýaly geologik hadysalar, teýgum suwlarynyň iýijiligi, azaşan elektrik toklarynyň barlygy-ýoklugy we başgalar. Bu tapgyrda alyslaýyn alnan maglumatlar giňden ulanylýar. Hasabatda hemme barlanan wariantlar häsiýetlendirilýär, haýsynyň amatlydygy barada netije çykarylýar.

Jikme-jik inžener-geologik işler saýlanyp alnan trassanyň çäginde geçirilýär. Esasy ulanylýan usul – barlag guýulary. Olaryň çuňlugy köplenç 3-5 m çemesi, geçiş nokatlarda (derýadan, jardan we ş.m.) barlag guýulary 10-15 m çuňluga çenli

burawlanýar. Zerur ýagdaýda nusgalar alynýar, teýgumlaryň posladyjy işjeňligi, teýgum suwlaryň iýijiligi öwrenilýär.

Jikme-jik gözlegleriň esasynda düzülen hasabat iş taslamasyny işläp düzmek üçin ulanylýar.

## **VI. Türkmenistanyň geologik gurluşy, gidrogeologik we inžener-geologik şertleri**

### **22. Türkmenistanyň geologik gurluşy, gidrogeologik we inžener-geologik şertleri barada düşünje**

#### ***Geologik gurluşy***

Ýurdumyzyň meýdany tutuşlygyna çökündi dag jynslary bilen örtülendir, çogma (magmatik), dönen (metamorfik) jynslar ýok diýen ýalydyr. Çökündi jynslaryň gurluşyga täsir edýän görkezijileri tektonik şertlere bagly.

Tektonik şertleri boýunça Türkmenistan 2 bölekden – sodalyk bilen ösýän epinli daglyklardan (geosinklinaldan) we ýokary galyp-inmesi köşeşen düzlükden (platformadan) ybaratdyr. Daglara Alp ýygirtlanma guşagyna degişli Köpetdag, Balkan, Köýtendag girýär, tektonik düzlük bolsa, Turan plitasynyň bir bölegini tutup duran Garagum çölüdür.

Daglyk welaýat ýygirt atan bitewidäşlerden düzülip, ýer yranmasynyň we eňňitlik hadysalarynyň ösenligi, gatlaklaryň eňňitli ýa-da epinli ýatmagy, ene gatlaklary düzýän çökündileriň weýranlaşmagy bilen tapawutlanýar. Düzlük ýerlerde ýer yranmasy, eňňitlik hadysalary kiparlan görnüşde duşýarlar, dag jynslary, esasan, dagynyk owrantgylardan düzülen kese ýatan gatlaklardyrlar, geomorfologik taýdan relýefiň ýuwulma – ýumrulmadan döränlerinden, toplanyp – çöküp dörän kysymlary agdyklyk edýär.

Geologik taýdan (jynslaryň ýaşı we şejeresi boýunça) ýurdumyzda orta (mezozoy) we täze (kaýnozoy) eýýamlarda dörän gatlaklar ýeriň ýüzüne çykýarlar. Orta eýýamda we täze eýýamyň paleogen döwründe dörän gatlaklar deňziň düýbüne çöken çökündilerdir.

Ýura döwriň (J) gatlaklary hekdaşlardan, dolomitlerden düzülip, Köýtendagyň, Köpetdagyň we Tüwergyryň kä yerinde duşýarlar. Bu jynslaryň kömürturşy düzümlü ýerasty suwlarda ereýänligi sebäpli olaryň ýatan yerlerinde gowaklar, köwekler, gowalçyklar duşýarlar (Köwata, Köýtendäki gowaklar).

Hek döwriň (K) gatlaklary hekdaşlardan, çägedaşlardan, azda-kände hekgumdaşlardan, kirşendaşlardan, çagyldaşlardan ybarat bolup, Köpetdagyň, Balkanyň, Köýtendagyň gaýalaryny, gerişlerini düzýärler. Bu jynslaryň weýranlaşan owrantgylary ynsanly döwürde sil we dag derýajyklarynyň akymlyry bilen

getirilenleri dagýaka düzlüklerindäki gowşak sepli dagynyk jynslaryň çökündilerini düzýärler.

