

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

D.Orazdurdyýew

GIDROGEOLOGIÝA WE INŽENER GEOLOGIÝASY

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

D.Orazdurdyýew, Hidrogeologiýa we inžener geologiýasy.

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

I bölüm. Hidrogeologiya

1. Hidrogeologiyanyň manysy, mazmuny, düzümi, çözyän meseleleri, ösüş taryhy, ylmy we amaly ähmiýeti, gaýry ylymlar bilen özara baglanyşygy.

“Hidrogeologiya” adalgasyny 1802-nji ýylda Ž.B.Lamark ylma girizýär. Ol bu düşünjede suwuň täsiri bilen dag jynslaryň dagamasyny we çökündileriň emele gelmesini göz önünde tutýar. XIX asyryň 80-nji ýyllaryndan başlap “Hidrogeologiya” ýer asty suwlar baradaky ylm diýlip düşüniپ başlaýarlar. Yöne gidrogeologiya geologiyanyň bir şahasy hökmünde seredilipdir. Halk hojalygynda ýer asty suwlaryň giňden ulanylmagy gidrogeologiyanyň özbaşdak ylymlar toplumyna öwürilmegine getirýär. Şeýlelikde, gidrogeologiya XX asyryň başlarynda okuw dersi hökmünde öwrenilýär. Hidrogeologiya ýerasty suwlaryny we beýleki tebigy baýlyklaryň doly derejede we aýawly ulanmaklyga gönükdirilendir.

“Hidrogeologiya” düşünjesine köp alymlar has giň many berýärler, oňa ýerasty gidrosfera baradaky ylymdyr diýip düşüňärler.

Hidrogeologiyanyň esaslarynda “Umumy gidrogeologiya” (1980) şeýle belenilýär: **gidrogeologiya** ýer asty gidrosferanyň taryhyny, onuň genjini we düzümini, onuň düzüm bölekleriniň giňişlikde ýaýraýyş kanunalaýyklyklaryny, onda bolup geçýän prosesleri we ýeriň daşky guşaklary bilen özara täsirini hem-de ýerasty gidrosferany düzüjileriň hojalyk ähmiýetini we olara adamyň hojalyk işleriniň täsirini öwrenýär. Ýerüsti suwlaryň hapalanyşynyň güýçlenmegi zerarly soňky ýyllarda ýerasty suwlaryň ähmiýeti has hem artýar. Ýerasty suwlaryň ýerüsti suwlara garanynda hapalanmasy has az. Ondan ötri, öýjükli gurşawdan geçende ýerasty suwlary öz-özünden arasalanylýar (tebigy süzgüç).

Gurak howa şertli ýerler üçin ýerasty suwlaryň ähmiýeti has hem uludyr. Bu ýerlerde ilaty we kärhanalary suw bilen üpjün etmegiň ýeke-täk çeşmesi ýerasty suwlardyr.

Halk hojalygynda süýji suwlaram, duzly suwlaram ulanylýar. Süýji suwlar ilaty suw bilen üpjün etmekde agyz suwy hökmünde ulanylýar. Duzly ýerasty suwlaryň adam bedenine ýaramly täsir edýänleri kesel bejerişde ulanylýar (şypa ýa-da derman suwlary). Käbir ýerasty suwlaryň düzüminde peýdaly elementler ýa-da birleşmeler bar (ýod, brom, bor, nahar duzy we ş.m). Eger - de olaryň mukdary ýeterlik we häzirki zaman tilsimatlary bilen düşewintli alyp bolýan bolsa, onda olar alnyp halk hojalygynda ulanylýar (senagat suwlary). Ýeriň uly çuňluklarynda gyzgyn suwlaryň uly gurlary toplanandyr. Olary hem arzan elektrik energiýasyny almakda, şäherleriň ýylylyk üpjünçiliginde, parnik hojalyklary döretmekde ulanyp bolýar (termal suwlar).

Kä halatlarda ýerasty suwlaryň zyýanly täsiri hem bar. Ýerasty dag kânleri geçilende we karýerler gurlanda ýerasty suwlar uly päsgelçilikler döredýärler, olara uly mukdarda (müňlerçe m^3) suw akyp gelýär. Şol sebäpli peýdaly baýlyklaryň käbir baý ýataklary özleşdirilmän ýatyr. Ýerasty suwlary derýa we deňiz kenarlarynda bitewi süýşmeleriň döremegine hem sebäp bolýarlar. Ekerançylyk meýdanlarynda teýgum suwlaryň derejesiniň ýokarlanmagy topragyň şorlaşmagyna, oba hojalyk ýerleriň hatardan çykmagyna getirýär.

Ýerasty suwlaryň zyýanly täsiriniň önüni almak üçin çylşyrymly we gymmat bahaly zeýkeş ulgamlaryny gurmaly bolýar.

Ýerasty suwlary özboluşly peýdaly baýlykdyr. Ýurdumyzda halk hojalygyň güýçli depginde ösmegi ähli suw gençlerini, şol sanda ýerasty suwlaryny hem bähbitli we aýawly ulanmagyň, olary hapalanmakdan goramagy talap edýär.

Gidrogeologiýanyň düzüm bölekleri

Gidrogeologiýa geologiýa ylmynyň çylşyrymly pudagydyr. Häzirki wagtda gidrogeologiýa özünde aşakdaky özbaşdak ylmy usulyýetli bölümleri jemleýär. 1) umumy gidrogeologiýa; 2) ýer asty suwlaryň dinamikasy; 3) gidrogeohimiýa; 4) gidrogeotermiýa; 5) gidrogeologiki gözlegleriň usulyýeti; 6) sebitleriň gidrogeologiýasy; 7) şypa (derman), senagat we gyzgyn (termal) suwlary öwreniş; 8) peýdaly baýlyk ýataklaryň gidrogeologiýasy; 9) radiogidrogeologiýa; 10) melioratiw gidrogeologiýa 11) ýer asty suwlaryň tertibini we balansyny öwreniş; 12) gidrogeologik modelirleme; 13) paleogidrogeologiýa; 14) kriogidrogeologiýa.

Umumy gidrogeologiýa-ýer asty suwlaryň döreýşini, olaryň synplanýşyny, fiziki häsiýetlerini we himiki düzümini, gurşap alýan dag jynslary we ýerüsti suwlary bilen baglanyşygyny, dikligine we keselegine ýaýraýşyny gidrogeologik gözlegleriň umumy soraglaryny, gidrogeologik kartalaryň düzülişini we ş.m. öwrenýär.

Ýer asty suwlaryň dinamikasy-ýer asty suwlaryň ýeriň gaty gabygyndaky dag jynslarynda hereket kanunalaýyklyklarynyň tebigy we emeli sebäplerini we bu hereketi adamzada peýdaly ugra gönükdirmegiň usulýetini öwrenýär.

Gidrogeohimiýa-ýer asty suwlaryň himiki düzümini, ýeriň gaty gabygynda bolup geçýän himiki, fiziki we beologiki prosesleriň netijesinde onuň wagt dowamynda we giňişlikde üýtgemegini öwrenýär.

Gidrogeotermiýa-ýer asty suwlaryň ýylylyk meýdanynyň barlaglary we gidrogeologik meseleleri çözmekde geotermik usullaryň ulanylyşy bilen meşgullanýar.

Gidrogeologik gözlegleriň usulýeti-gidrogeologik şertleri öwrenmegiň usullary we dürli usulýetleri bilen meşgullanýar. Takyk meseleler çözülende ýerasty suw

ýataklaryny tapmagyň, olaryň gorlaryny, hilini we hereket şertlerini kesgitlemegiň amatly usullaryny öwrenýär.

Sebitleriň gidrogeologiýasy-ýerasty suwlaryň döreýşiniň sebitleýin gidrogeologik kanunalaýyklyklaryny ýüze çykarýar we öwrenýär.

Peýdaly baýlyk ýataklaryň gidrogeologiýasy-ýataklaryň gidrogeologik şertlerini olaryň gözleg, barlag, geologik-senagat taýdan bahalamak we ulanyş meseleleriň çözgüdinde ulanmaklygy öwrenmek bilen meşgullanýar. Ol iki ugra bölünýär:

1) Gaty peýdaly baýlyk ýataklaryň gidrogeologiýasy.

2) Nebit-gazly ýataklaryň gidrogeologiýasy.

Şypa (derman), senagat we gyzgyn (termal) suwlaryň öwreniş-bu ýataklaryň döreýiş, suwlaryň düzümi, olaryň emele geliş soraglary we ýataklary ulanmak üçin olary geologik - senagat taýdan bahalamak bilen meşgullanýar.

Radiogidrogeologiýa-ýerasty suwlarda radioaktiw elementleriň döreýiş, ýaýraýyş we ýerini üýtgediş kanunalyklyklaryny öwrenmek bilen meşgullanýar.

Melioratiw gidrogeologiýa-gidrogeologiýanyň amaly pudagy bolup, oba hojalyk meýdanlaryň topraklarynyň hasyllylygyny artdyrmak maksady üçin gidrogeologik şertleri öwrenmek bilen meşgullanýar.

Ýerasty suwlaryň tertibini we balansyny öwreniş-tebygy we emeli sebäpleriň täsirinden wagt dowamynda ýerasty suwlaryň mukdarynyň we hiliniň üýtgeýiş proseslerini öwrenýär, belli bir döwürde (aýda, pasylda, ýylda we ş.m.) ýerasty suwlaryň iýmitlenişini we harçlanyşyny kesgitleýän bölekleriň özara mukdarlaýyn gatnaşygyny öwrenýär.

Gidrogeologik modelirlеме - dürli gidrogeologik meselelerini çözmek maksady bilen ýerasty suwlaryň süzülme proseslerini emeli usul bilen dürli modelleride dikeltmekdir. Iň ýaýrany elektrik modelidir, modelleriň beýleki görnüşleri (gidrawlik, magnit, membrana, optiki, pneumatik) seýrek ulanylýar.

Paleogidrogeologiýa (taryhy gidrogeologiýa)-dürli düzümlü ýerasty suwlaryň döreýiş kanunalaýyklaryny bilmek maksady bilen ýeriň gaty gabygyndaky suwdyňzawly ulgamlaryň ösüş taryhyny we dürli peýdaly baýlyk ýataklaryň döremeginde we dagamagynda ýerasty suwlaryň geologik ornuny öwrenýän gidrogeologiýanyň pudagydyr.

Kriogidrogeologiýa-müdimi doňaklyk zolagyndaky ýerasty suwlary, olaryň müdimi dag jynslary bilen özara täsirini we olary ulanmagyň amatly usullaryny öwrenýär.

Gidrogeologiýanyň çözüň amaly meseleleri

Häzirki zaman gidrogeologik gözlegleriniň esasy gidrogeologik prosesleri analizirmekdir (seljermekdir). Olaryň arasynda has wajyplary aşadakylyardyr:

a) Ýerasty suwlaryň hereketi (süzülme, siňme, çyg göçürme);

b) Ýerasty suwlaryň himiki düzüminiň döreýşi (fiziki-himiki prosesleriň hasabyna döreýänler);

c) Ýerasty suwlarda ýylylyk akymalaryň hereketi (ýylylyk göçürme we ýylylyk çalşygy arkaly amala aşýar).

Gidrogeologik prosesleri seljermekde takyk ylymlaryň (fizika, himiýa, matematika, gidrawlika we ş.m) usullary tebigy dersleriň topluny (geologiýa, meteorologiýa, gidrologiýa we ş.m) bilen utgaşdyryp ulanylýar.

Gidrogeologiýa ýurduň mineral-çig mal bazasyny giňeltmekde uly amaly ähmiýetli hem-de halk hojalygynyň köp sanly amaly soraglaryny (gurluşygyň dürli görnüşleri, suw hojalygyny amatly alyp barmak, senagat we oba hojalyk önümçiligi we ş.m) çözmekde ýer baradaky ylymlaryň öňdebaryjylarynyň biridir. Gidrogeologiýanyň çözüň amaly meseleleri aşadakylyardyr:

1) Agyz suw çeşmelerini gözläp tapmak we suw üpjünçiligi;

2) Suwarymly ekerançylyk ýerleri we batgalaşan ýerleri abatlamak;

3) Gidrotehnik desgalar üçin gidrogeologik derňewler;

4) Şypa (derman) suw ýataklaryň gözlegi;

5) Senagat suw ýataklaryň gözlegi, derňewi we bahalandyrylyşy;

6) Gyzgyn (termal) suwlaryň gözlegi;

7) Dag - gazuw işleriň amaly meselelerini çözmek (ýerasty känlere we karýerlere akyp geljek suwuň mukdaryny kesgitlemek), göreş çäreleriniň täze usullaryny ornaşdyrmak;

8) Peýdaly gazma baýlyklaryň gözleglerinde gidrohimiýa usullary giňden ulanmak;

9) Atom çig maly üçin radiogidrogeologik gözlegleri amala aşyrmak.

Dürli gidrogeologik işler geçirilende, ýerasty suwlar halk hojalygynda ulanylanda we olara garşy dürli çäreler geçirilende ýerasty suwlaryň goragynyň, olaryň aýawly ulanylyşynyň, hapalanmakdan we gorklarynyň kemelmeginden goramagyň soraglaryna wajyp orun berilýär.

2. Tebigatda suw

2.1. Ýerde suwuň ýaýraýşy we gidrosfera barada düşünje.

Tebigatda suwuň aýlanyşygy

Ýerde suwuň ýaýraýşy

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

Ýer togalygynda keseligine we dikligine suwuň ýaýraýşy gyradeň däl. Suwuň ýaýraýşynyň ýokarky çägi ýeriň üstünden 17km çemesi belentlikde ýerleşýär. Bu zolakda 12900km^3 golaý suwuň göwrümi bardyr. Suwuň iň uly göwrümi ýeriň üstünde: ummanlarda, buzluklarda, deňizlerde, derýalarda, köllerde, batgalyklarda ýerleşendir. Olaryň göwrümi 1400 mln km^3 golaý suwdur. Ýeriň ýüzünden aşakda **ýerasty gidrosfera (gidrolitosfera)** ýerleşýär. Ol ýerüsti gidrosfera bilen jebis baglanyşyklydyr. Tebigatda suw suwuk, gaty, bug hallarynda we beýleki görnüşlerde duşýar. Ýeriň ähli gidrosferasynda suwuň umumy gorlary (troposferadan mantiýa çenli) 1.39 mlrd. km^3 golaýdyr. Onuň 97.5% umanlaryň we deňizleriň paýyna düşýär, onuň hem diňe 2.5% golaýy süýji suwlardyr.

Häzirki wagtda ýerde her ýyl 3000km^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 üýşüp bilelikde çözmelidirler.

Tebigatda suwuň aýlanyşygy

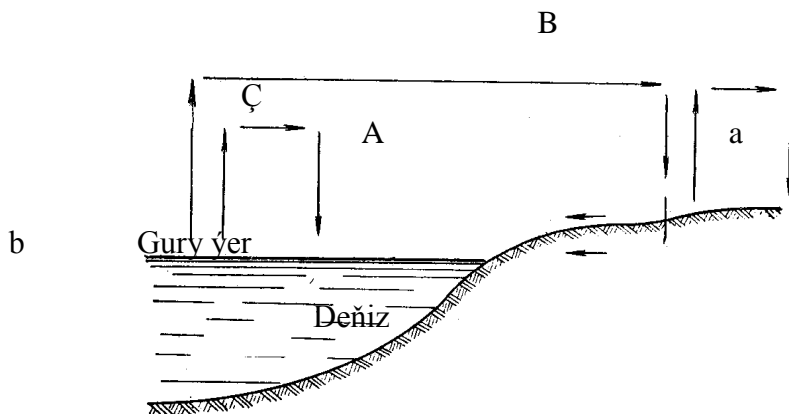
Ýerde suwuň ornuny üýtgetmesiniň üznüksiz prosesine tebigatda **suwuň aýlanyşygy** diýip düşünilýär. Bu aýlanyşykda suwuň halynyň üýtgemegi mümkin, özem aýlanyşyk gaýtalanyp duran häsiýetlidir. Bu proses gidrosferanyň ähli böleklerini: atmosferanyň çygyny, ummumanlary, ýerüsti we ýerasty suwlary öz içine alýar we özara baglaňdyrýar. 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 (1-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 akymlar 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 öwrülip ýere düşän suwuň mukdarlary deň). Umumanlardan bugaryp gury ýere eltilýän ygalyň umumy mukdary 66müň km³ deňdir, gury ýerden

Dünýä ummanlaryna baryan suwuň mukdary hem 66müň km³-dyr. Ýeriň dürli meýdany üçin gidrologik aýlanyşygy mukdarlaýyn **suw balansynyň** deňlemesi görnüşinde aňladyp bolar.

Ýerde her ýyl gidrologik aýlanyşykda 577 müň km³ 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 düzújileriň - 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.



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

Geologik suw aýlanyşygy çökünci toplanmada (sedimentasiýada) deňiz we beýleki suwlaryň gömülmege, soňra bu suwlaryň geologik proseslerde (metoformizmiň giçki tapgyrlarına çenli) gatnaşmagy we täze döran 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 çökündi toplanmak prosesi bilen bagly sikl. Munda ummanlarda çökündi toplananda ýerasty suwlary emele gelyärler, soňra litifikasiýada olar dag jynslaryndan gysylyp, **sedimentogen** suwlara öwrülyärler.

Çökündi we wulkanogen - çökündi jynslary geosinklinal şertlerde sebitleýin metamorfizm tapgyrini geçende (ýokary temperaturanyň we basyşyň täsiri) minerallaryň kristallik gözenekleri bozulýar, üýtgeýär we himiki bagly suwuň bölünip çykmagy natijesinde metamorfozen 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.

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 çykdajy 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 iýmitlenişi 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 iýmitlenişi D ;
6. Suw buglarynyň goýalmasyndan (kondensasiýa) iýmitlenişi K ;

Teýgum suwlaryň balansynyň esasy çykdajy düzüjilerine:

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

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

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

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

Bu ýerde F - balans meýdany, m^2 :

ΔH - t wagtyň dowamynda balans meýdanynda teýgum suwlaryň ortaça derejesiniň üýtgemesi, m ;
 μ - 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.

Atmosferadaky we ýeriň üstündäki suwlar

Atmosferadaky suw.

Bilişimiz ýaly atmosfera ýeriň howa gurşawyny emele getirýär. Ol troposfera, startosfera we ionosfera bölünýär.

Troposfera atmosferanyň aşaky gatlagydyr, ol ýeriň üsti bilen galtaşýar. Onuň ýokarky çägi Ýeriň merkezden daşlaşýan tizlenmesiniň täsirinden polýuslardan ekwatora tarap üýtgeýär. Polýuslaryň üstünde we orta guşaklarda troposferanyň beýikligi 8-12 km ýetýär. Troposferanyň dürli geografik zoloklarda howasynyň temperaturasy birmeňzeş däl, ol pasyllaýyn we giji-gündizde üýtgeýär. Temperatura ýeriň ýüzünden ýokarlygyna her 100m-de 0.6°C peselýär.

Troposferada howa massasy keseligine we dikligine üznüksiz süýşýär.

Troposferada suw buglaryň ählisi jemlenýär, şonuň üçin diňe bu ýerde suw buglarynyň goýalmasy (kondensasiýa) prosesleri bulutlary we ygallary emele getirýär. Umuman, troposfera atmosferanyň iň işjeň zolagy bolup, onda howany döredýän esasy hadysalar bolup geçýär. Ony "howanyň fabrigi" diýip hem atlandyrýarlar, sebäbi onda bulutlar, ýagys, gar, doly döreyärler. Troposferadaky bolup geçýän proseslere ýeriň üstüniň uly täsiri bar.

Ýokarky gatlakda - **stratosferada** howa akymalarynyň ýokary we aşak hereketi bolup geçýär, olar stratosferanyň aşaky bölegi bilen çäklenýärler. Bu gatlakda howanyň bölekleriniň garylması troposfera görä gowşakdyr. Bu gatlakda howa juda seýrekleşendir, suw buglary örän az, şonuň üçin ýagys bulutlary we ygallar döremeýärler.

Ondan ýokarda elektrik häsiýetli **ionosfera** ýerleşýär. Onuň aşaky çägi ýeriň ýüzünden 80 km çemesi, ýokarky çägi bolsa, 1000-2000 km belentlikde ýerleşýär. Ionosfera uly tizlikde hereket edýän seýrekleşen ionizirlenen bölejikleriň we neýtral molekularyň ýaýramagy bilen häsiýetlenýär. Ionosfera kem-kemden kosmik giňişligine geçýär.

Atmosferanyň howasy gaz garyndysyndan ybaratdyr. Gury we arassa atmosferanyň esasy gaz düzümi: azot takmyn 78% (göwrümine görä), kislorod -21%, argon, wodorod we beýleki gazlar - 1% çemesi, şol sanda kömürturşy gazy ortaça 0.03% çemesidir.

Ondan başga-da atmosferanyň aşaky böleginde elmydama suw buglary hem bardyr. Olar howanyň iň durnuksuz bölegidir, ýagny çygly howaly yssy ýerlerde buguň mukdary 4%, gurak sowuk ýerlerde - 0.01% (göwrümi boýunça) ýetýär. Suw buglaryň esasy mukdary howanyň ýere golaý 7km galyňlygynda ýerleşýär. Atmosferadaky suwuň umumy göwrümi 14000km^3 çemesi, ol ýerdäki suw gurlarynyň müňden bir üleş görterimini düzýär. Onuň bu kiçiligine

garamazdan suwuň umumy aýlanyşygynda orny örän uludyr. Diňe atmosferadaky prosesler ummandan gury ýere çygyň göçürilmegini kesgitleýärler.

Suwuň buglarynyň howadaky mukdary absolýut we otnositel (deňeşdirme) çyglylyklar bilen häsiýetlendirilýär.

Agramy gramda ölçenýän 1m^3 howadaky suw buglarynyň mukdaryna ýa-da paskalda (Pa) ölçenýän howanyň şol temperaturasyndaky suw buglarynyň maýyşgaklygyna **absolýut çyglyk** (e) diýilýär. Onuň ululygy $50\text{g}/\text{m}^3$ geçmeýär (sowuk arktik howada $0.1\text{g}/\text{m}^3$ çenli peselýär).