Paleogen döwriň (P) çökündileri Günbatar Köpetdagda we dagetek baýyryklarda duşýarlar. Düzümi boýunça olar, esasan, gataşan toýunlardyrlar. Has aşaky gatlaklarda bu toýunlar (galyňlygy 2000 metre çenli) ýokarda ýatýan teýgum suwlarynyň suw geçirmeýän düşegi – suwabent bolup hyzmat edýärler.

Neogen döwriň (N) çökündileri dagetek baýyrlarynyň ýokarky bölegini düzýärler. Ýeriň ýüzünde olar Üňüzarka Garagumda, Badhyzda, Garabilde giň ýaýrandyrlar. Bu çökündiler çägedaşlardan, çagyldaşlardan, toýunsow jynslardan we çägelerden düzlendirler.

Ynsanly döwriň (Q) çökündileri inžener-geologik nukdaýnazardan aýratyn ünse mynasypdyr. Birinjiden, olar ýurduň düzlük ýerleriniň iňňän köp bölegini, ýapynja ýaly бүрәп durýarlar (galyňlygy 1-300 metr aralygy), ikinjiden, olar tutuşlaýyn gowşak sepli dagynyk owrantgylara degişlidirler. Bu toýunsow, çägesow, käte iridaşly jynslar gurluşyk häsiýetleri boýunça, öňki agzalyp geçilen gadymy çökündileriň hemmesinden diýen ýaly amatsyzdyrlar. Şol bir wagtda-da ynsanly döwriň çökündileri ýeriň ýüzüni örtüp ýatanlygy sebäpli ýurtdaky jaýlaryň, binalaryň, ýollaryň, suw desgalarynyň hemmesiniň diýen ýaly düýbi (teýkary) bolup hyzmat edýärler. Bu döwriň çökündileri ýaşy boýunça 4 bölüme: aşaky ( $Q_I$ ), ortaky ( $Q_{II}$ ), ýokarky ( $Q_{III}$ ) we döwürdeş ( $Q_{IV}$ ) bölümlere bölünýärler. Eger döwriň gatlaklaryny ýaşy boýunça anyk seljerip bolmasa, olar toplumlara birikdirilýärler. Mysal üçin, ynsanly döwriň aşaky we ortaky ( $Q_{I-II}$ ) ýa-da ýokarky we döwürdeş ( $Q_{III-IV}$ ) çökündileri.

Gelip çykyşy (şejeresi) boýunça ynsanly döwriň jynslary: derýa çökündilerine (Amyderýa, Murgap, Tejen derýalarynyň jülgeleri, Pes Garagum we beýl.), ýelsüýşürenlere (Garagum çölüniň çägeleriniň üstki bölegi), deňiz çökündilerine (Hazarýaka zolak), sil çökündilerine (dagýaka düzlükler), serpindi çökündilere (Murgap, Tejen we beýleki derýalaryň öňki ýaýylyp – ýaýran ýerleri) bölünýärler.

Ýaşy, gelip çykyşy boýunça birmeňzeş gatlaklaryň toplumlarynyň häsiýetleri boýunça hem kybapdaş bolýanlygy sebäpli, gatlaklar, galapyn, ýaşyt-şejeredes toplumlara bölünip seredilýärler. Şu düzgün gurluşygyň dürli görnüşleri üçin düzülýän taslamalarda, hasabatlarda hem göz önünde tutulýar.

### ***Gidrogeologik şertler***

Ýerasty suwlaryň gurluşyga täsir edýän esasy görkezijileri olaryň ýatyş çuňlugy, duzlulygy, himiki düzümi, dyňzawy, üýtgew düzgüni we suw berijiligidir.