Howadaky buglaryň maýyşgaklygynyň (e) şol temperaturadaky doýgun buglaryň maýyşgaklygyna (E) bolan gatnaşygyna **otnositel (deňeşdirme) çygylyk** diýilýär:

$$r = (e/E) - 100\%.$$

Şol temperaturada buguň iň ýokary maýyşgaklygy (E) we buglaryň maýyşgaklygynyň berlen bahasynyň (e) tepawudyna **çyglylyk ýetmezçiligi** ($d = E - e$) diýilýär. Diňe çyg aýlanyşyk proseslerine däl-de janly gurşawyň hem ýaşaýsyna täsir etmek bilen howanyň çyglylygy wagt dowamynda we giňişlikde üýtgeýär. Howanyň çyglylygy gidrometrleriň, psihometrleriň we beýleki gurallaryň kömegi bilen ölçenýär.

Ygallar

Howa ýokary galanda we sowanda suw buglary goýalýarlar, suw damjalary ýa-da buzuň kristaljyklary emele gelýär, olar bolsa bulutlary (gatlakly, üýşmek, gök gürleýän blutlar) emele getirýärler. Suwuň bu ownujak bölejikleri (damjalar) howada bulutlar we ümür görnüşinde süýşýärler. Olaryň käbiri biri-biri bilen çakyşyp birleşýärler we gaçyp başlaýarlar, ýolunda beýleki damjalar bilen birleşip göwrümlerini ulaldýarlar. Belli bir şertlerde bu ýol bilen dörän uly damjalar howanyň galýan akymlyry bilen troposferada saklanyp bilmän ygal görnüşinde ýere gaçýarlar. Şeýlelikde ýagyş, gar, gyraw, doly (jöwenek) görnüşli ygallar döreýärler. Olar iki görnüşe bölünýärler:

1) ýeriň üstünde we jisimleriň üstünde temperaturanyň peselmegi netijesinde suw buglarynyň goýalyşynda döreýänler (gyraw, sürçek);

2) ýeriň üstüne bulutlardan ýagýan ýagyş, gar, jöwenek görnüşli ygallar.

Ygallar suw gatlagynyň beýikliginde (mm) ýagyş ölçýji gural bilen ölçenýär. Ýurdumyzyň belli ýerlerinde howa ýagdaýyna (şol sanda ygallary ölçemek) gözegçilik etmek üçin meteorologik stansiýalary bar. Häzirki wagtda meteorologik maglumatlar kosmik stansiýalardan alynýar we elektron hasaplaýjy maşynlarda işlenilýär.

Ýerasty suwlaryň we ösümlikleriň iýmitlenişinde çabga görnüşli ýagyşlaryň däl-de mesawy uzak wagtlap ýagýan ýagyşlaryň has möhüm ähmiýeti bardyr. Ygallaryň görnüşine, depginine, mukdaryna ýylyň paslynyň, ummanyň golaýlygynyň, relýefiň we beýleki sebäpleriň täsiri uludyr.

Ygallaryň mukdary meýdanyň geografik ýerleşişine görä gyradeň dälidir. Meselem, Garagum çölünde ýylda 100 mm çenli, Hindistanda bolsa, 12-20 mün mm çenli ygal ýagýar.

Ygallaryň ýerasty suwlaryň döremegindäki ornuna baha berlende ygallaryň mukdary, ýagýan wagty we dowamlylygy, görnüşi (suwuk ýa-da buz), depgini we himiki düzümi hasaba alynmalydyr.

Bugarma

Ýeriň üstüne ýagan ygallar bugarma, ýerüsti we ýerasty akymlara, dag jynslaryny öllemäge we başga proseslere harç edilýär.

Ummanlaryň, deňizleriň, kölleriň, derýalaryň, buz we gar örtügininiň, çygly topragyň üstlerinden has çalt hereket edýän suw molekulalarynyň aýrylyp, suw buglaryň atmosfera geçmegine **suwuň bugarmasy** diýilýär.

Belli ýerde bar bolan atmosfera şertlerinde potensial mümkin bugarma **bugarmaklyk** diýilýär.

Ösümliklerden suwuň bugarmasyna **transpirasiýa** diýilýär.

Bugarma we transpirasiýa bilelikde **ewapotranspirasiýany** emele getirýärler. Onuň meýdanlaýyn ýaýrawy örän dürlüdür. Ýeriň üstünden ortaça bir ýylda ewapotranspirasiýanyň ululygy 577 müň km³ deňdir.

Şol bir döwürde ygallaryň mukdarynyň we bugarmanyň gatnaşygyna **çyglandyryş koeffisiýenti** diýilýär. Onuň ululygy boýunça ol ýa-da başga meýdanyň çyglandyrma şertlerine baha berilýär.

Ýerleri çalykdyryş we suwaryş işlerinde, teýgum suwlaryň tertibi öwrenilende we başgalarda ygallary, bugarmanyň ähli görnüşlerini, ýerüsti we ýerasty akymalary we beýleki görkezijileri meýdanlaýyn öwrenmeklik talap edilýär.

Ýerüsti akymlar

Ýeriň üstüne ýagan ýagyn **ýerüsti** we **ýerasty akymlaryna** harç edilýär, olar bolsa derýalara, deňizlere, ummanlara akyp barýarlar. Suwuň ýeriň üsti ýa-da ýeriň asty bilen derýa akyp barýan meýdanyna **akymyň howdany** diýilýär. Howanyň suwaýyrtlar bilen çäklenen ýerüsti we ýerasty suw ýygnaýan meýdanlary bar. Ýerüsti we ýerasty akymalaryň meýdanlary meýdany boýunça deň bolmazlygy mümkin. Ýerüsti akymyň howdany topografik kartalar boýunça, ýerasty akymyň howdany bolsa, gidrogeologik kartalar boýunça kesgitlenýär.

Umumy (derýanyň) akymyny kesgitlemek üçin derýanyň we oňa täsir edýän ähli sebäpler öwrenilýär. **Derýanyň tertibi** diýip onuň derejesiniň, tizliginiň, harjynyň we başg. wagt dowamynda üýtgemegine aýdylýar. Derýanyň kese kesiminden wagt birliginde akyp geçýän suwuň mukdaryna **derýanyň harjy (Q)** diýilýär. Ol m³/s ýa-da l/s ölçenýär.

Dürli kesikde derýanyň harjyny Q akymyň ortaça tizligi V we kesimiň suwly böleginiň meýdany F boýunça formula bilen kesgitleýärler:

$$Q = v \cdot F$$

Ýerüsti akym akymyň moduly ýa-da koeffisiýenti bilen aňladylýp bilner.

Derýanyň harjynyň onuň howdanyna bolan gatnaşygyna **akymyň moduly** diýilýär:

$$M = 10^3 Q/F, \text{ ol } \underline{1} \text{ km}^2 \text{ aňladylýar.}$$

Umumy akymyň döremeginde ygallaryň paýyny kesgitlemek üçin **akymyň koeffisiýenti** ulanylýar. Ol gatlak görnüşinde y_o aňladylan akymyň ululygynyň şol wagtdowamynda howdanyň meýdanyna ýagan ygallaryň gatlagyna x_o bolan gatnaşygyny görkezýär: $\eta = y_o/x_o$.

Ygallaryň diňe belli bir böleginiň ýerüsti akymyna harçlanýanlygy sebäpli akymyň koeffisiýenti birden kiçidir.

Ýerasty akymy hem ýerüsti akym ýaly ýerasty akymyň gatlagy $Y_{y.a.}$ (mm) ýa-da ýerasty akymyň moduly $M_{y.a.}$ (e/s.km²) görnüşinde aňladylýar. $Y_{y.a.}$ we $M_{y.a.}$ özara baglanyşyklydyr.

$$Y_{y.a.} = 31.54 M_{y.a.} \text{ ýa-da } M_{y.a.} = 0.0317 Y_{y.a.}$$

Ýerasty akymyň moduly gurak ýerlerde birligiň ülüşlerinde 2.5-3 l/s.km² çenli üýtgeýär, uly suw akymly ýerlerde onuň ululygy 5-20 l/s.km² ýetýär.

Ýerasty akymy bahalamakda derýanyň ýerasty iýmitleniş koeffisiýenti $K_{y.a.i}$ we ýerasty akymyň koeffisiýenti $\eta_{y.a.}$ uly ähmiýete eýedir, olar aşakdaky formulalar bilen kesgitlenýär:

$$K_{y.a.i.} = M_{y.a.} / M \cdot 100\% \text{ we } \eta_{y.a.} = Y_{y.a.}/X_0 \cdot 100\%.$$

Derýanyň ýerasty akymyň koeffisientini meýdandaky iki dürli kesimde harjyň tapawudyny ölçemek bilen hem kesgitläp bolýar (gidrometrik ölçegler).

Ýerasty akym barada maglumatlary gözegçilikleriň netijesinde şeýle-de ýerasty akymlyaryň ýaýraýyş kartalaryny öwrenmek ýoly bilen hem alyp bolar.

Derýanyň iýmitleniş çeşmeleriniň mukdarlaýyn häsiýetnamasyny (şol sanda ýerasty çeşmeler) derýanyň gidrografiýasy boýunça düzüp bolup. **Gidrograf** ýerüsti we ýerasty suwlaryň suwçalyşyk proseslerini, derýanyň howadanynyň gidrogeologik şertlerini aňladýar we bir ýylda

derýanyň harjynyň wagt dowamynda üýtgeýiş grafigini (çyzgydyny) görkezýär.

2.2. 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 gyzdrylmagyň 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 ählí 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 döranden 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, şorumtyk suwlaryň esasy bölegi we käte duzly-şor suwlar infiltrasion şejereli suwlara degişlidir. Süýji suwlaryň kesgitli bölegi howaly zolakdaky buglaryň goýalmasyndan döreýär. Goýalyş suwlaryň az ygally sähralarda, çöllerde ähmiýeti uludyr.

Sedimentasion suwlar (gadymy basseýinlerde çökündi toplanmak prosesinde dörän deňiz şejereli suwlar) çuň artezian 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 döreýär, 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 gelýän **ekzogen** we magmadan hem-de mantiýadan litosfera aşakdan gelýän **endogen** ýerasty suwlara bölünýär.

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

2.3. 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.

Suwly örän üjypsyz 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), hekgumdaşlary hem-de ähli dykz we jaýryklaşmadyk çogma we dönen jynslaryň belli bir bölegi degişlidirler.

Gidrogeologik stratifikasiýanyň elementleri

Şu wagta çenli gidrogeologik stratifikasiýanyň ýagny geologik kesimi gidrogeologik taýdan tapawutlanýan böleklere, elementlere bölünişiň ýeke-täk çemeleşmesi ýok. Amaly işlerde gidrogeologik stratifikasiýanyň dürli ýörelgelerini (litologik-stratigrafik, litologik - petrografik, gidrogeodinamik we baş.) ulanylýar. Stratigrafik - gidrogeologik çemeleşmäni ulanmak dogry hasaplanýar, sebäbi onda "jynslar-ýerasty suwlar" ulgamyň stratigrafik we gidrogeologik alamatlary hasaba alnyp, dürli derejeli gidrogeologik elementlere bölýärler. Gidrogeologik stratifikasiýanyň elementleri çökünci jynslar hem-de çogma we dönen jynslar üçin dürlüdür. Çökünci jynslar üçin bu elementlere gatlak, gorizont, kompleks (toplum) we gidrogeologik howdan (basseýn) degişlidir. Gidrogeologik

stratifikasiýa çökündi jynslar üçin has doly özleşdirilendir (I.K.Gawiç we baş., 1985).

Stratifikasiýanyň başlangyç elementi **gatlakdyr**. Ol birmeňzeş ýaşly, galyňlygy, litologiýasy, ýaýraýşy boýunça durnukly jynslaryň gatlagydyr. Gatlaklar suwy geçiriji we geçirmeýän, suwly we suwsyz bolup bilerler.

Suwly gorizont diýip, döreýiş şertleriniň we olarda suwuň hereketiniň meňzeşligi bilen häsiýetlenýän we bitewi pýezometrik derejeli bir ýa-da birnäçe suwly gatлага аýdylýar.

Suwly gorizont gatlak-gatlak, dürli ýaşly, süzülme we sygym häsiýetleri boýunça gyradeň däl, teýgum ýa-da dyňzaw suwly bolup biler. Ol özbaşdak gidrodinamik birlikdir.

Suwly toplum (kompleks) döreýiş şertleriniň meňzeşligi bilen häsiýetlenýän gowşak suw geçirýän ýa-da deňeşdirme suwabent gatlaklara bölünen birnäçe gidrawlik baglanyşykly gorizontlary özünde jemleýär.

Geologik ösüş taryhynyň meňzeşlik bilen häsiýetlenýän birnäçe suwly toplumlaryň we gorizontlaryň jemlenmesi **gidrogeologik howdany (basseýni)** emele getirýär.

Gatlaklaryň kollektor häsiýetleri

Suwy gowy geçirýän (süzdürýän) we ony gowy berýän dag jynslary **kollektor** diýip atlandyrylýar.

Boşluklaryň kysymyna görä öýjük, jaýryk we öýjük-jaýryk; döreýişine görä - terrigen, hemogen, magmatik we başga kollektorlara bölünýärler.

Gatlaklaryň süzüliş we göwrüm häsiýetleriniň jemine **kollektor häsiýetler** diýilýär. Bu häsiýetler süzülme koeffisiýenti K , grawitasion we maýyşgak suwberijilik (μ), dinamiki we açyk öýjuklilik hem-de suwgeçirijilik ($T=k \cdot m$, $m^2/g \cdot g$; suwly gatlagyň süzülme koeffisientiniň K onuň galyňlygyna m köpeltmek hasyly), pýezogeçirijilik (gyňzowly suwlar üçin) we dereje geçirijilik (teýgum suwlary üçin) **a** görkezijileri bilen häsiýetlendirilýär. Dereje geçirijilik ($a=T/\mu$)

we pýezogeçirijilik ($a=T/\mu$) suwly ulgamyň göwrüm we geçirijilik mümkinçiliklerini hem-de bu ulgamyň dürli sebäpleriň (joşgun, suwsorus, suwguýma we ş.m) täsirinden dyňzawyň ýa-da basyşyň üýtgemegini duýmak mümkinçiliklerini häsiýetlendirýär.

3.Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri we himiki düzümi

2.4. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri

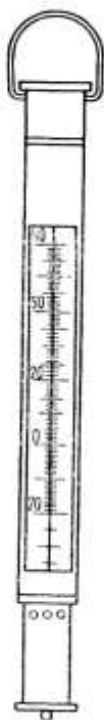
Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri suwlaryň suw üpjünçiligi üçin ulanarlyk hiline, olaryň dürli gurluşyk desgalaryny, materiallaryny iýijilik täsirine deslapky baha kesmäge mümkinçilik berýär. Suwuň fiziki häsiýetleri adatça gös-göni meýdan şertlerinde suwly nokadyň ýazgysy geçirilende, suwuň nusgasy 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.

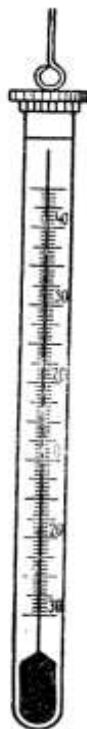
Suwuň temperaturasy. 10 m çuňlukdan aşakda ýatan teýgum suwlarynyň temperaturasy adatça howanyň ýerli ortaça ýyllyk temperaturasyna golaýdyr. Türkmenistanda ol 15-25°C aralygynda üýtgeýär. Aşaky dyňzawly gatlaklardan çeşmeler, skwažinalar arkaly çykýan suwlar ýyly (30-35°C-a çenli), käte sowugrak (15-25°C-a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

Gidrogeologik gözleglerde ýerasty suwlaryň temperaturasy çeşmedäki, guýudaky, skwažinadaky suwuň içine goýberlen termometr bilen ölçelýär.

Çeşmeleriň, açyk zeykeşleriň, kârizleriň, ýalpak guýularyň suwlarynyň temperaturasyny ölçemek üçin howanyň temperaturasyny ölçeýän termometre meňzeş sapan termometrini ulanyp bolýar (2-nji surat). Bu şertde termometri suwdan çykarmankaň temperaturany ölçmeli. Çuň guýulardaky, skwažinalardaky suwlaryň temperaturasyny ölçemek üçin ýöriteleşdirilen (duýgurlygy ýörite peseldilen) termometrler ulanylýar (3-nji surat).



2-nji surat
Sapan termometri



3-nji surat
Ýalta termometr

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 öwürşin 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 deňşdirilýär.

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 täzeden 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 örtüginin döremeginiň güýçlenmegine täsir edip bilýär.

Suwuň tagamy. Suwuň tagamy onuň düzümindäki erän mineral maddalara, garyndylara we gazlara bagly. Düzüminde hlorly natriý 500 mg/dm^3 -a çenli bolan suw süýjümtik, 600 mg/dm^3 –dan köp bolsa, duzly (şorumtyk) bolýar. Magniniň sulfaty suwa ajy, demriň duzlary-ýympyk, organiki maddalar-süýjümtik, magniniň we kalsiniň gidrokarbonatlary, şeýle-de erkin kömürturşy gazy (CO_2) suwa ýakymly tagam berýär. Duzlulugy az ýagş suwlarynyň tagamy ýakymsyz bolýar. Suwuň tagamy $20\text{-}30^\circ\text{C}$ -a çenli gyzdrylan suwy birnäçe sekuntlap agzynda saklap kesgitlenýär. Emma her adamyň tagama baha kesişiniň subýektiwligi sebäpli, olaryň biri-birine gabat gelmeýän wagtларыnyň 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 ýakymsyz ysy bolýar. Yata ýerüsti suwlaryň ysy köplenç suwda bar bolan bakteriýalar, çüýreyän organiki maddalar bilen bagly.

Suwuň ysyny kesgitlemek üçin ony probirka guýup, $50\text{-}60^\circ\text{C}$ -a çenli gyzdymaly. Soňra probirkanyň agzyny dykmaly, suwy çäýkap, dykyny aýryp, suwy ysgamaly.

2.5. Ýerasty suwlaryň himiki düzümi

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

1. Wodorod görkezijisi (pH) – suwdaky wodorod ionларыnyň 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:

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

pH görkezijä görä suwlar 5 topara bölünýärler (1-nji tablisa).

1-nji tablisa

pH görkezijä görä ýerasty suwlaryň toparlanyşy

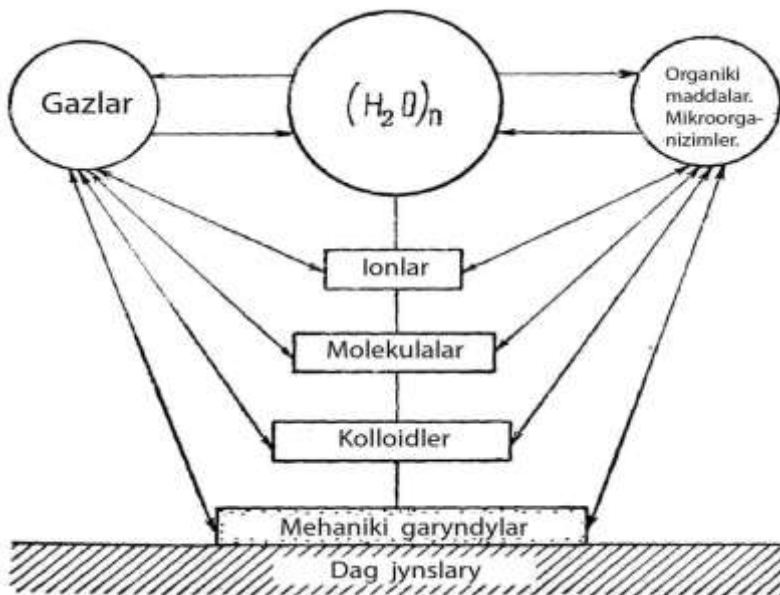
Toparlar	pH
Aşa turşy	$pH < 5$
Turşy	$pH = 5-7$
Neýtral (bitarap)	$pH = 7$
Aşgarly	$pH = 7-9$
Ýokary aşgarly	$pH > 9$

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. In 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 (4-nji surat).



4-nji surat. Tebigy suwlaryň düzümi şekili
(A.M.Owçinnikow boýunça)

3. Suwuň duzlulygy (gury galyndysy).

Suwuň duzlulygyna suw 110°C-da gyzdyrlyp, doly bugardylandan soň galýan galyndynyň massasy boýunça baha kesilýär. Ol g/dm³-de (g/litrde) ölçelýär.

Duzlulygy boýunça tebigy suwlar baş topara bölünýärler (2-nji tablisa).

2-nji tablisa

Tebigy suwlaryň gury galyndysy boýunça toparlanyşy

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

Gury galyndynyň 1 g/dm³ –dan az bolmagy, içimlik **agyz suwuna** bildirilýän esasy talapdyr. Süýji suwlaryň düzüminde adaty gidrokarbonat ionlar agdyklyk edýär.

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 düzüмçelere (makrokomponentlere)** we **mikrokomponentlere** bölünýärler.

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

Esasy baş düzüмçeler – 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 düzüмçeleri) bilen kesgitlenýär. Tebigy suwlaryň mineral düzüminiň esasy bölegini (süýji we şorymtyk suwlarda 90-96%-ni, duzlulygy ýokary suwlarda 99%-den köp bölegini) baş düzüмçeler düzýär.

Süýji we şorymtyk 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 düzüмçeleriň aýry-aýry ionlarynyň häsýetnamasy 3-nji tablisada berilýär.

5. Mikrokomponentler diýlip, ýerasty suwlaryň düzüminde $10-100 \text{ mg/dm}^3$ –dan az mukdarda duşýan himiki elementlere we birleşmelere aýdylýar. Olara *Li*, *B*, *F*, *Cr*, *Mn*, *Zn*, *I*, *Ba*, *Pb* ýaly himiki elementler degişlidirler. Bu düzüмçeleriň 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 ön hatarynda barýar.

6. Kolloidler. Kābir 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 zarýadlylygy (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 ösümlikleriniň 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 ýaşayş prosesleri bilen bagly.

3-nji tablisa

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi

Elementler we birleşmeler	Olaryň häsýetnamasy
Kislorod O_2	Demri posladýar, turbalary çüýredýär
Erkin kömürturşy gazy CO_2	Bu turşulygyň betona, demre iýiji täsiri bar
Hlor Cl^-	Ýerasty suwlarda köp duşýar, käte suwuň organiki hapаланanlygynyň alamaty bolup hyzmat edýär
Kükürt kislötasy (sulfat ion SO_4^{2-})	Suwuň düzüminde giňden ýaýran, köplenç betonyň sementini iýip zaýalaýar
Natriý Na^+	Giňden ýaýran, adatça hlor bilen birleşýär
Kaliý K^+	Seýrek duşýar
Kalsiý Ca^{2+}	Giňden ýaýran
Magniý Mg^{2+}	Kalsiden seýrek duşýar
Azot kislötasy (niträt-ion NO_3^-)	Az mukdarda duşýar
Azotly kislota (nitrit-ion NO_2^-)	Seýrek duşýar, emma duşýan wagty suwuň içmäge ýaramsyzlygyny aňladýar

2.6. 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^3 – dan artyk bolsa, hem-de sulfatyň (SO_4^{2-}) we hloruň (Cl^-) bilelikdäki mukdary 1000 mg/dm^3 -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 ($0,6 mg/dm^3$) iýiji häsiýete eýe bolýar. Şeýle suw betonyň düzümindäki heki ($CaCO_3$) eredip ýuwup aýyrýar.

4-nji tablisa

**Suwuň himiki düzümine baglylykda suwuk
gurşawyň iýijilik ukybynyň kesgitlenişi**

Iýijiligiň görkezijileri	Desganyň daş- töwere-gindäki jynslaryň K 0,1 m/g.-g.-den ýokary bolanda suwuk gurşawyň iýijilik görkezijileri	Organik дәl suwuk gurşawyň betony iýijilik derejesi
Gidrokarbonat aşgarly, mmol/dm ³	0-dan köp 1,05 çenli	Gowşak iýiji
Wodorod görkezijisi <i>pH</i> (umumy turşulyk iýijiligi)	5-6,5 4-5 0-4	Gowşak iýiji Aram iýiji Güýçli iýiji
Iýiji kömür turşulygy, mg/dm ³	10-40 40-dan köp	Gowşak iýiji Aram iýiji
Magniý ionynyň mukdary (<i>Mg²⁺</i>), mg/dm ³	1000-2000 2000-3000 3000-den köp	Gowşak iýiji Aram iýiji Güýçli iýiji

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 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).

5-njıtablisa

Sulfat-ionyň we gidrokarbonat-ionyň mukdaryna baglylykda desganyň daş-töweregindäki jynslaryň K 0,1 m/g.-g.-den ýokary bolanda suwuk gurşawyň sulfat iýijiliginiň dürli sementlere täsiri

Sement	Gidrokarbonat-ionyň dürli mukdarynda (HCO_3^- , mmol) sulfat-ionyň (SO_4^{2-} , mg/dm^3) san bahasyna baglylykda iýijiligiň görkezijileri			Organiki däl suwuk gurşawyň betonyň W_4 kysymly suwabentliginde iýijilik derejesi
	0-3 mmol	3-6 mmol	6 mmol-dan köp	
TDS 10178-76 kysymly portlandsement	250-500	500-1000	1000-1200	Gowşak iýiji
	500-1000	1000-1200	1200-1500	Aram iýiji
	1000-den köp	1200-den köp	1500-den köp	Güýçli iýiji
TDS 22266-94 kysymly sulfata çydamly sementler	3000-6000	6000-8000	8000-12000	Göwşak iýiji
	6000-8000	8000-12000	12000-15000	Aram iýiji
	8000-den köp	12000-den köp		Güýçli iýiji

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.

2.7. **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 laboratoriya bilen amala aşyrylýar. Bu derňewde adatça suwuň fiziki häsiýetleri, pH, Cl, SO_4^{2-} , NO_2^- , NO_3^- , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , CO_2 , H_2S , umumy talhlyk kesgitlenýär. $\text{Na}^+ + \text{K}^+$, Mg^{2+} ýa-da Ca^{2+} , wagtlaýyn talhlyk, mineral maddalaryň jemi hasaplamalar arkaly tapylýar. Derňew kesgitlemäniň derňeweni geçirmäge mümkinçilik bermeýär.

Gysgaldylan himiki derňew has takyk usullar bilen ornaşykly laboratoriyalarda geçirilýär. Bu derňewde suwuň fiziki häsiýetleri, pH, Cl, SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Mg^{2+} , NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , H_2S , O_3 , azat CO_2 we iýiji CO_2 , umumy we karbonat talhlygy, turşajylygy we gury galyndysy kesgitlenýär. Bu derňew meýdan derňewine garanynda has

takykdyr we gury galyndy boýunça kesgitlemäniň derňewini geçirmäge mümkinçilik berýär.

Doly himiki derňew suwuň himiki düzümini jikme-jik häsiýetlendirmek üçin ornaşykly laboratoriyalarda 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.

Yörite 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 mg/dm^3 ýa-da g/dm^3 berilýär. Ionlaryň arasyndaky mukdarlaýyn gatnaşygy ýüze çykarmak we himiki derňewiň netijelerini tertipleşdirmek üçin agramlaýyn (mg/dm^3) görnüşden ekwiwalent molýar (mmol), soňra bolsa deňeşdirme molýar (mmol-%) görnüşe geçirýärler.

Ion (mg/dm^3) görnüşden molýar (mmol) görnüşe geçirmek üçin onuň mukdaryny geçiş koeffisientine (6-njy tablisa) köpeldilýär.

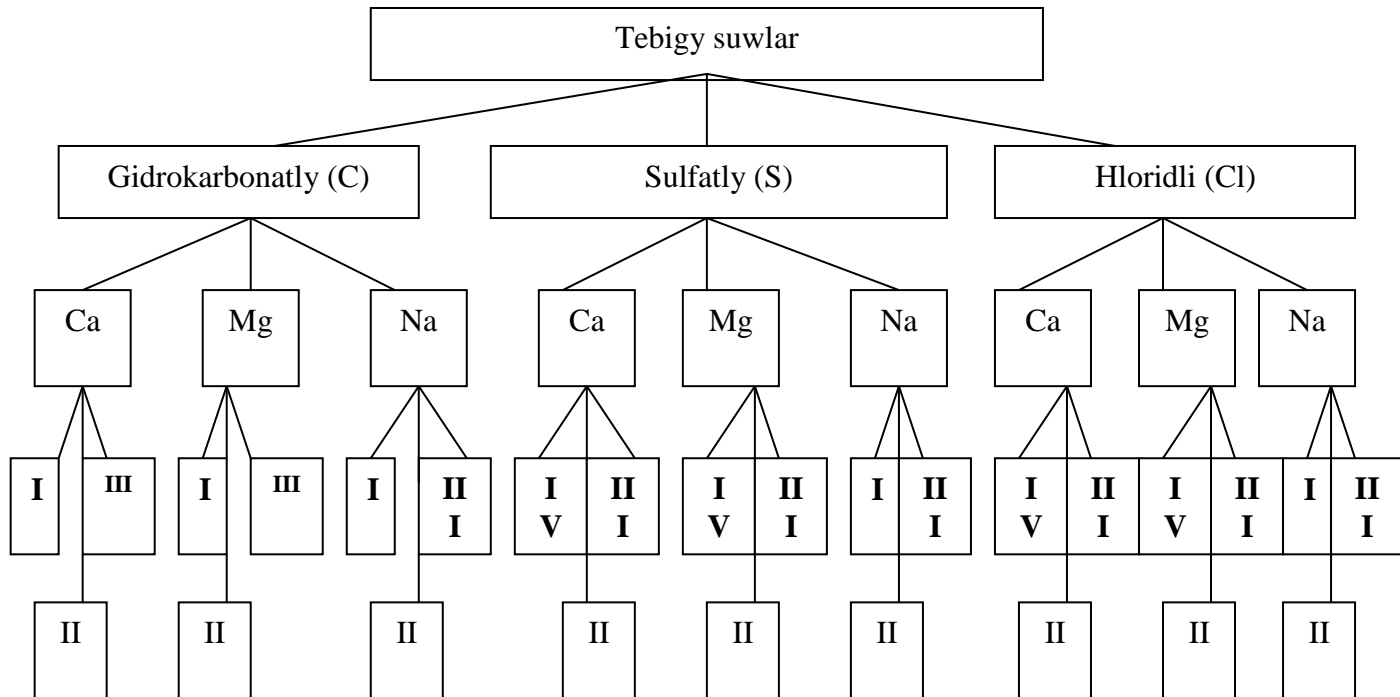
Kationlar	Koeffisientler	Anionlar	Koeffisientler
$\text{Na}^+ + \text{K}^+$	0.0435	Cl^-	0.0282
Ca^{2+}	0.0499	SO_4^{2-}	0.0208
Mg^{2+}	0.0822	HCO_3^-	0.0164

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 ýeketäk 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.Alýokiniň, W.A.Suliniň, A.M.Owçinnikowyň synplamalary).

O.A. Alýokiniň 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 (Ca^{2+}), magniý (Mg^{2+}) ýa-da natriý (Na^{+}) ionlara görä üç topara bölünýär. Soňra suwlar ionlaryň gatnaşygyna (mukdarlary mmol-%-de) 4 kysyma bölünýärler:



5-nji surat. Tebigy suwlaryň himiki düzümi boýunça synplanyşy

(O.A.Alyokiniň synplamasy, 1970).

I kysym ($\text{HCO}_3^- > \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$)- duzlulygy 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 - $\text{Cl}^- > \text{Na}^+$) - adatça ýokary duzlulykly 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.

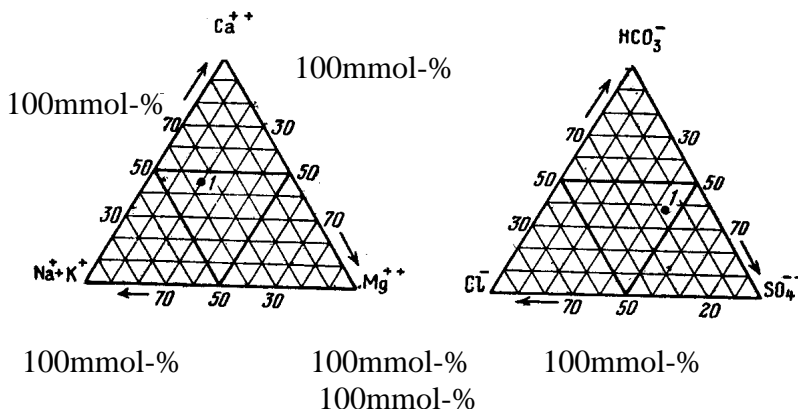
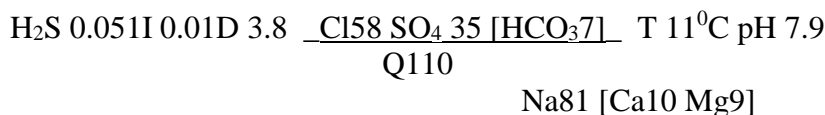
O. A. Alyokiniň synplamasyna görä agdyklyk edýän ion mukdary iň uly ion hasaplanýar, ikinji agdyklyk edýän ion birinjiden 10 mmol-% golaý yzdaky ion kabul edilýär.

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. Drobnyň önünden çepde gazlaryň we işjeň elementleriň (mg/dm^3) mukdary hem-de suwuň duzlulugy D (g/dm^3 -da ülüşiň ondan bir takyklygy bilen) görkezilýär. Drobdan soň sagda suwuň temperaturasy ($^{\circ}\text{C}$), reaksiýasy pH, guýunyň ýa-da çeşmäniň çukowy ($\text{m}^3/\text{g-g}$) yazylýar.

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:



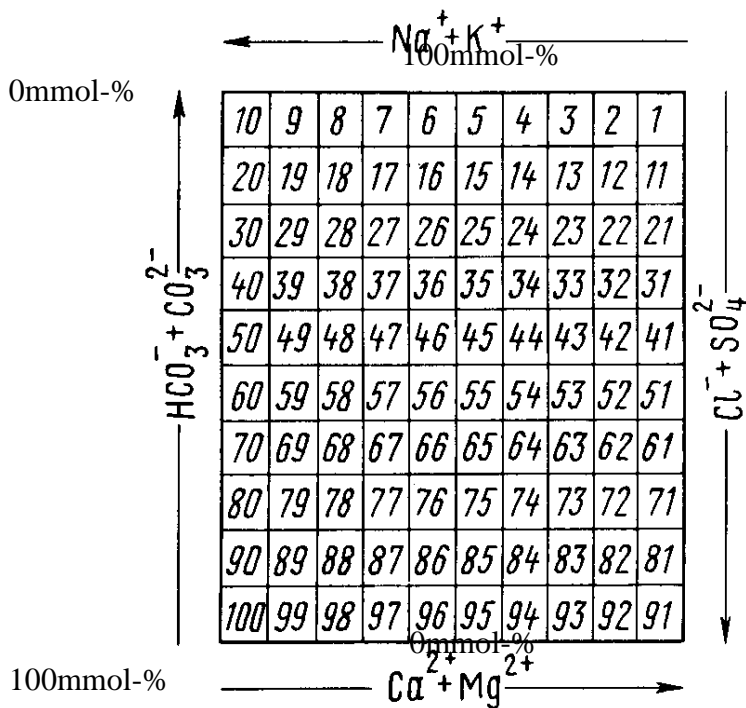
6-njy surat. Ferreniň üçburçluk çyzgylary.

1-nji nokat düzümi boýunça: $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ 35%; Mg^{2+} 20%;
 Ca^{2+} 45%; Cl^- 18%; SO_4^{2-} 44%; HCO_3^- 38% gabat gelýär

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

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

Ýerasty suwlaryň himiki düzümi duz düzüminiň çyzgylary, Ferreniň üçburçluklary, Tolstihiniň kwadratlary we ş.m. görnüşinde şekillendirilip biliner (6,7-nji suratlar)



7-nji surat. N.I. Tolstihiniň kwadrat çyzgysy

3. Ýerasty suwlaryň synplanysy

3.1. 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 dykzlaşan 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 ýagş 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 ülüşlerinden 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; ýagys 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 ýagys ýerasty suwlaryň derejesine çenli siňýär. Eger-de howaly zolak pes süzdürijilikli topurlardan düzülen bolsa, onda ýagan ýagys relýefiň pes ýerlerine garşy akýar we diňe ujypsyz mukdary ýere siňip, ýerasty suwlaryna ýetýär. Gys aýlary howaly zolagyň ýokaryky gatlaklary doňanda, suwuň ýere siňmesi kynlaşýar.

Ýerasty suwlaryň iýmitlenişinde we olaryň bugarma harçlanyşynda howaly zolagyň ähmiýeti uludyr. Howaly zolakdaky bolup geçýän 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 müň 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 $374-450^{\circ}\text{C}$ suwuň çuňlugy) ýeriň gaty gabygynyň tektonik gurluşyna baglydyr. Häzirki zaman wulkanik welaýatlarda bu çäk 8-10km, kembriden öňki ýygrytlanma 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 $200-300^{\circ}\text{C}$ -dan geçýän ýerinde bagly suw diňe minerallaryň kristallik gözeneginde saklanyp galýar.

3.2. Ýerasty suwlaryň toparlanyşy

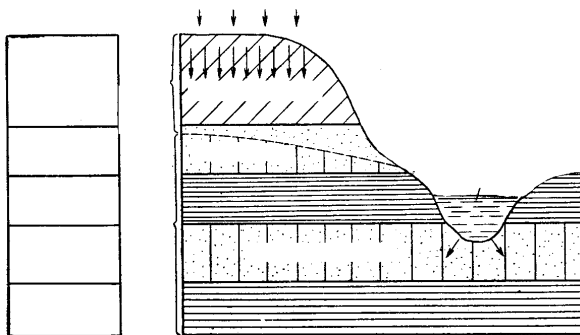
Ýerasty suwlary ýatýş şertleri, döreýşi, gidrodinamik häsiýetleri, himiki düzümi, temperaturasy we beýleki aýratynlyklary boýunça dürli-dürlidir. Şoňa görä-de ýerasty suwlar dürli alamatlar boýunça synplanýar. Käbir synplamalar (himiki düzümi, döreýşi, gidrodinamik häsiýetleri, temperaturasy we ş.m boýunça)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

Ýe.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 ýatýş şertlerine görä synplamasy işlenildi. Oňa görä ýerasty

suwlar **wagtlaýyn, teýgum we artezian** suwlara bölünýärler (8-nji surat).

A.M.Owçinnikow we P.P.Klimentow tarapyndan ýatýş şertlerine, dyňzawyň häsiýetine, tertibiniň aýratynlygyna, döreýşine we halk hojalygynda ulanylyşyna görä ýerasty suwlaryň synplamasy özleşdirildi. Oňa görä ýerasty suwlar üç esasy kysma (howaly zolokdaky suwlar, teýgum we artezian suwlar) bölünýär. Howaly zolokdaky suwlar adatça wagtlaýyndyr. Olar esasan ýaz aýlary iýmitlenişiniň amatly döwri döreýärler, ýeriň ýüzüne golaý ýerleşýärler. Olar howaly zolokdaky 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.



8-nji surat. Gidrosferadaky zoloklar we ýerasty suwlaryň ýatýş şertlerine görä synplanyşy

Ýerasty suwlaryň ulanylyşyna görä synplanyşy

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/dm³ çenli), düzümi hlorly-natrili, temperaturasy 60-80⁰s ýetýär. Bu suwlar Türkmenistanda Balkan welaýatynyň çäginde duşýarlar we onuň düzümindäki peýdaly ýody, bromy alýarlar.

Şypa – درمان (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 gurlary bar (Arçman, Berzeňni, Köýtendag we ş.m.).

Termal suwlaryň temperaturasy 37⁰C 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.

3.3. **Wagytleýyn we teýgum suwlary**

Wagytleýyn suwlar

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

Toprak suwlary - ýeriň ýüzündäki jynslarda bug, bagly (ýapyşak 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 agramlar 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 dartys 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 görnüşi 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. Wagtlaýyn 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 dartys 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 iýmitlenişi ygallaryň 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 artezian 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 häsieýtlerine 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 дренаžly 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 дренаž 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 sebäpleriniň 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/lga) kesgitleýän düzüjileriniň, mukdarlaýyn baglanyşygyna aýdylýar.

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

Teýgum suwlaryň balansynyň girdeji we çykdajy düzüjilerini mukdarlaýyn kesgitlemek ýerasty suwlaryň gidrodimaniki tertibiniň döremeginiň sebäplerini bilmäge, tertibiň kysymlaryny 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 çyzygynyň esasy düzülendir. Olardan has esaslandyrylany teýgum suwlaryň balansynyň esasy girdeýji we çykdajy düzüjileriň gatnaşygyna görä tebigy tertibiniň şejere kysymlaryny ýüze çykarmak ýörelgesidir. (G.N.Kamenskiý, M.M.Krylow we başg.).

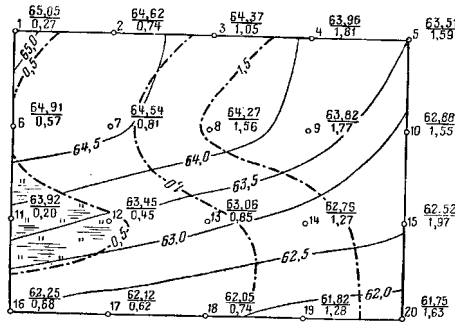
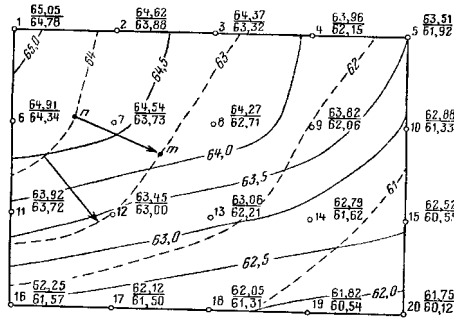
Teýgum suwlaryň çuňluk we gidroizogips kartalary

Guýularyň ýeterlik mukdarynda we olarda suwuň derejeleri bir wagtda ölçenende topografik esasyda gidroizogips kartasyny gurup bolar (9-njy 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 gatлага 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 esasyda gidroizogipsler, izobatlar we suwabent gatlagyň üçeginiň izogipsleri görkezilýär. Deňçuňluk (izobat) kartalary gurmak usullary gidroizogips kartalaryny gurmak bilen

Gidroizogips kartasy



Gidroizobat kartasy

Moçberligi 1:1000

Gorizontallar

Kartany düzen Gidroizogipsler

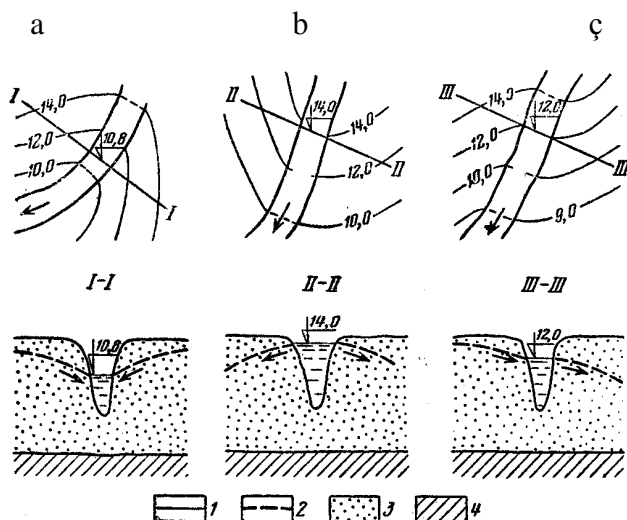
Senesi Gidroizobatlar

9-njy surat. Gidroizogips we gidroizobat (çuňluk) kartalary

meňzeşdir. Bu kartalar teýgum suwlaryny ulanmak we açmak bilen bagly köpsanly halk hojalyk meselelerini çözmekde giňden ulanylýar (10-njy 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.