Ýurdumyzdaky ýerasty suwlaryň ýatyş çuňlugy giňişlikde, wagtyň dowamynda uly gerimde üýtgeýär. Dag eteklerinde, belentliklerde suwlar 40-50 metrden hem köp çuňlukda ýatýarlar, ekerançylyk meýdanlarynda olaryň çuňlugy 1-3 m. çemesidir. Ýeriň ýüzüne şeýle golaý ýatan suwlar kapillýarlar boýunça ýokary galyp, bugarýarlar, ýerler zeýleýärler, şorlanýarlar, gurluşyga, oba hojalygyna uly zyýan ýetirýärler.

Ýurdumyzyň ýerasty suwlary, esasan, duzly we goraba suwlara degişlidirler. İçimlik agyz suwy, mallary suwa ýakmaga, ekerançylyga ýaramly suwlar daglyk ýerlerdäki gatlagara dyňzawly suwlaryň arasynda, dagetek güberçek ýapylaryň iridaş gatlaklarynda duşýarlar. Uly akabalaryň boýunda, takyr ýakalarynda aşakdaky şor suwlaryň üstünde gaýyp duran süýji, şorumtyk suwlaryň dürli galyňlykdaky ýataklary döräp bilýärler. Umuman alanyňda, ýerasty süýji suwlaryň gollary azdyr, şonda-da ýurduň ilatyny içimlik agyz suwy bilen üpjün etmäge ýeterlikdir, emma olaryň ýataklary etraplarda endigan ýerleşen dälidirler.

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi, umuman, olaryň duzlulygyna baglydyr. Duzly we goraba suwlarda sulfat ionlarynyň aşa köp mukdary suw bilen galtaşýan demirleriň, betonlaryň haraplanmagyna getirýär.

Gurluşyga iň köp täsir edýän erkin üstli teýgum suwlary dyňzawsyz suwlara degişlidirler. Has takyk aýdylanda bu suwlarda hem dyňzaw bardyr, dyňzaw olarda suwly gatlagyň dürli derejeli kesimleriniň arasynda gidrodinamik basyş tapawudy esasynda döreýär. Şol sebäpli ýerasty suwlaryň derejesinden az-owlak pesde ýerleşen gurluşyk hendeklerine barýan suwuň çykymy aşa köp bolmaýar.

Wagt aralygynda ýerasty suwlaryň iň çalt üýtgeýän görkezijisi ýatyş çuňlugynyň üýtgewidir. Bu üýtgew düzgüni çöllük zolakda durnuklydyr, ekerançylykly ýerlerde üýtgew ýaplaryň suwlulygyna, suwaryş şertlerine baglydyr. Suwuň derejesiniň iň ýokarda ýatýan wagty, adaty, aprel-maý aýlary, iň aşakda ýatýan wagty bolsa, noýabr-dekabr aýlarydyr. Ýyladyş, zeykeş ulgamlaryň talaba laýyk işlemeýän ýerlerinde ýerasty suw gyşyna ýokary galýar (basyşly ýyladyş suwlarynyň deşik turbalardan akyp gidýän ýitgileriniň hasabyna).

Suwly gatlaklaryň suw berijiligi, suw üpjünçiligi, ýerasty suwlaryň derejesini peseltmek bilen bagly işlere täsir edýär. Suwberijilik, esasan, jynslaryň suw süzdürijiligi bilen baglydyr. Ýurtda, esasan hem, zeylän ýerlerde az suw beriji gatlar (toýun, topur garyndyly jynslar, gumbaýraklar, kirşenli çägeler) ýokarda ýatyp, köp suw beriji gatlar (iridaş jynslar) aşaky çuňluklarda ýerleşýärler. Suwalgýç zeykeşleriň çykymyny köpeltjek bolup, çöwlükleri juda aşakda ornaşdyrmak ýurtda dessura öwrülip barýan bähbitsiz işdir. Şeýle ýagdaýda suw, esasan, suwly gatlagyň aşaky böleginden çykarylýar, emma ýerasty suwlaryň derejesi az peselýär, sebäbi suwly gatlagyň ýokarky suw süzdürijiligi pes böleginden suw çöwlüğe tarap juda haýal hereket edýär.