10-njy 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

3.4. Dyňzawly (artezian) suwlar

Artezion suwlary, olaryň ýatýşy we ýaýraýşy

Üsti we asty suwabent gatlaklar bilen örtülen suwly
 gorizontlardaky (toplumlardaky) gidrostatik dyňzawly ýerasty
 suwlara **artezian suwlary** diýilýär. Gidrastatik 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.

Ondan başgada artezion suwly gatlagyň ýatýş 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 dinamikasynnda giňişleýin seredilýär.

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 garanyňda 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 **artezian 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 ölçeglerine 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) häzirki 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 iýmitlenişi bolup geçýär. Käwagt ol daşky iýmitleniş (ygallaryň akyp gaýdýan daglara ýanaşyk ýapylar) we içki iýmitleniş (basseýiniň çägindeki belentlikler, antiklizalar) welaýatyna bölünýär. Dyňzawyň tapawudy zerarly bir gorizontdan beýlekä ýa-da goňşy basseýinlerden akyp geçmegi arkaly hem iýmitleniş bolup biler.

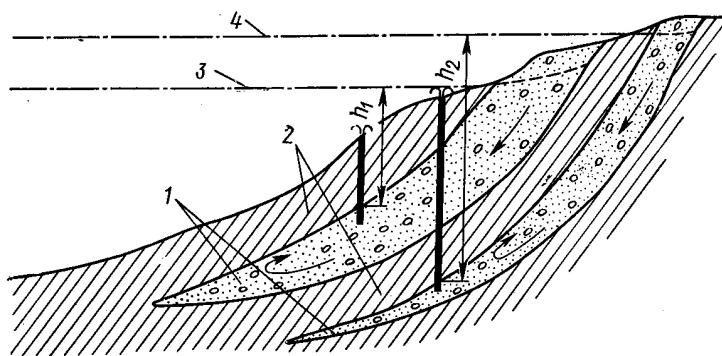
Çykuw welaýaty - bu artezian suwlaryň ýeriň ýüzüne, derýalaryň jülgesine, deňze açyk ýa-da gizlin (ýapyk) çykýan meýdanydyr. Çykuwyň açyk ojaklaryna eroziýa (derýalar, çöketlikler), päsgelçilik (suwuň ýolundaky suwabent gatlaklaryň epilmeleri, öňe çykmalary), struktura - tektoniki (epilme welaýatlaryndaky 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 ojalaryna degişlidir. Artezian suwalgyçlar çykuwyň emeli çeşmesine degişlidir.

Dyňzawyň ýaýraw meýdany - bu ýerasty suwlaryň dyňzawy ýüze çykyan artezian basseýinleriň ýaýran meýdanydyr. Birnäçe artezian gorizontlaryň pýezometrik derejeleri diňe olaryň gidrawlik baglanyşygy bar bolanda ýa-da iýmitleniş we çykuw welatlaryň 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 (12-nji surat).



12-nji surat. Artezian ýapysy

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

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

Artezian suwlaryň zolaklygy

Platforma welaýatlaryň we dagara çöketlikleriň artezion basseýinlerinde süýji, derman, senagat we termal suwlaryň uly gorlary jemlenendir. Olar basseýinleriň geologik-gidrogeologik aýratynlyklary bilen jebis baglansyklydyrlar. Köp ýerlerde halk hojalyk obýektleriň suw üpjünçiligi şu basseýinleriň suwlaryna esaslanandyr. 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 zolokda drenaž, suwçalyşyk erkin amala aşýar. Bu zolokda ýerasty suwlaryň suwçalyşyk depgini ortaça 330 ýyldyr.

Ortaky haýal (kynlaşýan) suwçalyşyk zolakda ýerasty suwlaryň hereket tizligi we olaryň drenažy onlarça we ýüzlerçe mün ýyldyr. **Aşaky passiw (örän haýal-kynlaşan) suwçalyşyk**

zolakda ýerasty suwlaryň suwçalşyk 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.

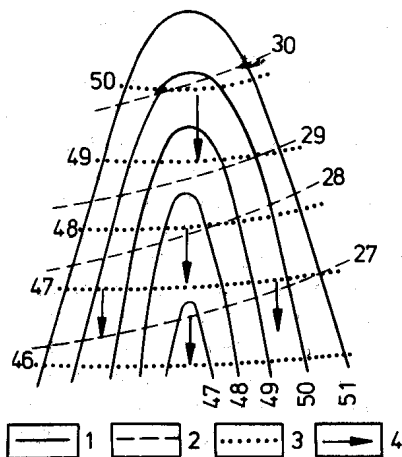
Ýerasty suwlaryň gaz zolaklylygy ýokardan aşak howa sejereli (azot, kislorod we başg.) gazlar, dikelme (gaýtarma) gazlar we beýleki sejereli (metan, kükürtwodorod, wodorod we başg.) gazlar bilen aňladylýar.

Gidrogeotermik zolaklylyk ýokardan aşak sowuk (0-20°C) ýa-da has sowuk (0°C pes) zolaklaryň termal suwlar (20°C-100°C) zolagynda, soňra aşy gyzygyn suwlar (> 100°C) zolagyna çalşmagyndan ybaratdyr.

Zolalaklylyk 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 (13-nji surat).



13-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 sütüniniň 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 welaýatlaryny, minemal (iň pes) belikler bolsa - çykuw welatlaryny görkezýär. Pýeizogipsleriň ýygylgyna we seýrekligine görä suwly gorizontyň galyňlygynyň üýtgeýşini ýa-da jynslaryň süwsüzdürilijiligi kesgitläp bolýar.

4. Ýerasty suwlaryň hereketi

4.1. Dag jynslarda suwuň hereketiniň esasy görnüşleri

Öň belleýişimiz ýaly, dag jynslarynda suwatabyn we fiziki-mehaniki häsiýetlerine, suwuň ýatyg 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 süýsmäniň 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 görnüşü bar: erkin siňme we adaty (normal) siňme (infiltrasiýa).

Erkin siňmede suw agram güýjüniň we kapillýar güýçleriň täsirinden aýry-aýry kanalyjyklardan 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 akmynyň bu hereketine **adaty siňme (normal infiltrasiýa)** diýilýär. Suwuň bu hereketi Dersiniň kanunyna boýun egýär.

Howaly zolak-suwuň dürli görnüşlerini özünde jemleýän köp fazaly (düzümlü) 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 täsirinden erkin we molekulýar 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 dartýş güýçlerden üstün çykmalydyr.

Doly doýgun jynslarda suwuň hereket prosesine **süzülme (filtrasiýa)** 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 kanunyňa boýun egýär.

4.2. **Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanuny (Darsiniň kanuny)**

Bu kanun çäge süzgüçlerden suwuň süzülişiniň köp sanly synaglarynyň esasynda açyldy. Darsiniň synagynyň çyzygy 14-nji suratda görkezilýär. Bu çyzygydan 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 ΔL

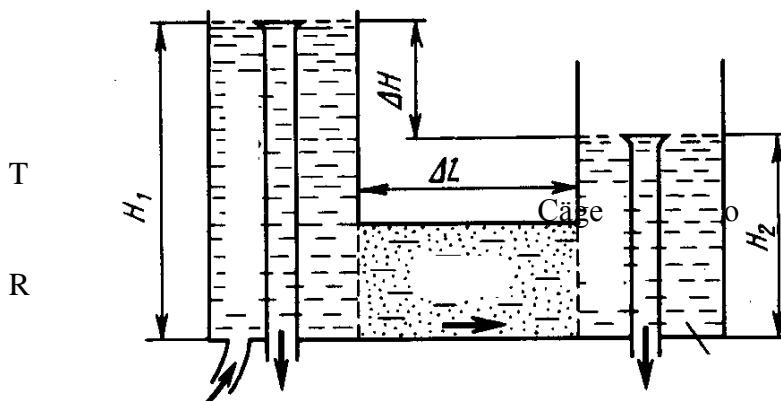
we kese kesiginiň meýdanyna F) baglylygyny kesgitlemekden ybaratdyr.

Synagyň netijesinde wagt birliginde süzgüçden süzülýän suwuň mukdarynyň Q meýdanyň kesimine F, dereje tapawudyna ΔH (onuň täsirinden süzülme bolup geçýär) göni proporsionallygy we süzülme ýoluna ΔL 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 proporsionallyk koeffisienti;

$H_1 - H_2 / \Delta L = \Delta H / \Delta L$ - gatnaşygy süzülme ýolunda dereje üýtgeşini görkezýän **dyňzaw** ýa-da **gidrawliki gradiýent** : $I = \Delta H / \Delta L$.



14-nji surat. Darsiniň tejribesiniň çyzgysy

(1) deňlemäniň iki tarapyny hem kesimiň meýdanyna F bölüp, $Q/F = V$ - süzülme tizligi düşüňjani 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 öýjüklü we köp mukdarly fiziki bagly suwly gowşak suw süzdüriji toýunsow jynslarda döreýär. 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 süzülmäniň uly tizliklerinde grawitasion suwlaryň hereketinde döreýän inersion we pulsirleýji güýçleriň döremegi bilen baglydyr. Bu çäk süzülmäniň aňrybaş (kritiki) tizligi bilen baglanyşyklydyr. Bu tizlige ýetilende süzülme tizligi bilen dyňzaw gradiýentiniň

göni proporsionallygy bozulýar. Süzülmäniň 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, birligiň ülüşinde;

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** (μ) 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.Ā.Krasnopolskiniň çyzyksyz süzülme kanuny tizligiň üsti bilen aňladylýar: $V = K\sqrt{I}$.

Toýunsow jynslarda suwuň süzülmeği

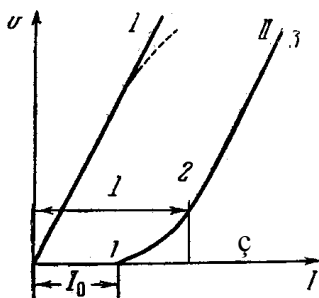
Örän kiçi ölçegli öýjükli dagynyk toýunsow jynslarda bagly suw öýjükleriň kesimini dolulygyna ýapýar.

Bu jynslarda süzülme ýüze çykmagy üçin başlangyç dyňzaw gradiýentden I_0 ýokary dyňzaw gradiýenti döretmeli. Başlangyç dyňzaw gradiýenti I_0 şepbeşik-süýgeşik bagly suwuň fiziki häsiýetleriniň adaty suwdan tapawutlylygy bilen baglydyr we bu suw kesgitli süýşme berklige eýedir. Süýşme berkligi bilen kesgitlenýän başlangyç gradiýentden ýokary dyňzaw gradiýentde toýunsow jynslarda Darsiniň çyzykly süzülme kanunyna boýun egýän süzülme başlanýar:

$$V = K (I - I_{pr}) = K \cdot (I - 4/3 I_0)$$

Çyzgyda (15-nji surat) çägesow jynslarda (I göni çyzyk) we toýunlarda (II egri çyzyk) suwuň süzülme tizliginiň dyňzaw gradiýentine baglylygy görkezilýär.

Çägesow jynslarda suwuň süzülşinde süzülme tizligi V bilen dyňzaw gradiýentiniň I başlanşygy göniçyzyklydyr (I göni çyzyk); toýunsow jynslarda birinji bölekde (1-2) bu baglanyşyk egriçyzykly, ikinji bölekde (2-3) bolsa-göniçyzyklydyr. (II egri çyzyk).



15-ni surat. Süzülme tizligi bilen dyňzaw gradiýentiniň
arabaglanyşygy

II egri çyzykdaky 1-nji nokat başlangyç dyňzaw gradiýentine I_0 gabat gelýär, munda suw aňrybaş (predel) ýagdaýda bolýar; dyňzaw gradiýenti başlangyç gradiýentinden geçende suwuň süzülşi başlanýar, emma süzülme tizligi bilen dyňzaw gradiýentiniň baglanyşygy egriçyzykly häsiýetlidir (II egir çyzygyň 1-2 bölegi). 2-nji nokat aňrybaş dyňzaw gradiýentiniň I_{pr} bahasyna gabat gelýär, ondan uly bahada Darsiniň kanuny adalatly bolýar.

S.A.Rozanyň ekspermental barlaglaryna görä dykyz toýunlarda süzülme dyňzaw gradiýentiň 20-30 bahalarynda, beýleki ýagdaýlarda bolsa, birnäçe birlikde başlanýar.

Ýokarky aýdylanlara görä, tebigy şertlerde deňeşdirmе suwabent toýunsow jynslarda hem süzülmäniň bolmak mümkinçiligi hasaba alynmalydyr.

4.3. Süzülme koeffisiýenti we onuň kesgitleniş usullary

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

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 (sypty) 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°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 1m/g-g (SI ulgamynda - 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 süzülm 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 öýjüklü 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_{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);

ρ_s - jynslaryň zire dykyzlygy.

Süzülme koeffisiýentiniň kesgitleniş usullary

Gidrogeoogiýada ulanylýan ähli ülnewlere süzülm koeffisiýenti girýär. Şonuň üçin onuň ululygyny hasabyň takyklygyna görä hasaplamak zerurdyr.

Süzülme koeffisiýentiň ululygyna takmyn baha bermek üçin **tablisalar boýunça** (7-nji tablisa) maglumatlary ulanyp bolar.

7-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

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

Hasaplaýyş usuly bilen süzülme koeffisiýentiniň bahalary diňe çägesow we çagyly jynslar üçin kesgitlenýär. Bu usul golaýlaşdyrylan usul bolup, barlaglaryň başky tapgyrlarynda ulanmaklygy teklip edilýär. Bu usulda süzülme koeffisiýenti bilen jynslaryň zire düzümini baglaşdyrýan üňnewler ulanylýar. Meselem: $K=1500 \cdot d_e^2$, bu ýerde d_e (d_{10})-täsir ediş diametri, mm.

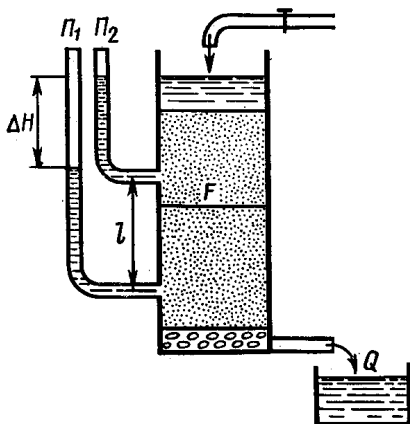
Tejribe (laborator) usullar dyňzaw gradiýentiniň dürli bahalarynda jynslaryň nusgalygynyň üstünden geçýän suwuň tizligini kesgitlemäge esaslanandyr. Silindr gaba barlanýan jynsy ýerleşdirýärler. Onuň üstünden käbir dyňzawda suwy süzdürýärler. Synag wagty süzülýän suwuň harjyny, wagtyny we dyňzaw gradiýentiniň ululygyny ölçeýärler. Nusgalygyň kesimini F bilip, harjy Q we gradiýenti I kesgitläp, 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.) (16-njy surat).

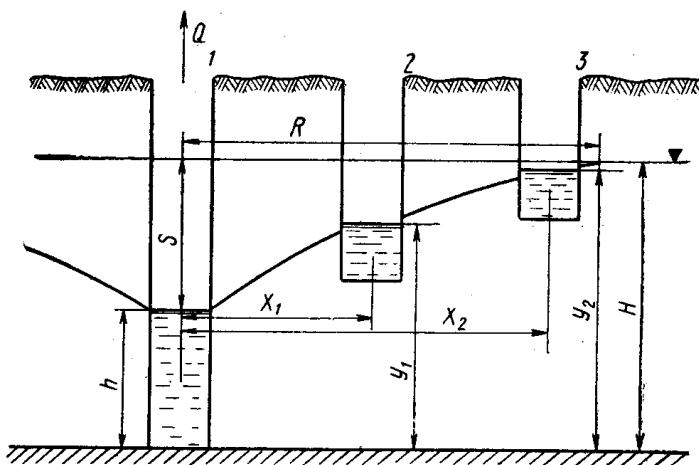
Tejribe usullaryň ýönekeýlegi we arzanlygy süzülme koeffisiýentini köpçülikleýin kesgitlemek üçin ulanmaga mümkinçilik berýär.

Meýdan usullary süzülme koeffisiýentini jynslaryň tebigy ýatyş 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.



16-njy surat. Çägeleriň süzülme koeffisiýentini kesgitleýän guralyň çyzgysy

Doýgun zolakda suwly jynslaryň süzülme koeffisiýenti guýulardan suwsoruş bilen kesgitenýär.



17-nji surat. Meýdan şertlerinde suwsоруş 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 kesgitlenýär (A.K.Boldyrewiň, N.S.Nesterowyň usullary).

Suwsоруş ýeke-täk guýuda ýa-da synag şahasından amala aşyrylýar. Synag şahasında merkezi guýy synag guýysy hökmünde, beýleki guýular bolsa gözegçilik guýulary hökmünde (olarda suwuň derejesi ölçenýär) ulanylýar (17-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 ortalaşdyrylan bahadyr.

Hasaplamak üçin aşakdaky ülnew ulanylýar:

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

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.

4.4. **Dag jynslarynyň we suwly gatlaklarynyň süzülme görkezijileri**

Syzyş we suwgeçiriş koeffisiýentleri barada düşünje

Öýjükli gurşawyň öz üstünden suwuklygy ýa-da gazy geçirmek häsiýetine **syzyş koeffisiýenti (K_s)** diýilýär.

Bu koeffisiýent öýjükli gurşawyň geometrik häsiýetlerini häsiýetlendirýär we süzülýän suwuklygyň görnüşine bagly däl. Bu koeffisiýent süzülme koeffisiýenti bilen aşakdaky görnüşde baglanyşyklydyr:

$$K_s = K \cdot v/g \text{ ýa-da } K = K_s \cdot g/v,$$

bu ýerde v - şepeşiklikligiň kinematik koeffisiýenti; g - erkin gaçmanyň tizlenmesi.

SI ulgamynda K_s - m^2 , fiziki ulgamda - darside (D) ýa-da sm^2 ($1D = 1.02 \cdot 10^{-8} sm^2 = 1.02 \cdot 10^{-12} m^2$).

Suwly gatlagyň süzülme koeffisiýentiniň onuň galyňlygyna (m ýa-da h) köpeltmek hasylyna **suwgeçiriş koeffisiýenti (T)** diýilýär.

$$T = K \cdot m \text{ ýa-da } T = k \cdot h.$$

Bu koeffisiýentiň ölçeg birligi $m^2/g \cdot g$ - m galyňlykly we $1m$ inli suwly gatlagyň dyňzaw gradiýenti bire deň bolanda wagt birliginde suwy süzdürmek ukybyny aňladýar.

Derejegeçiriş we pýezogeçiriş koeffisiýentleri barada düşünje

Erkin tygaly ýerasty suwlaryň derje üýtgewini geçirmek ukyby suwly gatlagyň **dereje geçiriş koeffisiýenti (a)** bilen häsiýetlendirilýär:

$$a = T/\mu \text{ ýa-da } a = k \cdot h/\mu,$$

bu ýerde T - suwgeçiriş koeffisiýenti, $m^2/g \cdot g$;

μ - suwly jynslaryň erkin suwy bermek koeffisiýenti ýa-da aktiw (işjeň) öýjüklilik.

Dereje geçirijilik koeffisiýentiniň ölçeg birligi - $\text{m}^2/\text{g}\cdot\text{g}$. Suw üpjünçiligi üçin ulanylýan suwly gorizontlarda bu koeffisiýentiň bahasy 10^2 - $10^4 \text{ m}^2/\text{g}\cdot\text{g}$ çäklerdedir.

Pýezogeçiriş koeffisiýenti wagt dowamynda süzülmäniň maýyşgak tertibiniň prosesleriň ýaýbaňlanmagyny häsiýetlendirýär we dyňzaw suwly gorizontlaryň dyňzawynyň ýa-da basyşynyň ýaýramak tizligini aňladýar. Pýezogeçiriş koeffisiýentiň suwly gatlagyň suwunyň we jynsynyň maýyşgak häsiýetleriniň görkezijileri bilen baglanyşygy şeýle aňladylýar:

$$a_p = k/\gamma(n\beta_s + \beta_\gamma),$$

bu ýerde k - süzülmä koeffisiýenti;

n - gatlagyň öýjükliligi (jaýrylkly jynslar üçin jaýrygynyň göwrüminiň jynsyň göwrümüne bolan gatnaşygy);

β_s - suwuň göwrümleýin gyzyлма koeffisiýenti;

β_γ - suwly gatlagyň jynsynyň göwrümleýin gysылma koeffisiýenti;

γ - suwuň udel agramy.

W.N.Şelkaçew boýunça β_b we β_γ koeffisiýentleriň ölçeg birligi $1/\text{m}$ we san bahalary:

$$\beta_b = (2.7 - 5) \cdot 10^{-6} \text{ 1/m};$$

$$\beta_\gamma = (0.3 - 2) \cdot 10^{-6} \text{ 1/m}.$$

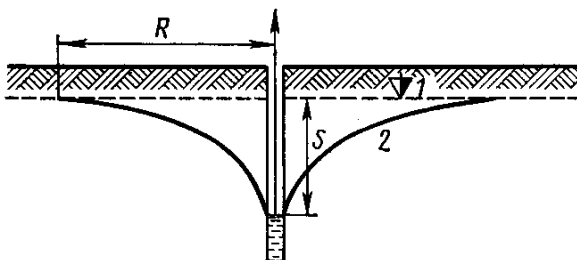
Bu aňlatmalara görä dyňzaw 1m pese düşsede suwuň we jynsyň göwrümi başky göwrümden: suw üçin 2.7-den 5-e, jyns üçin 0.3-den 2 birligiň million üleşine ulalýar, ýagny maýyşgak gorlar gravitasion gorlardan bimöçber kiçidir.

Suw üpjünçiligi üçin ulanylýan suwly gorizontlaryň pýezogeçiriş koeffisiýentiniň bahalary $a_p = 10^4 - 10^7 \text{ m}^2/\text{g}\cdot\text{g}$.

4.5. Suwalgyçlara akyp geljek suwy öňünden hasaplamak

Peseliş oýtumy we täsir ediş radiusy barada düşünje

Guýularda suw sordurylanda suwuň jynslaryň zirelerine sürtülmegi netijesinde derejäniň peseliş oýtumy emele gelýär (18-nji surat).



18-nji surat. Suwpeseliş oýtumy

1 – teýgum suwuň derejesi; 2 – depression (suwpeseliş) egrisi; S – suwsoruşda guýda suwpeseliş; R – suwpeseliş oýtumynyň radiusy

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

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

eseliş oýtumyň radiusyna **täsir ediş radiusy (R)** diýilýär. Peseliş oýtumyň ölçegleri (degişlilikde R), hem-de oýtum egri

çyzygyň egriligi jynslaryň suwsüzdürilijiligine baglydyr. Gowy süzdüriji çagyly 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, suwsоруşыň depgini we dowamlylygy we ş.m. täsir edýär.

Amaly hasaplarda täsir ediş radiusy adatça 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 suwsorus 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 alýan suwlagyçlara **teýgum suwalgyçlary**, dyňzawly suwlary alýanlara - **artezian suwalgyçlary** diýilýär.

Suwalgyçlaryň suwly gorizontlary açýsyna 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.

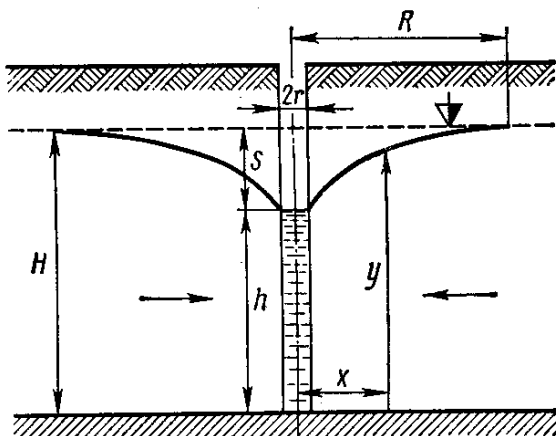
Suwalgyçlardan wagt birliginde alynýan suwuň mukdaryna **suwalgyjyň çykymy (Q)** diýilýär. Onuň ölçeg birligi l/s, m³/sag, m³/g-g. Guýularyň hasaplama çykymyny suwly gatlagyň kysymyna (dyňzawly ýa-da dyňzawsyz), guýynyň kämilligine (kämil ýa-da kämil däl), guýularyň özara täsirliligine görä ülnewler boýunça kesgitleýärler.

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 (19-njy surat):



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

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

π san bahasyny goýup we natural logarifmden onluk logarifme geçip alýarys:

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

eger $H - h = S$, 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.

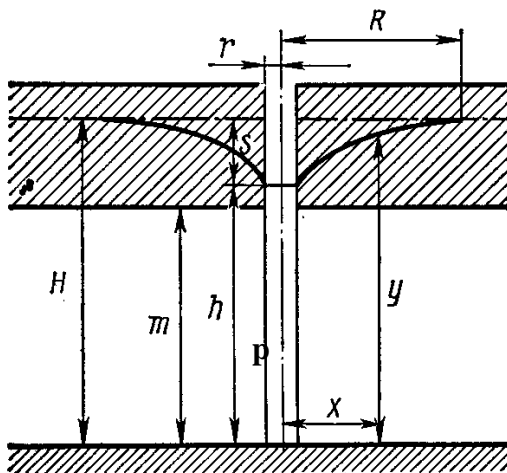
Dýupýuiniň ülnewi H y bahasyna, R x çalşyp, oýtum egrisiniň deňlemesi hökmünde ulanyp bolýar:

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

Dyňzaw suwly gatlaklarda kämil guýa syzyp gelýän suwuň mukdary aşkdaky ülnewler bilen kesgitlenýär (20-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 $H_p - h = S$



20-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 - artesian 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 iň 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 çäkten ($S_{y.b}$) 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.

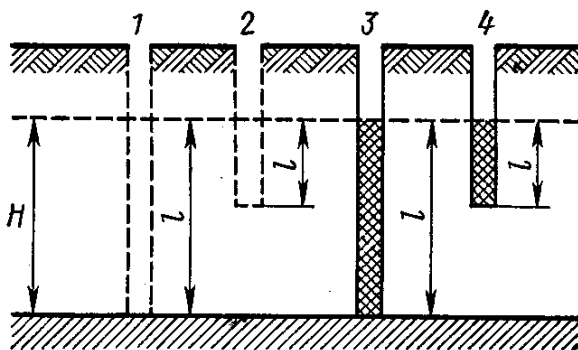
Kämil däl guýularyň çykymy. Kämil däl guýularda kämil dälligiň iki görnüşi bar: 1) açyş derejesine görä; 2) suwly gatlagy açyş häsiýetine görä (21-nji surat). Birinji görnüş guýynyň işçi böleginiň uzynlygy (l) bilen suwly gatlagyň galyňlygynyň (H ýa-da m) gatnaşygyna baglydyr. Kämil däl guýularda l elmydama H -dan ýa-da m -den kiçidir. Kämil dälligiň ikinji görnüşi süzgüjiň düzgüline (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: $Q = 1.366 K (2H - S)S / (lgR - lgr + 0.217\zeta)$

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

bu ýerde ζ - goşmaça süzülme garşylygynyň görkezijisi.



21-nji surat. Kämelligine 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 **çalykdymanyň 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) çalykdyma 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 çuňlугy 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 çzykda 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 çalykdyrylýan meýdançanyň gyra çägi boýunça ýerleşdirilen bolsa oňa **halkalaýyn drenaž** diýilýär.

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

Drenaž desgalaryň hasaplamalaryň maksady zeýkeşlere syzyp geljek suwuň mukdaryny kesgitlemekden, oýtумыň egri çzygyny gurmakdan we drenažlaryň has amatly kysymlaryny we çzygtlaryny 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 modelirmek usuly bilen ýerine ýetirilse, has maksada laýyk bolar.

5. Hidrogeologik işleriň usulyýeti

5.1. Hidrogeologik işleriň esasy görnüşleri we tapgyrlary

Esasy gidrogeologik gözleglere:

- geçen ýyllardaky alnan maglumatlary toplamak, işläp geçmek, rejelemek we ulanmak;
- gidrogeologik sersalyş barlaglary;
- gidrogeologik kartalaşdyrma;
- buraw - gazuw işleri;
- süzülme - synag işleri;
- ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik;
- laborator işler degişlidirler.

Soňky ýyllarda gözleg-barlag usullar toplumyna täze alyslaryn, izotop, metamik modelirlemek we ş.m usullar hem goşuldy.

Geçen ýyllardaky alnan maglumatlary toplamak, işläp geçmek, rejelemek we ulanmak işleri ýerasty suwlary öwrenmekligiň başky tapgyrlerinde geçirilýär. Esasy üns etrabyň geologik we gidrogeologik şertlerini, işleýän suwalgyçlaryň we aýry-aýry ulanyş guýularyň işleýiş tertibini häsiýetlendirýän maglumatlara gönükdirilýär.

Meýdanyň sersalyş barlaglary meýdançanyň çäklerini bellemek, onuň geomorfologik, geologik we gidrogeologik aýratynlyklaryny deslapky öwrenmek hem-de barlag işleriň dürli görnüşleriniň ýerine ýetirilişiniň tehniki – ykdysady şetlerini ýüze çykarmak üçin geçirilýär.

Gidrogeologik kartalaşdyrma - meýdan gözlegler toplumynyň maksady meýdanyň gidrogeologik şertlerini öwrenmek we kartalaşdyrmakdyr, ýagny gidrogeologik kesimi, suwly toplumyň we ýerasty suwlaryň dürli kysymlarynyň ýaýraýyş kanunalaýyklyklaryny, olaryň hilini ýüze çykaryp öwrenmekdir we karta geçirmekdir.

Barlag işleri buraw guýularyny burawlamakda we käte ownuk gazuw desgalaryny - barlag çukurlary, ganawlary, sypymalary geçmekden (gazmakdan) ybaratdyr. Gidrogeologik guýulary talap edilýän çuňluga çenli geologik - litologik kesimi öwrenmäge, suwly gorizontyň üçeginiň we dabanyňyň çuňlugyny, onuň galyňlygyny, suwly jynslaryň düzümini, dyňzowyň derejesini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Süzülme-synag işleriň maksady howaly zolakdaky suwly gatlaklaryň we dag jynslaryň gidrogeologik görkezijilerini öwrenmek üçin guýulardan, barlag çukurlaryndan suwsоруşy we barlag çukurlara, guýulara suw guýmak synaglary amala aşyrmakdyr. Süzülme - synag işleriň esasy görnüşleriniň biri suwsоруşdyr. Olar dürli maksatlar üçin ýerasty suwlaryň gidrogeologik gözleglerinde geçirilýär.

Ýerleri suwarmak we çalykdyrmak, kanallary we suw howdanlary gurmak üçin gidrogeologik gözleglerde barlag çukurlara we guýulara suw guýmak synaglary geçirilýär. Gidrotehniki gurluşyk üçin gidrogeologik gözleglerde guýulara dyňzow bilen suw guýmak synaglary geçirilýär.

Ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik işleri ýerasty suwlaryň döreýiş şertlerine baha bermek, olaryň tertibini önünden çaklamak, olary ulanmak ýa-da olara garşy göreş çäreleri taýýarlamak, gorlaryny bahalandyrmak, olary hapalanmakdan we gorlarynyň kemelmegininden goramak çärelerini özleşdirmek we ş.m soraglary çözmek maksady bilen geçirilýär. Öwrany gözegçilikler ýörite gurnalan gözegçilik nokatlarynda (guýularda, skawizinalarda, çeşmelerde, derýadaky suw ölçeyiş nokatlarda we ş.m) geçirilýär.

Laborator işler teýgumlaryň fiziki hem-de suwatabyň häziýetlerini, ýerasty suwlaryň fiziki häsieýetlerini, himiki we gaz düzümini öwrenmek maksady bilen geçirilýär. Derňewiň dürli görnüşleri üçin teýgumlaryň we suwuň nusgalyklary alynýar. Bu nusgalyklar gidrogeologik kartalaşdyrmada,

buraw-gazuw işlerinde, süzülme - synag we öwrany gözegçilik işlerinde alynýar.

Gidrogeologik gözelegleriň maksadyna we çözüň meselelerine laýyklykda işleriň esasy görnüşleriniň üsti geofizik, topografik - geodezik, gidrologik we ş.m işler bilen doldurylýar.

Gidrogeologik gözlegleriň yzygiderligi

Ýerasty suwlaryň gençlerini meýilleşdirip ýüze çykarmak we talabyň maksadyna gabat gelmeýän jikme-jik gidrogeologik işleriň çykdaýjylaryndan gaça durmak maksady bilen häsiýetine görä ýerasty suwlaryň bitewi geologik - barlag prosesi aşakdaky tapgyrlara bölünýär:

I tapgyr - 1 : 200000 möçberlikli gidrogeologik kartalaşdyрма;

II tapgyr - gözlegler ;

III tapgyr - deslapky derňew;

IV tapgyr - jikme-jik derňew;

V tapgyr - ulanyş derňewi.

Düzgüne görä tapgyrlyýin işler adaty yzygiderlikde alnyp barylmalýdyr. Kä ýagdaýlarda belli-belli şertlerde: öwreniliş derejesine, gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygyna we suwa mätäçlige görä geologik - barlag prosesiniň umumy çyzgydyndan käbir tapgyrler aýrylýar ýa-da beýleki tapgyre birleşdirilýär.

Gidrogeologik gözlegleriň her tapgyryne işleriň dürli görnüşleriniň amatly toplumy we geçiriliş usulýeti degişli bolmalýdyr. Öňki tapgyryň işleriniň netijeleri indiki tapgyryň işleriniň taslamasy düzülende esas bolmalýdyr.

Gidrogeologik barlaglaryň tapgyrlary

I tapgyr. 1 : 200000 masşabdaky gidrogeologik kartalaşdyrma

Sebitiň meýdanyny meýilleşdirip gidrogeologik taýdan öwrenmek üçin 1:200000 masşabdaky gidrogeologik kartalaşdyrma geçirilýär. Bu tapgyrde işler ýerasty suwlaryň dürli kysymlarynyň döreýşiniň we ýaýraýşynyň esasy kanunalaýyklyklaryny ýüze çykarmaga, meýdanyň suwlulygyny hem-de ýerasty suwlaryň häzirki we ulanyş mümkinçilikleriniň şertlerini umumy bahalandyrmaga niýetlenendir. Kartalaşdyrma meýdany geljekde gözlegler we barlag işler geçiriljek perspektiw meýdançalara we suwly gorizontlara bölüp, umumy gidrogeologik etraplaşdyrma geçirmäge mümkinçilik berýär hem-de işleriň geçiriliş şertlerini kesgitleýär. Bu işleriň esasy netijesi 1:200000 masşabdaky döwlet gidrogeologik kartasyny gurmakdyr. Oňa goşmaça ýerasty suwlaryň dürli kysymlarynyň döreýiş we ýaýraýş kanunalaýyklyklaryny we olaryň ulanyp boljak mümkinçiliklerini häsiýetlendirýän ýörite kartalar toplумы düzülýär.

II tapgyr. Gözlegler

Gözlegler geljekde barlag işlerini gurnamakda suwly gorizontlary we meýdançalary ýüze çykarmak we olaryň ulanyş mümkinçiliklerine takmynan baha bermek üçin geçirilýär. Gözleg tapgyri **umumy gözleglere we jikme-jik gözleglere** bölünýär. **Umumy gözlegleriň maksady** - geljekki gözleg - barlag işlerini ýola goýmak üçin suwly gorizontlara (toplumlara) hem-de olary ýaýraw meýdanlara bölüp, ýerasty suwlaryň ol ýa-da beýleki kysymlaryny ýüze çykaryp, iri gidrogeologik sebitlere baha bermekligi we belli suwly gorizontlar we toplumlar boýunça aýry-aýry basseýinleriň, sebitleriň, meýdanlaryň çäginde ulanyş gorlarynyň sebitleýin bahalandyrylmagyny geçirmekden ybaratdyr. Umumy gözleg

tapgyrinde geçirilen kartalaşdyrmanyň maglumatlaryny toplap, işläp geçmek, rejelemek we ulanmak, beýleki peýdaly baýlyklaryň gözleginde we barlygynda ýa-da ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik edilende alnan maglumatlar arkaly alnyp barylýar.

Eger şu maglumatlar ýeterlik hasap edilse, onda ýerasty suwlaryň ulanyş gory sebitleýin bahalandyrylýar. Eger maglumatlar ýeterlik bolmasa, onda guýular gazylýar, işleýän suwalgyçlarda synag işleri we oň burlan guýularda barlag işleri geçirilýär.

Jikme-jik gözlegleriň maksady - geljekki barlag işlerini gurnamak we ulanyş mümkinçiliklerini takmyn bahalandyrmak üçin amatly şertli suwly gorizontlaryň we meýdançalaryň perspektiw meýdanlaryň çäginde ýüze çykarmakdan we esaslandyrmakdan ybaratdyr. Bu tapgyriň esasy meselesi - belli meýdanyň çäginde hojalyk maksatlary üçin özleşdiriljek ýerasty suw ýataklaryň bardygyny (ýa-da ýokdugyny) esaslandyrmaga mümkinçilik berýän zerur maglumatlary almakdan ybaratdyr. İşleriň esasy görnüşlerine: geofizik, gidrogeohimik, alyslayyn aerokosmik, buraw, synag, gidrometrik, topogeodezik we laborator işler toplumy bilen bilelikde geçirilýän 1:50000 we ondan iri masştabdaky gidrogeologik kartalaşdyrma (işleýän suwalgyçlar boýunça hem maglumatlar toplanýar) degişlidir.

III tapgyr. Deslapky derňew

Ýataklaryň (meýdançalaryň) geologik - gidrogeologik şertleriniň esasy aýratynlyklaryny öwrenmek we jikme-jik derňewi geçirmeklilni maksadalaýykdygyny esaslandyrmak üçin deslapky derňew zerurdyr. Eger suw zerurlygy barada talap bildirilen bolsa, ýatak (meýdança) öz möçberleri, suwuň hili hem-de geografik-ykdysady ýagdaýy we tehniki - ykdysady görkezijileri boýunça özleşdirmäge mynasyp hasap edilse, onda deslapky derňew geçirilýär.

Deslapky derňew tapgyriniň işleriniň çözüýän esasy meseleleri aşakdakylardyr:

1) derňeýän meýdançanyň çäginde has perspektiw suwly toplumy ýa-da gorizonty (bir ýa-da birnäçe) saýlamak;

2) ýerasty suwlaryň ulanyş gorlarynyň emele gelişiniň esasy çeşmelerini, olaryň umumy mukdaryny bahalandyrmak we ýüze çykarmak;

3) geljekki suwalgyjyň meýdançasyny saýlamak we guýulary ýerleşdiriş çyzygyny esaslandyrmak;

4) ýerasty suwlaryň hilini kesgitlemek.

Senagat we termal suw ýataklary üçin goşmaça aşakdaky meseleler çözülýär:

1) suwdan peýdaly goşundylary (garyndylary) we ýylylygy almak tilsimatyny özleşdirmek teklibi;

2) ulanylýan suw akymynyň mukdaryny we hilini kesgitlemek hem-de ony aýyrmak usuly.

Deslapky derňew tapgyrinda meýdanda sersalyş, guýulary burawlamak, süzülme-synag, iri möçberli meýdanlaýyn we guýulardaky geofizik gözleg, suwdan we dag jynslardan nusgalyklar almak, laborator, ýerüsti we ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik, topogeodezik, sanitar-barlag we ş.m işler geçirilýär.

IV tapgyr. Jikme-jik derňew

Ulanýşyň berlen döwründe suwalgyjyň işini üpjün edýän mukdarda ýerasty suwlaryň goruny ýüze çykaryp, täze gurluşygyň ýa-da öňki suwalgyjyň giňeltmegiň taslamasyny esaslandyrmak üçin; senagat suwlary üçin amortizasion döwürde kärhanany çig mal bilen üpjün etmegi esaslandyrmak üçin zerur maglumatlary almak maksady bilen jikme-jik derňew geçirilýär.

Jikme-jik derňewler ikä: 1) täze ýatagyň jikme-jik derňewlerine; 2) ulanylýan ýatagyň jikme-jik derňewlerine bölünýär.

V tapgyr. Ulanýş derňewi

Tassyklanen gorly meýdançalarda ulanyş tertibiň çaklanan hasaplamalara gabat gelşini barlamak üçin, ulanyşyň bähbitli tertibini we onuň deslapky meýilleşdirilişini esaslandyrmak üçin suwlagyçlaryň gurluşygynda we ulanyşynda.

Gurluşygyň dürli görnüşlerinde gidrogeologik gözelgler tapgyrleýin geçirilýär. Jogapkär desgalaryň barlaglaryny taslama we iş resminamalary tapgyr bölýärler. Ownuk obýektli gurluşykda gözlegleri bir tapgyrly - işçi taslama tapgyrly geçirilýär.

5.2. Gidrogeologik sýomka

Gidrogeologik sýomka

Meýdanyň gidrogeologik şertlerini öwrenmek we ony düzýän elementleri kartalaşdyrmak maksady bilen **gidrogeologik sýomka** geçirilýär. Düzüji elementlere suwsüzdürji we suwabent jynslaryň ýaýraýyşy, ýatyş şertleri, esasy gidrogeologik görkezijileri, olaryň litologik düzümi, suwatabyn häsiýetleri hem-de ýerasty suwlaryň himiki häsiýetnamalary degişlidir.

Gidrogeologik sýomkada ýerasty suwlaryň iýmitleniş we çykuw aýratynlyklary, suwly gorizontlaryň özara baglanyşygy, dürli geologik, geomorfologik, gidrologik, geokriologik, klimatik, biogen, tehnogen we başga sebäpleriň ýerasty suwlaryň gençleriniň we düzüminiň döreýşine täsiri bahalandyrylmalydyr.

Gidrogeologik sýomkanyň esasy meselesi gidrogeologik kartalary düzmekdir. Bu kartalar agyz-hojalyk suwlary üçin gözleg işleriň meýdanlaryny saýlamakda, melioratiw maksatlar üçin meýdanyň gidrogeologik - meleoratiw şertlerini deslapky bahalandyrmakda; senagat, teploenergetik maksatlarda; ýerleri suwaryş we örüleri suwarmak mümkinçiligini ýüze çykarmakda; meýdanlary

hojalyk maksatlary üçin özleşdirmäge gidrogeologik esaslandyrmakda; käbir peýdaly baýlyklaryň gidrogeohimik gözleg işlerini gurnamakda we gidrogeologik şertlerine hojalyk işleriň täsirini umumy bahalandyrmakda esas bolup durýarlar. Gidrogeologik sýomkanyň meseleleri onuň niýetlenişine we möçberligine görä üýtgeýär. Masştabyna görä: **ownuk masştably (1:500000), orta masştably (1:200000 - 1:100000), iri masştably (1:500000 - 1:25000) we jikme-jik (1:10000 we ondan iri) sýomka** bölünýärler. Niýetlenişine görä **döwlet we ýöriteleşdirilen gidrogeologik sýomka** bölünýär.

Gidrogeologik sýomkanyň düzümine meýdandan öňürti, meýdan, laborator we jaýlaşykly işler toplумы girýär, şoňa degişlilikde ol taslananda we geçirilende **meýdandan öňürti, meýdan we jaýlaşykly döwrülere** bölünýärler. Laborator işler meýdan we jaýlaşykly döwürlerde ýerine ýetirilýär. Soňky ýyllarda geologik sýomka işlerinde gözlegleriň aero-we kosmiki usullary giňden ulanylýar. Bu usullar sebitleýin gidrogeologik etraplaşdyrmany geçirmäge mümkinçilik berýär.