### ***Esasy teýgumlaryň häsiýetnamasy***

Inžener geologiýasynyň hususy manysyna teýgumlaryň häsiýetleri, geologik we inžener-geologik hadysalar degişlidirler.

#### **Teýgumlaryň häsiýetleri.**

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, deňeşdirmе durnuklylygy, berkligi we az-owlak çöküjiligi bilen häsiýetlenýär. 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.

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

**Toýunlaryň** çyglylygy, duzlulygy, gysylma ukyby çägelериňkiden, 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 edýär.

**Topurlar** ýurdumyzda örän giň ýaýrandyr, häsiýetleri boýunça toýunlara meňzeşdir. 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 golaýdyr. Gumbaýraklar toýna, topura garaňda, has pes çyglylykda gaty haldan süýgeşik hala geçýär, süýgeşik ýagdaýa geçýän çyglylygyndan çyglylyk sähelçe artsa, olar akgyn ýagdaýa geçýär. Suw süzdürijiligi örän haýal, şonuň üçin çöwlügi gumbaýraklarda bolan guýular az suwly bolýarlar.

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

### ***Geologik we adamtarapyn (inžener-geologik) hadysalar***

Geologik we adamtarapyn hadysalaryň sebitara ýaýraýşy barada aşakdakylary bellemeli. Dürli geologik hadysalaryň döremegi, ösüş depgini şol ýeriň geologik, tektonik, geomorfologik we başga şertlerine baglydyr.

Hazarýaka zolakda deňizdäki tolkunlaryň zarby bilen, kenaryň opurylmasy, Garagum çölünde çägeleriň ýeliň ugruna süýşüp, ýollary, ekin meýdanlaryny, ilatly ýerleri gum basmagy ýa-da tersine, gömlen turbageçirijileriň üstündäki çägäni ýeliň sowrup, örtügi sypymasy, daglarda, dagýaka zolakda ýer yranmalary, eňňitlik hadysalary, sil akymlyary we başga hadysalaryň hojalyk pudaklaryna zyýanly täsir ýetirýändigini agzamaly. Dürli şertlerde başga hadysalar hem duşýarlar: lýoslarda – yzgarlap çökmeler, çägelerde – suwýarsuwlary, toýunsow jynslarda – hokurdanlaşmalar, suwda duzlaryň assa-haýal eremegi netijesinde, bitewidaşlaryň gowaklama hadysasy we başgalar.

Türkmenistanyň hemme ýerinde giň ýaýran hadysa ýerasty suwlaryň howply derejä çenli ýokary galmagy – **zeýlemedir**. Bu hadysa, hususan aýdylanda, geologik hadysa däl-de inžener-geologik (adamtarapyn) hadysadyr. Bu hadysa birnäçe goşmaça bähbitsizlikleriň döremegine sebäp bolýar: topraklar, ýerler şorlaşýar, olaryň iýijilik häsiýeti güýçlenýär, teýgumlaryň berkligi peselýär, çöküjiligi artýar, ýer titremäniň täsiri artýar, ekologik şertler üzül-kesil ýaramazlaşýar we ş.m. Agzalan delillere görä bu hadysa giňişleýin garaýşa mynasypdyr. Ýer titremäniň we zeýlemäniň täsirine Köpetdagýaka düzlügiň mysalynda garaljak.

Umuman alanyňda, Köpetdag etegi ýokary seýsmik zolaga degişlidir. Dagdan Garaguma tarap ýer titremesiniň güýji ep-esli peselýär. Ýöne şol tarapa gitdigiňçe, teýgumlaryň häsiýetleri hem ýaramazlaşýar: seýsmik tolkunlaryň täsirine çydamly çagyllar gowşak we durnuksyz çägesow – toýunsow gumlar bilen ýerini çalyşýar, ýerasty suwlaryň çuňlugy azalýar, teýgumlaryň çyglylygy köpeliýär we ş.m. Bu özgerişler düzlügiň eňňitliginiň peselip, tekizleşýän ýerinde ýer titremesiniň güýjüni, seýsmik yrgyldylaryň gerimini artdyrýar. Şol sebäplere görä Garagum derýasyna golaý ýerler ýer yrananda iň howply diýlip hasaplanylýar.