Meýdandan öňürti döwrüň wajyp meselesi - öň geçirilen işler boýunça gidrogeologik maglumatlary toplamakdan we işlemekden ybaratdyr. Bu işler gidrogeologik sýomkanyň hilini ýokarlandyrylýar we gymmatyny peseldýär. Onuň netijesinde deslapky gidrogeologik karta (masştaby 1:200000 ýa-da 1:50000) we kesimler düzülýär. Ýany bilen kömekçi ("bahalandyryş") kartalar hem düzülýär.

Meýdandan öňürti döwrüň işleriniň netijesinde hususy sýomka işleriň (meýdan, laborator, jaýlaşykly işler) taslamasy düzülýär. Bu taslamada gidrogeologik sýomkanyň tabşyrygyna laýyklykda geçiriljek gözlegleriň düzümi we göwrümi esaslandyrylyp kesgitlenýär.

Taslamanyň ýanyna: 1) etrabyň gözýetim kartasyny; 2) geçirilen gidrogeologik, geofizik gözlegleriň kartalaryny; 3) öň geçirilen işler boýunça maglumatlar kartasyny; 4) dürli masştably (1:500000 - 1:200000 - 1:50000) ýöntemleşdirilen

kartalary; 5) deslapky landşaftly alamat (indikasion) kartany; 6) talap edilýän möçberlikli deslapky gidrogeologik karatalary we kesimleri; 7) guýularyň taslama geologik tehniki kesimlerini; 8) deslapky ýoruş çyzgydyny; 9) gorizontlaýyn gidrogeologik kartalary goşýarlar.

Meýdan gözlegleriň amatly toplumyny saýlamak we işleri gurnamak.

Orta masştably sýomkalar geçirlende gidrogeologik sýomka işleriniň umumy gurnalyşynyň iki görnüşi (**sahypalaýyn we toparlaýyn**) bar. **Sahypalaýyn** görnüşde ähli işler 1:200000 masştably kartanyň bir sahypasynda alnyp barylýar. Her sahypa üçin aýratyn taslama we hasabat düzülýär.

Toparlaýyn sýomka işler ýanaşyk birnäçe sahypalaryň çäginde bir tasalama boýunça alnyp barylýar we jemýeýji umumy hasabat düzülýär.

Hojalyk özleşdirmeleri geçiriljek uly meýdanlarda köplenç işleriň gurnalyşynda toparlaýyn gidrogeologik sýomka görnüşi ulanylýar. Onuň artykmaçlygy: 1) birbada iri perspektiw meýdanlary öwrenmekden we sýomka geçirmekden; 2) alyslaýyn usullary ulanmakdan; 3) ýerüsti ugurlaýyn gözlegleri zerur meýdançalarda jemlemegiň uly mümkinçilikleriň barlygyndan; 4) tebigy çäklerde sýomkany geçirmek mümkinçiliklerden; 5) gözlegleriň netijelerini kartanyň goňşy sahypalaryň çäginde biri-birine ýörite baglamak zerurlygyň ýoklugyndan ybaratdyr.

Gidrogeologik şertleriň çylşyrymlygyna, landşaftyň umumy häsiýetine we meýdanyň geçiş derejesine baglylykda toparlaýyn we sahypalaýyn gidrogeologik sýomkada dürli usullar bilen ýerine ýetirilýän meýdan işleriň göwrümi ähli meýdanda gyra deň (**meýdanlaýyn sýomka**) ýa-da belli **mahsus kysymly meýdançada** jemlenýär. Bu iki usul utgaşdyrylyp hem ulanylýar.

Meýdanlaýyn usul geçiş şertleri gowy, tebigy landşaftlar uly üýtgewli meýdanlarda giň ulanylýar. Onda işleriň göwrümi meýdan boýunça örän gyradeň ýerleşdirilýär.

Mahsus kysymly meýdançalar usuly geçiş şertleri çylşyrymly we tebigy landşaftlar bozulmadyk etraplarda ulanylýar. Bu usulda sýomka geçirilýän meýdanyň köp bölegi üçin mahsus kysymly kiçijik aýratyn meýdançada meýdan işleri jemlenýär, onda alnan maglumatlaryň netijeleri ähli sýomka geçirilýän meýdana geçirilýär.

Gidrogeologik sýomka dürli-dürli utgaşdyryp göni (ýerüsti ugurlaýyn gözlegler, buraw - gazuw we meýdan synag işleri, ýerasty suwlaryň tertibine gözegçilik), gytak (aerolandşaft gözlegleri, geofizik we gidrometrik işler) we ýörite gidrogeohimik, gidrogeotermik we izotop gözlegler toplanyp ulanylýar.

Işleriň görnüşleriniň amatly toplumy we olaryň yzygiderligi gidrogeologik şertleriň çylşyrymlylygyna, öwreniliş derejesine, geçiliş şertlerine we klimata görä kesgitlenýär. Ondan başga-da sýomka sahypalaýyn ýa-da toparlaýyn, meýdanlaýyn ýa-da mahsus kysymly meýdançalar usully bilen geçirilýändigini hem hasaba alynmalydyr.

Başda landşaft - alamatlaýyn usul kosmik gidrogeologik gözlegler bilen bile ulanylýar. Ýerüsti geofizik usullar esasy sýomka işlerinden önürti geçirilýär. Bu işleriň netijesi ähli meýdan boýunça sebitleýin gidrogeologik kanunalaýyklary bilmäge we beýleki işleriň göwrümini hem-de usulyýetini takykklamaga mümkinçilik berýär.

Ýerüsti ugurlar boýunça gidrogeologik, geomorfologik, geologik, gidrologik, geokriologik, geobotanik, inženergeologik, gidrogeotermik we beýleki gözegçilikler amala aşyrylýar.

Gidrogeologik gözegçililerde çeşmeler, guýular, skwažinalar, дренаž desgalary, işleýän şahtalar we karýerler öwrenilýär we olaryň ýazgysy geçirilýär, suratlary çekilýär ýa-da alynýar.

Gemorfologik gözegçiliklerde relýefiň esasy görnüşleri we elementleri, olaryň aýratynlyklary, ýerasty suwlar bilen baglansygy we ş.m öwrenilýär we ýazgy edilýär.

Geologik gözegçilikleri jynslaryň tebigy we emeli çykuwларында amala aşyrylýar.

Gidrologik gözegçilikler derýalarda, köllerde, batlgalyklarda, suwaryş ýaplarda we zeýkeşlerde geçirilýär.

Geobatanik gözegçilikler kesgitli landşaftly zolaklarda geçirilip, etrabyň ösümlikler toplумы boýunça gidrogeologik aýratynlyklara baha berilýär.

Inžener - geologik gözegçiliklerde inžener - geologik hadysalar we prosesler (gowaklama, hokurdanlaşma, süýüşler, yzgarlap çökme, ýerleriň batgalaşmasy we şorlaşmasy we ş.m) öwrenilýär.

Geofizik işler kartalaşdyrmadan öňürti ýerüsti we skwažinalarda geofiziki işler görnüşinde geçirilýär.

Buraw - gazuw işleri kesimi emeli ýol bilen açmak we dürli barlaglary geçirmek üçin ulanylýar. sýomkanyň maksadyna we aýratynlygyna laýyklykda burawyň dürli görnüşleri ulanylýar. Gurluş (struktura), kartalaşdyryjy, sünjüm (zondirleýji), synag, gözegçilik guýular bolup, olar gurnawy we niýetlenişi boýunça tapawutlanýarlar.

Gazuw işlerinde ganawlar, barlag çukurlary, hendekler, sypyrmalar geçilýär we olarda meýdan synaglary geçirilýär.

Meýdan synag işleri guýularda, barlag çukurlarynda suwaryş, suwguýuş, howa dyňzatmak, pressiometriýa we ş.m synaglary geçirmekden ybaratdyr.

Laborator işleri meýdan işlerinde alnan teýgumyň, suwuň, ösümlikleriň, janly - jandarlaryň nusgalyklaryny tejribehanada öwrenmekden ybaratdyr. Suwly gorizontyň gidrogeologik görkezijileriniň we olar bilen bagly hadysalaryň wagyt dowamynda we giňişlikde üýtgewine baha bermek üçin **öwrany gözegçilikler** geçirilýär.

Jayılyşykly işler

ayılaşykly işlerden öňürti deslapky işlenilen we jemlenen meýdan maglumatlary kabul edilýär. Oňa meýdan gündeliklerinden başga burawyň, gazuw, synag, geofizik we beýleki işleriň resmi kagyzlary we geçirilen işleriň netijeleri, maglumatlaryň meýdan kartalary, ähli meýdanyň landşaftly alamat kartasy, landşaftly ekologik kesimler we esasy gidrogeologik karta (kesimler bilen) girýär.

Jayılaşykly işleriň meselelerine: meýdandan öňürti we meýdan döwründe toplanan ähli maglumatlary gutarnykly işlemek, laborator barlaglaryň netijelerini jemlemek, gidrogeologik kartalaşdyrma boýunça işlenen maglumatlary hasabat görnüşinde taýýarlamak, esasy gidrogeologik we kömekçi kartalary hem-de hasabata goşuljak beýleki maglumatlary düzüp gutarmak girýär.

Gidrogeologik karta bir sahypada sýomka geçirilen masştabda topografik esasyda düzülýär. Onda suwly gorizontlaryň suwgeçirijiligi, suwçalşygyň, suw we gaz ýüze çykmalaryň görkezijileri, ýerasty suwlaryň gorlary, duzlulygy, himiki düzümi we temperaturasy görkezilýär. Ondan başga-da gidrogeologik şertlere täsir etjek tebigy obýektler, hadysalar, gidrotehnik we başga inžener desgalary görkezilýär.

Kartanyň ýanynda ähli öwrenilen kesim boýunça gidrogeologik bölünişigi häsiýetlendirýän we geologik bölünişik bilen maýylylygyny görkezýän gidrogeologik sütün (kolonka) gurulýar.

Iri masştabda ýöriteleşdirilen sýomkada dürli: ýörite ýerasty suwlaryň çuňňluk we duzlulyk kartalary, teýgumlaryň şorlaşma, gidrodinamik we başga kartalar gurulýar.

5.3. Barlag-agtaryş işleri

Barlag - gazuw işlerine guýulary burawlamak we ganawlary, barlag çukurlaryny gazmak işleri girýär.

Ýerasty suwlaryny tapmak, öwrenmek, ulanmak esasan gidrogeologik guýularyň kömegi bilen, örän seýrek ýagdaýda dag-gazuw kânlerinde (barlag çukurlarynda, şahtalarda) alnyp barylýar. Olar niýetlenenişine garamazdan öwrenilýän meýdançanyň gidrogeologik şertleri boýunça mümkin boldugyça köp maglumat bermelidirler. Ýurdumyzda geçirilýän gidrogeologik gözleglerde münlerçe guýular gazylýar (agyz - hojalyk we tehniki suw üpjünçiliginde, derman we senagt suwlaryny gözlemekde, ulanmakda, drenaj guýulary we ş.m).

Niýetlenişine görä gidrogeologik guýular 1) **gözleg - kartalaşdyryjy**; 2) **derňew**; 3) **derňew-ulanyş**; 4) **ulanyş**; 5) **gözegçilik** kysymlara bölünýärler.

Gözleg - kartalaşdyrma işlerinde kesimiň geologik - gidrogeologik aýratynlyklaryny öwrenmek we onuň deslapky mukdarlaýyn we hil tarapyn synamak üçin **gözleg-kartalaşdyryjy guýulary** gazylýar.

Kesgitli suwly gorizontlarda gidrogeologik barlaglaryň toplumyny geçirmek üçin derňewleriň deslapky we jikme-jik tapgyrlerinde dürli maksatly we düzgütli **derňew guýulary** gazylýar.

Derňewiň jikme-jik tapgyrinde gidrogeologik barlaglaryň toplumyny geçirmek we soňra ulanyşa bermek üçin **derňew - ulanyş guýulary** gazylýar.

Jikme-jik barlaglardan soňra, ulanyşa niýetlenen, ýagny uzak möhletli dowamynda ýerasty suwlary almak, aýyrmak ýa-da rejelemek (tertipleşdirmek) üçin **ulanyş guýulary** gazylýar.

Ýerasty suwlaryň tebigy ýa-da bozulan tertibine gözegçilik etmek üçin ýönekeý düzgütli we kiçi kesimli **gözegçilik guýulary** gazylýar. Olar barlaglaryň dürli

görnüşlerinde we tapgyrlarında ulanylýar. Gözegçilik guýulary hökmünde ozal gazylan talaplary berjaý edýän guýulary hem ulanyp bolýar.

Guýynyň düzgüdi: 1) oturtma turba sütüniniň sany, uzynlygy, keseini; 2) tamponažyň (dykmanyň) interwaly, häsiýeti; 3) çöwlügiň kysymy, keseini, uzynlygy, onuň goýulmaly interwaly degişlidir.

Düzgüt guýunyň kysymyna we niýetlenişine, onuň çuňlugyna, guýa goýberilýän gurallaryň, enjamlaryň görnüşlerine we başgalara baglydyr.

Dürli kysymly guýularyň düzgüdi aşakdaky esasy talaplara laýyk gelmelidir:

1) zähmeti, wagty we serişdäni az sarp edip gazmak mümkinçilikli;

2) guýynyň açýan dag jynslary we ýerasty suwlary barada doly maglumatlary almaklyga;

3) suwly gorizontlary ýokary hilli açmaklyga we barlamaklyga;

4) suwly gorizontlary biri-birinden we ýeriň üstünden özara baglanşygy bolmaz ýaly ygtybarly aýyrmaklyga;

5) içinde zerur gurallary we enjamlary ýerleşdirmek mümkinçilikli we ş.m.

Ähli maglumatlaryň esasynda taslama **geologik-tehniki kesim** gurulýar, ol geologik we tehniki bölümlerden ybaratdyr.

Burawyň usulyny saýlamaga: 1) ykdysady sebäpler; 2) zerur mukdarly we hilli geologik - gidrogeologik maglumatlary almaklyk; 3) guýynyň esasy görkezijileri (çuňlugy, kesimi); 4) jynslaryň düzümi we suwly gorizontlaryň aýratynlygy; 5) iş geçiriljek meýdançanyň tebigy şertleriniň aýratynlygy; 6) burawyň her görnüşiniň aýratynlygy täsir edýär.

Gidrogeologik guýulary burawlamaklyk **tanaply urgy, mehaniki we utgaşdyrylan usullar** bilen amala aşyrylýar.

Tanaply urgy usully burawlamada geçilýän dag jynslary, suwly gorizontlar ýokary hili öwrenilýär, emma guýynyň daş-töweregindäki jynslar ep-esli dykyzlaşýar (berçigýär).

Pyrlanma buraw usulynda süzgüji bitirýän materialy aýyrmaklyk suw bilen göni ýa-da terslin ýuwmak arkaly amala aşyrylýar.

Burawyň mehaniki usuly dagynyk çäkündilerde şnek bilen çuň däl guýulary burawlamakda ulanylýar.

Burawyň utgaşdyrylan usuly dürli usullary utgaşdyryp ulanylýar.

Buraw bilen açylan suwly gorizontlaryň özara baglanşygy bolmaz ýaly biri-birinden aýyrmak üçin, oturtma sütüniň turbalaryny zeňlemeden goramak üçin, sementli köprüleri döretmek üçin, dürli interwallary biri-birinden aýyrmak üçin sementlemegi ulanýarlar.

Durnuksyz daşygan we dagynyk jynslarda öwrenmek ýa-da ulanmak üçin suwly gorizontlar açylanda guýularyň suw kabul edýän bölegi çöwlük bilen enjamlaşdyrylmalydyr. Çöwlügiň dogry saýlanmagy we onuň gurnalyşy gidrogeologik guýulary ýokary hili gurnagyň we özleşdirmegiň esasy görkezijisidir.

Çöwlük - turba sütünidir, ol çöwlük üsti, süzgüç (işçi) böleklerden we durlaýjydan düzülýär.

Çöwlügiň kysymy saýlananda aşakdaky talaplar berjaý edilmelidir:

1) çöwlük iň kiçi ölçeglerde zerur suwuň mukdaryny onuň hilini üýtgetmezden goýbermelidir;

2) çöwlük ýeterlik mehaniki berklikli, zeňlemäge durnukly, deşikleri bitmez ýaly bolmalydyr;

3) tebigy şertlere görä iň talabalaýyk çöwlük saýlanmalydyr.

Ýörite edebiýatda çöwlükleriň 80-den gowrak kysymlary beýan edilýär. Olardan ulanylýany 15 töweregidir.

Çöwlüğüň hasabyna onuň keseinini, işçi böleginiň uzynlygyny, geçirijiligini (öýjükligini), çöwlüğüň garşylygynyň ululygyny, çöwlüğe girende dyňzow ýitgisini we ş. m. görkezijileri kesgitlemek degişlidir.

Suwly gorizontlaryň özleşdirilişi diýlip, guýularda çöwlüğüň oturdylmagyna, çöwlüğüň we suwly gatlaklaryň tebigy süwsüzdürijiligini dikeldilmegine, gatlaklaryň suwsüzdürijiligini emeli artdyrylmagyna düşünilýär.

Barlag işlerinde gözegçilik we olaryň resmileşdirilişi

Guýular burawlananda gözegçilikleriň görnüşleri dürli-dürlidir we olar geçilýän dag jynslary we suwly gorizontlar barada mukdarlaýyn maglumatlary almak üçin zerurdyr.

Gözegçilikleriň görnüşleri, gaýtalanyşy gözlegleriň maksadyna, guýynyň görnüşine, kesimiň geologik-gidrogeologik şertleriniň aýratynlygyna, buraw usulyna we ş.m baglydyr.

Gözegçilikleri öz wagtynda we ýokary hilli ýerine ýetirmek üçin önünden resmi kagyzlaryň nusgalyklaryny, meýdan dergisini, gurallary we enjamlary taýýarlap goýmalydyr.

Guýular burawlananda:

1. geçilýän dag jynslara;
2. pyrlanma burawda ýuwujy suwuklygyň düzümine we göwrümüne hem-de buraw guralynyň üzülip gaçmagyna;
3. gaz ýüze çykmagyna;
4. ýerasty suwuň ýüze çykmagyna we derejesiniň durnuklaşysyna;
5. suwuň temperaturasyna;
6. ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetlerine we himiki düzümine hem-de başga gözegçilikler amala aşyrylýarlar.

Ähli gözegçilikleriň maglumatlary dergä geçirilýär, soňra guýunyň gidrogeologik sütüni kada görä gurulýar.

Dag-gazuw işlerinde (ganawlarda, barlag çukurlarynda, şahtalarda we ş.m) hem geologik - gidrogeologik gözegçilikler alnyp barylýar. Olaryň içinde gönüden-göni gözegçilikler, ölçegler, surat çekmeler we suratyny almalar jynslar we suwly gatlaklar barada doly we ýokary hilli maglumatlary almaga mümkinçilik berýär. Dag jynslaryň litologiýasy, strukturasy, teksturasy, berkligi, weýranlaşyş derejesi, çägelereň dykzlygy, daşygan jynslaryň jaýryklylygy, seplesikli jynslaryň toýunsowlygi we ýumşak-gatylygy, çyglylygy, suwlulygy we ş.m öwrenilýär.

Suwly gorizontlarda suwuň derejesi, temperaturasy, çykymy, himiki düzümi, suwuň gelişi kesgitlenýär. Ýerasty suwlara bagly prosesler (göwrüm giňeme, suw ýarsuwlaryň böwürmegi, yzgarlap çökme, hokurdanlaşma we ş.m) hem öwrenilýär. Adaty resmi kagyzlaryň (dergi, kesimler we ş.m) üsti çekilen we alnan suratlar bilen doldurylýar.

6.4. Süzülmäniň meýdan şertlerinde öwrenilişi

Dürli gidrogeologik gözeleglerde suwly gorizontlar we beýleki gatlaklar barada wajyp maglumatlary (mukdarlaýyn we hilleýin) berýän esasy işleriň görnüşine süzülme-synag işleri degişlidir. Dag jynslaryň has ygtybarly gidrogeologik görkezijilerini ýerasty suw ýatagyň çäginde has häsiýetli meýdançada geçirilen süzülme - synag işleriň netijesi boýunça alyp bolar.

Süzülme - synag işleriň görnüşleri gözlegleriň maksadyna we tapgyrine, geologik - gidrogeologik şertleriň aýratynlygyna, alnan maglumatlaryň işleniş usulyna we beýleki sebäplere baglydyr. Meýdan süzülme-synag işlerine suwsoruslar, guýulara suw guýma we suw basma, barlag çukurlara suw guýma we ekspres-usullar degişlidir. Bu işler biri-birinden aýratynlygy bilen tapawutlanýarlar. Süzülme-synag işleriň maglumatlarynyň dolulygy we ygtybarlygy

synagyň dowamlylygy artanda we usullar utgaşdyrylyp ulananda has hem artýar.

Gidrogeologik gözleglerde giň ýaýran synag işleriň biri **suw soruşdyr**. Onuň netijesinde suwly gorizontlaryň esasy gidrogeologik görkezijileri we beýleki maglumatlar kesgitlenýär. Ýokary basyş şertlerde suwly jynslaryň we gury suwsyzdyrýan jynslaryň gidrogeologik görkezijilerini kesgitlemek üçin guýulara **suw basma synaglary** ulanylýar.

Azsuwly we gury jynslaryň gidrogeologik görkesijilerini kesgitlemek üçin **guýulara suw guýma** synaglary geçirilýär.

Howaly zolagyň jynslarynyň suwsüzdürijilik häsiýetlerini öwrenmek üçin **barlag çukurlara suw guýma synaglary** zerurdyr.

Deslapky barlaglarda ýeterlik buraw prosesinde küpürsek jynslarda barlanýan gorizontlaryň mukdarlaýyn we hilleýin häsiýetnamalaryny almak üçin pyrlanma burawda **oňurdiji synaglar** ulanylýar.

Guýular gurlandan soň öwrenlýän suwly gorizontlaryň deslapky süzülme häsiýetlerine baha bermek üçin **ekspres-usul** ulanylýar.

Dürli suwalgyçlardan (guýular, skwažinalar we ş.m) suwgaldyryjy gurallaryň (nassoslaryň) kömegi bilen suwy mejbury almaklyga **suwsoruş** diýilýär.

Suwsoruşlaryň **nusgawy, synag** (ýekelikdäki, şahalaýyn), **toparlaýyn we synag-ulanyş** görnüşleri bolýar.

Nusgawy suwsoruşlary suwly gorizontyň aýry-aýry ýaýran ýerlerinde olaryň suwlulygyna, süzülme häsiýetlerine we hiline deslapky baha bermek üçin 1-2 gije - gündiziň dowamynda iň uly suw peselişde geçirilýärler.

Ýekelikdäki synag suw soruşlary gözlegleriň deslapky, köplenç jikme-jik tapgyrlerinde suw peselişini çykyma baglylygyny bilmek hem-de käbir gidrogeologik görkezijileri hasaplamak üçin geçirilýär. Çykymyň egrisini gurmak üçin suwsoruş üç we köpräk suwpeselişini basgançaklarynda suwly gorizontyň gidrodinamik

áýratynlygyna we maksadyna baglylykda birnäçe gije-gündiziň dowamynda geçirilýär.

Şahalaýyn synag suwsoruşlary gözlegleriň deslapky we jikme-jik tapgyrlerinde ähli gidrogeologik görkezijileri kesgitlemek hem-de gatlagyň çägindäki şertleri, beýleki suwly gorizontlar, ýerüsti suwlar bilen baglanşygyny öwrenmek üçin geçirilýär. Suwsoruşyň dowamlylygy suw peselişiň bir basgançagynda 6-15 gije-gündizdir. Suwsoruş merkezi (tolgundyryjy) we gözegçilik guýulardan ybarat synag şahalaryndan amala aşyrylýar.

Toparlaýyn suwsoruşlar örän suwly gorizontlarda birbada birnäçe tolgundyryjy guýularda suw peselişiň bir basgançagynda amala aşyrylýar. Olaryň usulýeti we maksady şahalaýyn synag suwsoruşlaryňky ýalydyr.

Bir ýa-da birnäçe barlag - ulanyş guýulardan synag - ulanyş suwsoruşlary gözlegleriň jikme-jik tapgyrinda çylşyrymly gidrogeologik we gidrohimiýa şertlerde geçirilýär. Olaryň maksady synaglaryň üsti bilen 1-4 aýyň dowamynda iň uly taslama çykymda suwuň derejesiniň we hiliniň üýtgewiniň kanunalaýyklyklaryny kesgitlemekden ybaratdyr.

Suwsoruşyň görnüşini saýlamaklyk gidrogeologik şertlere, gözlegleriň tapgyrine we maksadyna hem-de başgalara baglydyr we jikme-jik usuly, tehniki we ykdysady taýdan esaslandyrmany talap edýär.

Synag işleriň taslanyşy suwsoruşyň görnüşiniň geçiriljek - ýeriniň esaslandyrmasy, guýularyň ýerleşdiriliş çyzgydynyň hasabyny, tolgundyrmanyň häsiýetini we derejesini, suwsoruşyň dowamlylygyny, guýynyň enjamlarynyň esaslandyrmasy, suwsoruşyň usulýetini we netijeleriniň işleniş boýunça teklipleri özünde jemleýär.

Synag işleriň usulýati we netijeleriniň işleniş köp alymlar (W.D.Babuşkin, F.M.Boçewer, B.W.Borewskiy, L.S. Ýazwin we başg) tarapyndan özeleşdirildi we edebiýatda giňişleýin beýan edildi.

Synag şahasynyň çyzgydy diýlip, guýularyň sanyna, olaryň meýdanlaýyn we kesimde özara ýerleşiş häsiýetine düşünilýär. Suwsoruşyň geçiriljek ýerini saýlamaklyk onuň maksadyna we aýratynlygyna baglydyr.

Suwsoruşyň gurnalyşyna we geçirilişine

1)guýyny taýýarlamak (suwgöterijini gurnamak, suwy aýyrmak, gurallary taýýarlamak);

2)suwsoruşy geçirmek;

3)suwsoruşda resmi kagyzlary doldurmak girýär.

Suwsoruşda suwsoruşyň dergisi alnyp barylýar. Onda gözegçilikde ulanylýan suwly gorizont, guýynyň düzgüdi, çöwlükler, suwsorujylar, gurallar barada ähli maglumatlar görkezilmelidir. Dergide suwsoruşyň başlanýan we tamamlanýan wagty, ölçegleriň wagty, suwsoryjynyň kabul edijisiniň çuňlugy, suwuň çykymy, üýtgeşiz we yrga derejeler, suw peseliş ýazgy edilmelidir.

Suwsoruş tamamlandan soň, guýuda suwuň derejesiniň dikelişi dergide ýazylýar. Onda gözegçilik guýulardaky derejeler hem belllenmelidir.

Dergidäki maglumatlar boýunça suwuň derejesiniň we çykymynyň wagta baglylygynyň çyzgydy belli möçberlikde gurulýar. Ondan başga-da gözegçilik guýular üçin derejäniň wagta baglylygynyň $S = f(lgt)$, eger çykym üýtgeýän bolsa, udel peselişiniň wagta baglylygynyň $S/Q = f(lgt)$ ýarymlogarifmik çyzgylary gurulýar.

Suwsoruşlary ýokary hilli geçirmek üçin kesgitli şertlerde has amatly enjamlary we gurallary saýlamak zerurdyr. Olara suwsoruş üçin sorujylar, derje, çykym, gyzygynlyk, basyş ölçeýjiler we başgalar degişlidir.

Suwsowruşyň ähli görnüşlerinde dürli düzgütli suwsorujylar (nasoslar) ulanylýar. Olardan merkezden daşlaşýan, ştangaly - porşenli, erliftli, suw çüwdürimli, yrgyldyly we başga suwsoryjylar giňden ulanylýar.

Gidrotehnik desgalaryň derňewlerinde jynslaryň gidrogeologik görkezijilerini kesgitlemek üçin guýulara suw guýmak we basmak synaglary geçirilýär.

Synag suw basma usulynda ýörite taýýarlanan guýa ulanylýan enjam bilen suwy dyňzow bilen iterýärler. Udel suw ýuwdyş şu formula bilen tapylýar.

$$q^1 = Q / l_o H_o;$$

Soňra takmynan suwsuzdürijilik häsiýetine W.D.Babaşkiniň formulasy bilen baha berilýär:

$$K = 0.525 q^1 \lg (\alpha l_o / r_g),$$

bu ýerde Q - basylan suwuň mukdary, l/min;

l_o - barlanýan interwalyň uzynlygy, m;

H_o - üýtgewsiz derejeden dyňzawyň tapawudy, m;

α - koeffisiýent (eger barlanýan interwal suwabent gatlagla ýanaşyk bolsa,

$K = 1.32$; ondan daşda bolsa, $K = 0.66$);

r_g - guýynyň keýesi (radiusy), m;

Guýulara suw guýmak synaglary esasan howaly zolakda gowşaksepli we jaýrykly jynslarda ulanylýar. Bu synaglar ýokarky ýaly ýöne suw dyňzawsyz guýular. Süzülme koeffisiýenti şu formula bilen kesgitlenýär:

$$K = 0.423 Q / h_c^2 \lg (2h_c / r_g),$$

bu ýerde

h_c - çöwlügiň aşaky çäginde ýokary suw sütüminiň beýikligi ($h_c = \text{const}$).

Bu formula $50 < h_c / r_g < 200$ şertde ulanylýar.

Howaly zolagyň 15m çuňlugyna çenli jynslaryň süzülme häsiýetlerini öwrenmekde barlag çukurlaryna suw guýmak usuly giňden ulanylýar. Bu synaglar A.K.Boldyrewiň, N.S.Nesterowyň, N.K.Girinsikiniň, N.N.Bindemanyň usullary bilen geçirilýär.

Bu synaglaryň geçirilişine umumy talaplar aşakdakylardyr:

1. ýuwulmaz ýaly barlag çukuryňyň düýbüne 2 sm galyňlykda ownuk çagyl dökülýär;

2. çukuryň düýbünden teýgum suwuna çenli aralyk 4-5m - den az bolmaly däldir;

3. synagyň dowamlylygy suwuň siňmesiniň durnuklaşmagy bilen kesgitlenýär

(2 sagadyň dowamynda suwuň siňýän mukdarynyň 4-5 ölçegi biri-birinden 10%-den tapawutlanmaly däldir);

4. synagyň başynda dereje we mukdar ölçegleri her 10-15 minutdan, soňra dereje durnuklaşýşyna görä her 0.5-1 sagatdan geçirilýär;

5. synagyň ölçegleriniň ýazgysy dergä geçirilip, siňýän suwuň mukdarynyň wagta baglylygynyň $Q=f(t)$ çyzgysy gurulýar;

6. bir barlag çukurunda gaýtadan synag geçirilmegine ýol berilmeli däldir;

7. synag üçin ulanylýan suwda mehaniki garyndy bolmaly däldir.

8. synagyň gutarandan soň, çukur gömülip, toprak gatlagy öňki durkuna getirilmelidir.

Pyrlanma burawda suwly çägeler açylanda olary synamak üçin ýörite özleşdirilen synaýjylar bar. Olar çöwlük-synaýjydan, howaly dereje ölçeýjiden we erlift - suwsorus enjamyndan düzülendir. Bu synaglar bilen buraw prosesinde guýynyň toýunyň aýyrmazdan suwly gorizontlary synamak bolýar.

Suwsüzdürijiligi uly bolmadyk suwly we gury jynslaryň süzülme häsiýetleriniň görkezijilerini takmynan kesgitlemek üçin ekspres suwsorus we suwguýuş synaglary geçirilýär.

7. Ýerasty suw ýataklary barada düşünje

7.1. Ýerasty suw ýataklary barada düşünje

Bü düşünje gidrogeologiýa ilkinji sapa 1934ý. A.Owçinnikow tarapyndan derman suwlary üçin, G.N.Kamenskiý tarapyndan süýji we senagat suwlary üçin girizildi. Häzirki döwürde bu düşünje dürli alymlar (N.A.Plotnikow, N.I.Plotnikow, S.S.Bondarenko we başg.) tarapyndan giňden ulanylýar.

Ýerasty suw ýataklary diýlip halk hojalygynyň dürli maksatlary (suw üpjünçiligi, suwaryş, kesel bejeriş, peýdaly goşundylary almak, ýylylyk üpjünçiligi we ş.m) üçin ulanylyp boljak we tygşytly usullar bilen alyp boljak ýeterlik mukdarly we kesgitli düzümlü suwdyňzawly ulgamyň içinde giňişleýin çäklenen suw üşmelerine aýdylýar.

Şeýlelikde, suwdyňzawly ulagmalaryň ösüşinde we ýerasty suwlaryň döremegi bilen baglanyşykly tebigatda süýji, derman, senagat we termal suw ýataklary emele gelýärler. Käbir suwdyňzawly ulgamlarda özara gidrodinamik baglanyşykly dürli kysymly suw ýataklaryna duş gelinýär.

N.I.Plotnikow (süýji suwlara degişli) ýataklary **tebigy we emele** suw ýataklaryna bölýär. Ýerasty suw ýataklary beýleki peýdaly baýlyklar ýataklaryndan (magdan, nebit, nebit-gaz) hereketlilik we gençleriniň öweziniň dolmaklygy (süýji suwlar üçin) bilen tapawutlanýarlar. Meselem, süýji suw ýataklary işlenilende olaryň gollary diňe harçlanman, derýadan suwuň syzmagy we iýmileniş çäklerinde suwuň siňmeginiň artmagy netijesinde köp meýdanlarda täzeden döreýär.

Ýerasty suw ýataklary hem beýleki peýdaly baýlyk ýataklaryň görnüşleri ýaly meýdanda we kesimde öz çäkleri we göwrümi (gory) bar. Emma ýerasty suw ýataklaryň çäkleri tebigy we emele sebäpleriniň netijesinde mydama üýtgäp durýar.

Senagat suw ýataklaryň içinde ulanyş meýdançalary çäklendirýärler. N.A.Plotnikow we S.S.Bondarenko görä

ulanyş meýdançasý diýlip, ähli hasaply ulanyş döwürde (adaty 25 ýyl) jemleýji gidrogeologik we tehniki-ykdysady görkezijileri boýunça amatly we peýdaly senagat ýerasty suwly meýdana düşünilýär. Suw ýatagynda bir ýa-da birnäçe ulanyş meýdançasý bolup biler.

Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň görnüşleri

Ýerasty suwlaryň gorlaryna baha berýän hünärmen gidrogeologlar "gor" we "genç" (resurs) adalgalaryna dürli düşüňjeler berýärler. Olardan esasyly "tebigy gençler" we "ulanyş (ekspluatasion) gorlary (gençleri)" düşüňjeleridir.

Suwly gatlakda, toplumda, ulgamda bar bolan grawitasion suwuň göwrümüne (m^3 ýa-da km^3) ýerasty suwuň **gory** diýilýär.

Dürli iýmitleniş çeşmelerden suwly gorizonta (topluma, ulgama) gelýän suwuň mukdaryna (l/s , $m^3/g-g$, $km^3/ýyl$) ýerasty suwuň **genji** diýilýär.

Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň toparlanyşyny köp sanly gidrogeologik işlerde berlendir. Biz N.I.Plotnikowyň işinde getirilen synplama (käbir goşmaçalar bilen) seredeliň.

Tebigy şertlerde suwly gatlakdaky (toplumdaky, ulgamdaky) grawitasion suwuň göwrümüne **tebigy gor** diýilýär. Dyňzaw suwly gorizontlarda tebigy gordan başga **maýyşgak tebigy gor** hem bardyr. Ol gatlak guradylyman dyňzawly peseldilende (suw soruşda ýa-da özi akyp çykanda) suwuň we dag jynsnyň maýyşgak giňelmegi netijesinde ýüze çykýar.

Tebigy şertlerde dürli iýmitleniş çeşmeleriň hasabyna (ygalyň siňmegi, ýerüsti suwlardan syzmagy, ýokarky we aşaky gatlaklardan, ýanaşyk meýdanlardan akyp gelmegi) suwly gorizontyň (toplumyň, ulgamyň) üstüni (öwezini) doldurýan suwuň mukdaryna **tebigy genç** diýilýär.

Tebigy gençler suwly gorizontyň balansynyň girdeji böleginden düzülýär. Olar tebigy şertlerde akymyň harjyny emele getirýärler.

Adamyň inženerçilik işleriniň (ýerasty suwlary emeli toplamak, suwaryş, kanallardan we suw howdanlardan syzyş we ş.m) netijesinde dag jynslarda üşşýän suwuň mukdaryna **emeli gor** diýilýär.

Adamtarapyn (tehnogen) prosesleriň (kanaldan, howdandan, suwaryş meýdandan, ýörite syzyş howdanlardan we ş.m) netijesinde suwly gorizonta gelyän suwuň harjyna **emeli genç** diýilýär.

Tebigy şertlerde däl-de, suwly gorizontyň ulanyş prosesinde ýerüsti suwlardan ýa-da howdanlardan hem-de ýanaşyk suwly gorizontlardan akyp gelyän suwuň döremegi we artmagy netijesindeki ýerasty suwuň harjyna **alyp boljak genç** diýilýär.

Suwulanyşyň ähli hasaplaýyş döwründe bellenen ulanyş tertipde we halk hojalygynda maksadalaýyk ulanyşy kanagatlandyran suwuň hilinde tehniki-ykdysady taýdan ygtybarly suwalgyçlar bilen alyp boljak ýerasty suwuň mukdaryna **ulanyş gory (genji)** diýilýär. Suwulanyşyň hasaplaýyş döwri 25 ýyl hasaplanýar.

Umumy gidrogeologik düşüňjeleriň nazary öňdengörüşleriň, geologik we gidrogeologik kartalaşdyrma, geofizik, gidrigeohimik, gidrogeologik we suw balans barlaglaryň netijesinde artezian basseýinleriň, gidrogeologik toplumlaryň we etraplaryň çäginde bahalandyrylyp çaklanýan ýerasty suwlara **çaklama genç** diýilýär. Ol potensial ulanyş mümkinçiligi görkezýär. Çaklama gençler (P kategoriýa) ýerasty suwlaryň gözleg işlerini meýilleşdirmäge we täze ýerasty suw ýataklaryny tapmaga mümkinçilik berýär. Mundan başga-da olar ýerasty suwlaryň toplumlaýyn ulanyşynyň we goragynyň çyzgytlary düzülende hasaba alynýar.

Ýerasty suwlaryň gorlarynyň we gençleriniň dürli görnüşleriniň arabaglanyşygy aşakdaky formula boýunça berilýär (Bindeman, Ýazwin, 1970):

$$Q_u = \alpha_1 \cdot Q_t + \alpha_2 V_t/t + \alpha_3 \cdot Q_e + \alpha_4 V_e/t + Q_a$$

Bu ýerde Q_u - ulanyş gory; Q_t we Q_e - tebigy we emeli gençler; V_t we V_e - tebigy we emeli gorlar; Q_a - alyp boljak genç; t -ulanyş döwri; $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$ - tebigy gençleri, tebigy gorlary, emeli gençleri we emeli gorlary ulanyş koeffisiýentleri.

7.2. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň kategoriýalary

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary öwreniliş derejesine görä **barlanan** (A_1 B we C_1 kategoriýalar) we **deslapky bahalandyrylan** (C_2 kategoriýa) **gorlara** bölünýärler.

A kategoriýaly gorlary ulanyş suwalgyçlaryň hakyky we hasaplaýyş çykymlary we barlag-gazuw desgalarda synag suwsoruşlaryň maglumatlary boýunça hasaplaýarlar (ýönekeý gidrigeologik şertlerde - goşmaça taslanýan desgalaryň synag işleri bilen hasaplaýyş çykymlary boýunça hasaplanýar).

B kategoriýaly gorlary ulanyş we barlag guýularyň hakyky we hasaplaýyş çykymlary, çeşmeleriň çykymlary we goşmaça taslanýan desgalaryň hasaplaýyş çykymlary boýunça kesgitlenýärler.

C_1 kategoriýaly gorlar barlag desgalaryň çäkli mukdarynda geçirilen synaglary, emma ýönekeý gidrogeologik şertlerde - jikme-jik barlanan ýanaşyk meýdança meňzeş taslanýan guýunyň hasaplaýyş çykymy boýunça bahalandyrylýar.

C_2 kategoriýaly gorlar aýry-aýry barlag desgalaryň synaglarynyň maglumatlary esasynda suwalgyçlaryň hasaplaýyş öndürijiligine görä hasaba alynýar.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlary halk hojalygyndaky ähmiýetine görä 2 topara **balans** we **balansdan daşary** gorlara bölünýärler.

Daşky we geologik gurşawy aýawly ulanmak we gorap saklamak talaplaryny berjaý edip, häzirki zaman tehnikasy we çykaryş tilsimatyny ykdysady taýdan maksadalaýyk ulanyp alyp boljak ulanyş goruna **balansly gor** diýilýär.

Häzirki döwürde ulanmak ykdysady taýdan bähbitsiz ýada tehniki we tilsimat taýdan mümkin däl hasaplaşylýan gorlara **balansdan daşary ulanyş gorlary** diýilýär. Olar soňra balansly gorlara geçirilip biliner (geçirmeklik esaslandyrylan bolmaly).

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlarynyň ýüze çykarylyşyň ygtybarlygy öwrenilýän ýatagyň gidrogeologik şertleriniň çylşyrymlylygy bilen kesgitlenýär. Ähli süýji we tehniki suw ýataklary üç-ýönekeý, çylşyrymly we örän çylşyrymly gidrogeologik şertli toparlara bölünýärler.

Ýönekeý topara sodalyk bilen ýatýan suwly gorizontly, ýönekeý gidrogeologik we gidrogeohimik şertli, galyňlygy, gurluşy we süzülme häsiýetleri kesgitli ýataklar degişlidir.

Çylşyrymly topara galyňlygy, gurluşy we süzülme häsiýetleri üýtgeýän suwly jynslardan düzülen çylşyrymly gidrogeologik şertli we çylşyrymly gidrohimik ýagdaýly ýataklar degişlidir.

Örän çylşyrymly topara suwly gorizontlaryň galyňlygy, gurluşy we süzülme häsiýetleri örän üýtgewli, gidrogeologik we gidrogeohimik şertleri örän çylşyrymly we başga sebäpli ýataklar degişlidir.

Ýerasty suwlaryň ulanyş gorlaryny bahalandyrylyş usullary

Berlen çykymda we kesgitli dowamlylykda suwalgyçlar bilen ýerasty suwlaryny ulanmak mümkinçiligini subut edýän ýollar bilen ulanyş gorlar bahalandyrylýar. Netijede gorlary

bahalandyrmak berlen çykymda suwuň derejesiniň peselmesini hasaplamaklykdan ybaratdyr.

Ulanyş gorklaryň bahalandyrylyşy gidrodinamik, gidrawlik, balans, matematik modelirlemek we gidrogeologik meňzeşlik usullary bilen amala aşyrylýar.

Gidrodinamik usul bilen gorklaryň bahalandyrylyşy matematiki fizikanyň we nazary gidrodinamikanyň deňlemelerinden alnan formulalar bilen hasaplamaga esaslandyr. Bu usul bilen çylşyrymlylygy 1-nji we 2-nji topara degişli ýataklaryň gorklary bahalandyrylýar. Çylşyrymly gidrogeologik şertlerde ygtybarly çaklama üçin gidrodinamiki usuly matematiki modelirleme usuly bilen bilelikde ulanmalydyr.

Gidrawlik usul bilen gorklaryň bahalandyrylyşy synag maglumatlaryny ulanmaklyga esaslanandyr. Suwsoruş synaglarda ýa-da suwalgyçlaryň ulanylyşynda alnan empirik maglumatlar boýunça suwalgyjyň hasaplaýyş çykymy ýa-da çaklama suwpeselişi bahalandyrylýar. Bu usulyň artykmaçlygy-guýunyň işleýşine täsir edýän gidrogeologik sebäpleri toplumlaýyn hasaba alynmagydyr.