Agzalan sebitde birnäçe hadysalar ýeriň ýüzüne golaý gatlaklara adamyň edýän täsiri bilen bagly bolýar: jaý, howdan gurmak, nobur çekmek, ýerleri suwaryp özleşdirmek we ş.m. Bu hadysalar toplumyna **adamtarapyn (inžener-geologik)** hadysalar diýilýär. Garalýan sebitde bu hadysalar, esasan, ýerasty suwlaryň ýeriň ýüzüne howply (2-3 m çenli) golaýlamagy, ýagny **zeýlemegi** bilen baglydyr. Eger ýerasty suwlaryň çuňlugy 2-3 metrden az bolsa, yzgar bugaryp, topragyň duzlulygyny köpeldýär, süýji suwly guýularyň suwuny şorladýar. Duzly toprak öz gezeginde hasyllylygyny ýitirýär, ýere gömlen demir turbalary, betonlary, kabelleri weýran edýär. Yzgar desgalaryň teýindäki teýgumlary ýumşadýar, olaryň basyşa, seýsmik tolkunlaryň täsirine çydamlylygyny azaldýar. Mundan başga-da, ýerasty suwlar ýeriň ýüzüne golaýlasa, ýerzeminleri suw alýar, yzgar jaýlaryň pollaryny çüýredýär, diwarlara geçip, jaýda ýaşayyş şertlerini ýaramazlaşdyrýar.

Sebitde ýerleriň zeýlemeginiň esasy 2 sebäbi bar: 1) ýere siňýän suwuň mukdary kân (ýagyn, suwaryş suwlary, noburlardan, ýerasty suw geçirijilerden ýitgiler we ş.m.); 2) ýeriň aşagy bilen akyp gidýän suwuň mukdary az, zeýkeşler ýok, ýa ýeterlik däl, ýa-da kadaly işlemeýärler. Şunuň ýaly ýagdaý Aşgabat sebitinde demir ýol ýakasynda we ondan demirgazykdaky meýdanlarda duş gelýär.

Zeýlemäniň garşysyna aşakdaky çäreler täsirli bolar diýlip hasaplanylýar:

- 1) tebigy ýerasty gidýän akgydyň kemter gelýän ýerlerinde zeýkeşleri suwaryş desgalaryndan öň gurnamaly;
- 2) zeýkeşleriň göwnejaý işlemegini kepillendirmek üçin, olaryň taslamasynyň, gurluşygynyň hilini garaşsyz seljerişden geçirmeli. Zeýkeşleriň abat saklanmagyna (zir-zibil bilen gömülmezligine we ş.m.) jogapkärli gözegçiligi ýerli häkimiýetlere tabşyrmaly;
- 3) suwlaryň (agyz suwlaryň, hojalyk hajatlaryna niýetlenýän suwlaryň, suwaryş suwlarynyň) tygşytly harçlanmagyny berjaý etmeli. Her ekin meýdanyna, ýaşaýyş jaýyna we ş.m. harçlanýan suw ölçegli bolmaly;
- 4) mümkinçilik bolan ýerlerde (eger ýerasty suwlaryň duzlulygy ýokary bolmasa, suwly gatlaklardan suwy sorup almak kyn bolmasa) ýeriň ýüzüne golaý galýan suwlary ulanmaly (suwaryş üçin, mallary suwa ýakmak üçin we ş.m.);
- 5) ýeriň aşagyndan geçýän agyz-hojalyk suwly, ýyladyş suwly, hapa suwly turbalaryň maksadalaýyk işlemegini gazanmaly, demir turbalary iýiji gurşawa durnukly plastmassa turbalary bilen çalşyrmaly we ş.m.



## EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşin täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasy. “Türkmenistan” gazetini, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy inžener geologiýasy. Aşgabat, TDNG, 2008.
11. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Inžener geologiýasy. Aşgabat, TBM, 2002.
12. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Inžener geologiýasynyň laborator işleri boýunça gollanma. Aşgabat, TBM, 2000.
13. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Инженерная геология. М., Высш. шк., 2007.
14. Передельский Л.Б., Приходченко О.Е. Инженерная геология. Ростов на Дону, Феникс, 2006.
15. TDS 609-2003. Teýgumlar dagynyk. Toparlama. Aşgabat, “Türkmenstandartlary” Baş döwlet gullugy, 2002.
16. TGN 1.02.07-2000. Türkmenistanyň gurluşyk normalary. Gurluşyk üçin inžener gözlegleri. Aşgabat, TGM, 2000

## MAZMUNY

1.	Giriş	2
1.2.	Dersiň manysy, maksatlary, çözüň meseleri, ösüş taryhy, ähmiýeti, alymlaryň orny, gaýry ylymlar bilen özara baglanyşygy	2
	I. Geologiýanyň esaslary	
2.	Ýer barada umumy maglumatlar	10
2.1.	Geosferalar we olaryň özara baglanyşygy	10
2.2.	Ýaýraw minellary	12
2.3.	Dag jynslary	13
2.4.	Geologik hronologiýa	16
2.5.	Tektonik hereketler	17
2.6.	Geomorfologiýanyň elementleri	19
	II. Hidrogeologiýanyň esaslary	
3.	Tebigatda suwuň aýlanyşygy	19
3.1.	Ýerde suwuň ýaýraýşy	19
3.2.	Tebigatda suwuň aýlanyşygy	20
3.3.	Suw balansy barada düşünje	22
3.4.	Ýerasty suwlaryň döreýşi	23
4.	Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri we himiki düzümi	24
4.1.	Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri	24
4.2.	Ýerasty suwlaryň himiki düzümi	27
4.3.	Ýerasty suwlaryň gurluşyk konstruksiýalaryny iýijilik täsiri	30
4.4.	Suwuň himiki derňewleriniň görnüşleri we olaryň şekilendirilişi	31
5.	Ýerasty suwlaryň synplanyşy	35
5.1.	Gidrosferanyň gurluşy	35
5.2.	Ýerasty suwlaryň synplanyşy	36
5.3.	Ýerasty suwlaryň esasy kysymalarynyň häsiýetnamalary	38
6.	Ýerasty suwlaryň hereketi	49
6.1.	Dag jynslarda suwuň hereketiniň esasy görnüşleri	49
6.2.	Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanuny (Darsiniň kanuny)	50
6.3.	Süzülme koeffisiýenti we onuň kesgitleniş usullary	53
6.4.	Suwalgyçlara akyp geljek suwy önünden hasaplamak	56
	III. Teýgum öwreniş ylymynyň esaslary	
7.	Teýgumlaryň madda düzümi. Teýgumlaryň strukturasy we	61

teksturasy hakda düşünje. Teýgumlaryň zire düzümi	
7.1. Teýgumlaryň madda düzümi	61
7.2. Teýgumlaryň strukturasy we teksturasy hakda düşünje	64
7.3. Teýgumlaryň zire düzümi	67
7.4. Teýgumuň düzüminde gazlar	74
7.5. Suwuk jisim	76
7.6. Teýgumlarda janly jisim	78
8. Teýgumlaryň fiziki häsiýetleri	79
8.1. Teýgumlaryň çyglylygy	79
8.2. Teýgumlaryň dykzlygy	83
8.3. Teýgumlaryň öýükliligi	85
8.4. Toýunsow teýgumlaryň süýgeşikligi	88
9. Teýgumlaryň suwatabyn häsiýetleri	90
9.1. Teýgumlaryň suwda durnuklylygy	
(ýumşama, çişme we ýygrylma ukyplary)	90
9.2. Teýgumlaryň suwsygymy (suw saklaýjylygy)	93
9.3. Dag jynslarynyň suw süzdürijiligi	95
10. Teýgumlaryň mehaniki häsiýetleri	99
10.1. Gysylma ukyby	100
10.2. Teýgumlaryň berkligi we dagynyk teýgumlaryň süýşmä garşylygy	104
11. Teýgumlaryň synplanyşy	107
11.1. Synplamalaryň görnüşleri	107
11.2. Özboluşly we amatsyz teýgumlaryň häsiýetnamasy we olaryň bähbitsiz häsiýetlerini gowulandyrmagyň ýollary hakda düşünje	112
IV. Inžener geodinamikasy ylymyň esaslary	
12. Inžener geologiýasynda geologik prosesleriň öwrenilişi we olaryň synplanyşy	112
13. Klimat bilen bagly prosesler we hadysalar: dag jynslarynyň weýranlaşmasy, doňaklyk hadysalary, ýeletabyn hadysalar	120
13.1. Dag jynslarynyň weýranlaşmasy	120
13.2. Doňaklyk hadysalary	123
13.3. Ýeletabyn hadysalar	124
14. Ýgal we ýerüsti suwlar bilen bagly prosesler we hadysalar	127
14.1. Tekiz ýuwulma, jaranlaşma we källeşme	127
14.2. Derýalaryň geologik işi	128
14.3. Deňiz kenarlarynyň kertilip opurylmasy (abraziýa)	130
14.4. Siller	131
15. Ýerasty we ýerüsti suwlaryň täsiri bilen döreýän geologik prosesler we hadysalar	133
15.1. Hokurdanlaşma	134

15.2. Suwýarsuwlar	136
15.3. Yzgarlamadan çökmeler	138
15.4. Gowaklama	143
16. Eňňitlik hadysalary	144
16.1. Eňňitlik hadysalary	144
16.2. Süýşgünler	145
16.3. Opurylmalar	146
16.4. Dökülmeler	147
17. Ýer titremeleri	147
17.1. Ýer titremeleri hakda düşünje	147
17.2. Ýer titremesiniň sebäpleri	148
17.3. Ýer titremäniň güýjüniň kesgitlenilişi	149
17.4. Ýer titremeleriň önünden çaklanylyşy	151
17.5. Ýer titremä durnukly jaý-desgalary gurnagyn ýollary hakda düşünje	153
18. Inžener geologik prosesler	153
18.1. Desgalaryň, binýatlaryň, binýadasty teýgumlaryň ýarsmalarynyň kysymlary	154
18.2. Ýerasty desgalaryň we olaryň üstünde ýerleşen desgalaryň ýarsmagy	155
18.3. Zeýleme we oňa garşy göreş çäreleri	157
V. Inžener-geologik işleriň usulyýeti	
19. Inžener-geologik gözlegler	161
19.1. Gurluşygyň taslamalary we inžener gözlegleri	161
19.2. Inžener-geologik gözlegleriň wezipeleri	162
19.3. Tehniki tabşyryk	163
19.4. Inžener-geologik gözlegleriň taslamasy, çenligi, geçirilişi we hasabaty barada umumy düşüňjeler	164
20. Inžener-geologik maglumatlary almagyn usullary	165
20.1. Öňki geçirilen işleriň netijelerini toplamak we ulanmak	166
20.2. Ýerüsti inžener-geologik gözegçilikler	166
20.3. Burawlama we gazuw - agtaryş işleri	168
20.4. Geofiziki usullar	172
20.5. Sünjümleme usullary	176
20.6. Laborator usullary	178
20.7. Meýdan synaglary	178
20.8. Öwrany barlaglar	181
21. Inžener-geologik işleriň netijeleriniň resmileşdirilişi	182
21.1. Inžener-geologik gözlegleriň döwürleri	182
21.2. Inžener-geologik hasabatlar	182
21.3. Magistral turbageçirijileriň gurluşygy üçin inžener- geologik gözlegler	186

VII. Türkmenistanyň geologik gurluşy, gidrogeologik we inžener-geologik şertleri	
22. Türkmenistanyň geologik gurluşy, gidrogeologik we inžener-geologik şertleri barada düşünje	187
EDEBIÝATLAR	193