Bu usul çylşyrymly we örän çylşyrymly gidrogeologik şertli ýataklarda gidrodinamik ýa-da balans usullary bilen bilelikde ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň gorklaryny **balans usully** bilen bahalandyrmak meýdançanyň suw balansyny we ulanyş gorklaryň öwezini dolma üpjünçiligini kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Bu usul suwsüzdürijiligi ýokary jynsly çäkli meýdanly gurluşda (strukturada) hem-de ýerasty suwlaryň gençleri sebitleýin bahalandyrylanda gidrodinamik ýa-da gidrawlik usullar bilen bilelikde ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň gorklaryny **matematik modelirlemek usuly** bilen bahalandyrmak kysymlaýyn hasaplaýyş çyzgdynda ýerleşmeýän örän çylşyrymly gidrogeologik şertlerde ulanylýar.

Ýerasty suwlaryň gözleginde we barlagynda bu usul iki ugur boýunça: 1) ýerasty suwlaryň ulanyş gorlaryny bahalandyrmakda; 2) ýataklaryň barlagynda amatly usullary esaslandyrmakda ýa-da gözleg-barlag moderlirlemekde beýleki usullar bilen bilelikde ulanylýar.

Gidrogeologik meňzeşlik usuly işläp duran suwalgyçlaryň ulanyş tertibiniň maglumatlaryny oňa meňzeş gidrogeologik şertli barlag meýdançanyň gorlaryna baha bermekde ulanmakdan ybaratdyr. Bu usul bilen ýerasty suwlaryň gorlaryna baha bermekligiň takyklygy pesdir (golaýlaşdyrylandyr), emma çylşyrymly gidrogeologik şertde ýerasty suw ýataklaryň barlaglarynyň depginini çaltlandyrmakda ulanylýar.

II bölüm. İnžener geologiýasy

8. İnžener geologiýasynyň manysy, mazmuny, düzümi, çözyän meseleleri, ösüş taryhy, ylmy we amaly ähmiýeti, gaýry ylymlar bilen özara baglanyşygy

8.1. İnžener geologiýasynyň manysy

İnžener geologiýasy geologik maglumatlary dürli gurluşyk bähbitleri üçin ulanmaga niýetlenen ylymdyr.

Öwrenilýän ylmyň şuňa 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:

İnžener 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. Döwrüň 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.

8.2. 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 tapgyrini başyndan geçirýär. Şu jähetden Inžener geologiýasynyň ösüşini Irki we Taryhy döwürlere bölmek bolar.

A. Irki döwür

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

1) Gadymyýetden XVIII asyryň aýagyna çenli.

Gadymy döwürde Merkezi Aziýada, Eýranda, Siriýada, Rimde, Hindistanda, orta asyrlarda bolsa, ýurtlaryň köpüsinde beýik galalar, gorag diwarlary, piramidalar, ybadathanalar, suw

geçiriji desgalar gurlupdyr (şol sanda ýer titremäniň ýygy-ýygydan bolýan ýerlerinde). Şeýle desgalaryň ençemesi olaryň gurluşygy üçin ýörite inžener gözlegleriň geçirilmänligine garamazdan, asyrlaryň dowamynda ýumrulman saklanyp galypdyr.

“Inžener geologiýasy ýokka gurlan jaýlar nädip saklandyka?” diýen soragy 2 sebäp bilen düşündirip bolar.

Birinjiden, gadymyýetde gurulmaly jaýlaryň teýkary hiç hili öwrenilmändir diýmäge esas ýok. Biziň eýýamymyzyň başlarynda Rimiň golaýynda gladiatorlaryň söweşine tomaşa etmek üçin gurlan äpet stadion ilkinji açylan güni ýumrulyp, 50 müň adam heläk bolupdyr. Şol apatdan soň Rimiň senatynyň kararynyň bir jümlesinde “ilki teýkary ýeterlik öwrenilmezden, jaý-desga gurmagy gadagan etmeli” diýlip bellenyär.

Ikinjiden, bina-yमारatlaryň hiç hili gözleg-barlagsyz çak bilen bahalanyp, teýkarda ýatan teýgumlara laýyk gurulmagy mümkin. Taryhda jaý-desgalaryň müňlerçesi gurlupdyr, biziň günlerimize çenli bolsa, olaryň sanaýmalylary ýetipdir. Ir döwürde hökümdarlar tarapyndan geçirilýän gurluşyk üçin göz-görtele iň gowy ýerleriň, iň gowy gurluşyk materiallarynyň we iň ökde ussalaryň ulanylanlygy nazarda tutulsa, aýdylanlar düşnükli bolar.

Garalýan döwürde gurluşygyň tejribesi barada käbir kitaplary hem ýazylýar (Witruwiý (b.e.öň I asyr) “Binagärlik hakda 10 kitap”, Kulon (1773 ý.) “Teýgumlaryň söýget diwaryna basyşy” we başg.). Ol kitaplarda gurluşygyň tebigy proseslere we tersine, tebigy prosesleriň jaý-desgalaryň mäkämliğine, durnuklylygyna täsiri barada maglumatlar berilýär.

Türkmenistanda bu tapgyrda gurlan desga-jaýlara kärizleri, „Merz“ gaçysyny (Köpetdagetäk düzlügi), Soltan Sanjaryň kümmetini, XI asyrdan palçykdan salnan “Gyz galasyny” (Baýramaly), Tekeşiň kümmetini, Törebeg hanyma bagyşlanan ymaraty (Daşoguz) mysal getirip bolar.

2) XIX asyr.

XIX asyrda kapitalizmiň ösmegi bilen baglylykda, demir ýol, şäher, suw tehniki desgalaryň gurluşygy ýaýbaňlanyp başlaýar. Gurluşyk üçin geçirilen inžener gözlegleriniň, taslamalaryň tejribeleri barada inžener geologiyasyna golaý jemleýji kitaplary ýazylýar. Olara P. Usowýň (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 geologiyasy” diýen adalganyň, ylym pudagyň, okuw-ylymy kafedralaryň döremegi, pudak boýunça ilkinji kitaplaryň ýazylmagy bilen meşhurdyr.

“Inžener geologiyasy” 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 geologiya” 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 geologiyasy” 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, ýalňys taslamalaryň düzülmegine sebäp bolýanlygyny belleýär.

1923-nji ýylda Sankt-Peterburgda (Russiýa) gum ýollary örtmek üçin çäge-topur-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.

B. Taryhy döwür

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 laboratoriyalar, 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 meýdançasynnda geologik gurluşy, gidrogeologik şertleri, geologik hadysalary öwrenmek zerurlygy döreýär. Agzalan soraglary tutuşlygyna öwrenýän ylm 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. Bondariginiň 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 bölüminiň – 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 bahalanyş 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 häzirkî 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.

8.3. Inžener geologiýasynyň düzümi

Inžener geologiýasynyň aýry-aýry 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, düzüm böleklerine özboluşly garaýşy bar. Alymlaryň aglaba köpüsi inžener geologiýasyny 3 bölege

bölyärler: “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 iň 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-geologiyasynyň iň 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.

8.4. Inžener geologiyasynyň başga ylymlar bilen baglanyşygy

Inžener geologiyasy ençeme geologik we geologik däl (tebigy we tehnik) 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 iň wajyp bölegini düzýän geologik gurşawy aýawly ulanmagy we gorap saklamagy esaslandyrmak üçin zerur maglumatlary taýýarlaýar.

Inžener geologiyasy geologik ylymlaryň hemmesi bilen diýen ýaly (esasan, gidrogeologiya, mineralogiya, litologiya, petrografiya, geohimiya, tektonika, dinamiki geologiya bilen) baglydyr. Geologik ylymlardan inžener geologiyasyna iň ýakyny **gidrogeologiyadyr**. Şol sebäpli hem bu iki geologik ylym bir hünäre birikdirilýär. Emma inžener geologiyasynda ýerasty suwlara gidrogeologiyadakydan başgaça garalýar. Mysal üçin, **teýgum öwrenişde** teýgumuň gaty bölejikleriniň tebigy suw erginleri bilen arabaglanyşygyna uly üns berilýär. Iň 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 düzümleriň bölegi ýaly garalýar. Şol bir wagtda hem ýerasty suwlaryň gidrogeologiýanyň öwrenýän esasy obýektligine 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 deňişli 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 geçýän 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 ulanylyşygy sebäpli.

Geologik däl ylymlaryň içinde inžener geologiýasyna iň ýakyn durýany “**Toprak öwrenişdir**“. Bu baglanyşyk ylymlaryň ikisiniň hem öwrenýän umumy obýekti - **topragyň** üsti bilen bolup geçýär. Toprak öwrenişde toprak ösümlikleriň gögerip, ösüp ýetişýän gurşawy hökmünde öwrenilýär. Inžener geologiýasy topragy teýgum hökmünde öwrenýär. Görnüşi ýaly, bu iki ylmyň 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 ulanylyşan şejere (gelip çykyş) usuly teýgumlar öwrenilende hem ulanylýar. Munuň sebäbi inžener geologiýasynyň gözbaşynda bolan alymlar (F.P. Sawarenskiý, P.A. Zemýatçenskiý, M.M. Filatow we başg.) alan bilimi we iş tejribesi boýunça toprak öwrenijilerdir.

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

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

9. Teýgum öwreniş

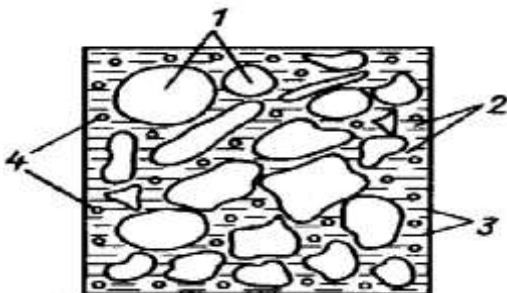
9.1. Teýgumlaryň madda düzümi

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 bölekleýin ýa-da tutuşlygyna gysyp çykarýar we boşan ýerleri doldurýar.

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



22-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, sepleşikleri bilen kesgitlenilýär.

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

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 içindeki 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 (Na_2SO_4), natriniň karbonaty we gidrokarbonaty (Na_2CO_3 , NaHCO_3) we beýlekiler degişlidirler. Bu duzlar durnuksyzdyrlar we umuman, zyýanly häsiýetlere eýedirler, mysal üçin, binýadyň sementini, armaturasyny, ýere gömlen turbalary, kabelleri iýip zaýalaýarlar. Olar ösümlikleriň

göğermegine, 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 gowşayar, duzlary ereden suw bolsa, iýijilik häsiýetine eýe bolup, galtaşan ýerindäki betonlary, metallary, kerpiçleri haraplaýar.

Haýal ereýän duzlaryň iň 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 jäjege, aýna gyýçagyna meňzeş, ýöne ýumşak hem port görnüşde duşýar. Tebigy şertlerde bu hili zylça eremeýär diýen ýalydyr, sebäbi olaryň daşyny gurşap alan toýun (şykgy) suw geçirmeýär.

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

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

Kyn ereýän duzlara 2-3 walentli metallaryň kömürturşy duzlary-karbonatlary girýär: kalsit, dolomit, magnezit we ş.m. Bu duzlar adaty şertlerde juda kynlyk bilen

ereýärler (eger ýumruk ýaly kalsiti bir bedre suwa atyp goýsaň, bir ýylda onuň 1gramy hem eremez). Eger-de ýerasty suwuň düzüminde ergin ýagdaýda kömürturşy gazy bar bolsa, karbonatlaryň eremek ukyby artýar. Bu ýagdaýda geologik wagtyň dowamynda hekdaşdan, dolomitlerden düzülen gatlaklarda köwekleriň, uly boşluklaryň döremegi mümkin (“Köwata” gowagy)

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

Toýun minerallary

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

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

Düzümi, gurluşy boýunça toýun minerallary 3 topara: kaolinitlilere, gidroslýudalylara we montmorillonitlilere bölünýärler. Montmorillonit topary (montmorillonit, beýdellit, bentonit) ýokary süýgeşikligi, suwy köp mukdarda özüne

çekip, çişip bilýänligi bilen bellidir. Kaolinitlileriň (kaolinit, nontronit, nakrit) süýgeşikligi pes, olar suwda çişmeýärler. Gidroslýuda toparyna degişli minerallaryň aram häsiýetleri bar. Gidroslýudalylar Türkmenistanyň toýunsow dag jynslarynyň düzüminde köp duşýarlar.

Inžener-geologik maksatlar üçin toýunsow minerallaryň haýsy topluma degişlidigini bilmek ýeterlik bolýar. Toýunsow minerallary jikme-jik öwrenmek üçin dürli usullaryň 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 ýada 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.

9.2. Teýgumlaryň strukturasý we teksturasý 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 sepleşigi 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 seplesişsiz 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 düzýän bölejikleriň keşbi, üst nätekizlikleri biçak köp dürlüdür. Bu keşpler ummany öwrenilende, toparlananda ýöntemleşdirme, sadalaşdyрма usullary ulanylýar, mysal üçin, olar togalak, süýnmek, ýargaklaç we ş.m. keşplere, ýylmanak, бүдүр-сүдүр, бурçлак we ş.m. üstlere bölünýärler.

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

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

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

jynslaryň (granit, bazalt, kwarsit) berkligi 100-1000 MPa-a çenlidir.

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

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

Sementli baglanyşyk zireleýin jynslaryň (çagyl, jyglym, çäge, gumbaýrak we ş.m.) boşluklaryny tebigy sementiň doldurmagynyň netijesinde döreýär. Sementi döredýän sebäpler öýjüklerdäki dürli 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 suwsüzdüriljiligi 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, yüzlerçe, 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 täzeden kem-kemden dikeldýär. Döwürleýin baglanyşyk teýgumlara süýgeşiklik häsiýetini berýär, şol sebäpli toýunsow jynslara (çygly ýagdaýynda) uly möçberli galyndyly ýarsma (deformasiýa) mahsusdyr.

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

Teygumlaryň teksturasy

Teksturanyň teýgumlary düzýän zireleriň - minerallaryň ýerleşiş kadasydygyny oň 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 (takyrlyaryň 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 ösümlikler tarapyn döreýän giçki özgeriş teksturasy, toýunsow jynslaryň öl bolup, guramagy bilen bagly jaýryklaýyn teksturalar jynslarda dikligine gowşaklyk, gowalçlyk döredýär, suw süzdürijiligi artdyrýar, berkligi peseldýär. Keseligine şol häsiýetler tersine üýtgeýärler.

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

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

9.3. Teýgumlaryň zire düzümi

Teýgumlaryň zire düzümi we onuň kesgitleniş usullary

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

Zire düzümi (könelişen adalga – „mehaniki düzümlü“) teýgumy düzüýän dürli möçberli bölejekleriň deňeşdirme mukdarydyr. Zire düzümi teýgumlaryň süýgeşiklik, öýjüklilik, şüşmä 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, çägeleriň) suw süzdürijiligini ýasama (empirik) formulalaryň üsti bilen hasaplamak;
- 3) teýgumlaryň ýollaryň emeli düşegi, gumdan galdyrylýan gaçylar, bentler üçin ýaramlylygyna baha kesmek;
- 4) buraw guýularyna goýulýan süzgüçleriň öýjük-deşikleriniň amatly diametrlerini hasaplamak;
- 5) suw bentlerinde, hendekleriň diwarlarynda we ş.m. teýgumlarda süzülme zerarly hokurdanlaşma döreme howpuna baha kesmek we terslin süzgüçleri hasaplamak;
- 6) teýguma gurluşyk materialy hökmünde baha kesmek (kerpiç guýmak, betona garmak we ş.m.).

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

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

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

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

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 bellennmäge 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, dykzylygyň ýa-da gidrostatik basyşyň üýtgewine esaslanan usullar (**areometrik usuly** we Bigneriniň 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-öýjükçiligi, 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.

8-nji tablisa

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 täsirliligi), suw geçirmezligi, suwy özünde saklap, yzyna bermezligi, ýokary kapillýarlygy, süýgeşikligi, suwda çişip bilmegi, berkliginiň, gysylmak ukybynyň örän uly derejede çyglylygyna baglylygy, bölejikleriň biri-birine ýelmeşip, tokga tutup bilmegi, häsiýetleriniň durnuksyzlygy we ş.m. bilen tapawutlanýarlar.

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

Dagynyk teýgumlar synpynyň Türkmenistanda zire düzümi boýunça toparlanyşy

Öňki SSSR-de we soňra Russiýa Federasyýasynda ulanylýan synplamalar boýunça toýunsow teýgumlar görnüşlere süýgeşiklik sany boýunça bölünýärler. Bu resminamalar ulanylanda Türkmenistanyň teýgumlarynyň kaolinitli, gidroslýudaly düzümi, pes kolloid işjeňligi, kirşenligi 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 (9-njy we 10-njy 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 bölejikleriniň ($d < 0,002 \text{ mm}$) % 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 göterimde aňladylan mukdary görkezilen tablisalarda berilýär. Emma tablisada berlen zire düzümiň görnetin äşgärligi bermeýänligi üçin bu usul ýeterlik bolmaýar. Şol sebäpli inžener-geologik barlaglarda teýgumlaryň zire düzümleri goşmaça çyzgy (grafik) üsti bilen aňladylýar. Iş ýüzünde şeýle çyzgylaryň 2 görnüşi ulanylýar: üçokly çyzgy we ýarymlogarifmik çyzgy.

Üçokly çyzgy (üçburçlyk çyzgy) zire parçalarynyň üçüsini bir nokadyň üsti bilen şekillendirmäge mümkinçilik berýär (23-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 ($2-0,05 \text{ mm}$), kirşen parçalary ($0,05-0,002 \text{ mm}$) we toýun parçasý ($<0,002 \text{ mm}$) 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 zygiderli 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 (11-nji tablisa a, b, ç).

11-nji tablisa

**Teýgumlaryň zire düzüminiň tablisa görnüşini we onuň
üçokly çyzgysyny we jemleýji egrisini gurmak
üçin taýýarlanylşynyň mysaly**

a) zire düzüminiň tablisa görnüşü

Zire düzümi, %								
Zire parçalarynyň möçberleri, mm								
10-2	2-1	1-0,5	0,5-0,2	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,0	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 jemleniş

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

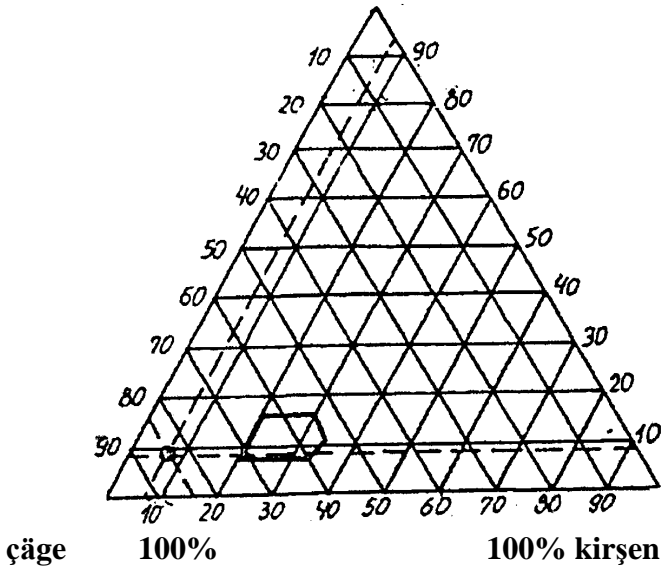
Jemleýji egrini ýarymlogarifmik masştabda (masştabda) gurmak üçin kese okda zireleriň möçberleriniň onluk logarifmleri görkezilýär. Dik okda zire parçalarynyň jemlenen mukdary göterim hasabynda berilýär. Zire düzüminiň jemlenen çyzgylary köplenç çägesow, käte toýunsow teýgumlaryň zire düzümi boýunça dürlülük koeffisiýentini tapmak üçin ulanylýar (24-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.

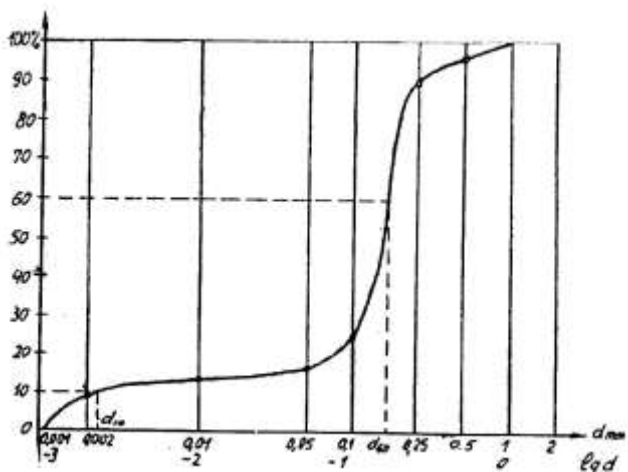
100% toýun parçalary (<0,002 mm)



parçalary (2-0,05 mm)

parçalary (0,05-0,002 mm)

23-nji surat. Teýgumlaryň zire düzümini şekillendirýän
üçburçly çyzgy



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

9.4. Teýgumuň düzüminde gazlar

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

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

Teýguma gazlar atmosferadan geçýärler. Teýgum gatlaklarynyň we atmosferanyň arasynda üznüksiz gaz çalşygy bolup geçýär. Bu çalşykda diffuz prosesleri, temperaturanyň, basyşyň üýtgewi, ýagynyň, ýerüsti suwlaryň siňmegi uly orna eýe bolýar. Käbir gazlar teýgumuň özünde biologik prosesleriň netijesinde hem döräp bilýär. Atmosfera bilen teýgumuň arasynda gaz çalşygynyň üznüksiz bolup geçýänligine garamazdan, teýgumdaky gazyň düzümi howanyň düzüminden tapawutlydyr. Teýgumdaky gazlaryň düzüminde kömürturşy gazyň (CO_2 -niň) mukdary ýokarydyr, kislorodyňky azdyr. Howada CO_2 -niň mukdary 0,03% bolsa, teýgumuň öýjüklerinde onuň mukdary 10%-e ýetip bilýär. Teýgumdaky

howa bilen atmosferanyň howasynyň arasyndaky bu tapawut, teýgumda güýçli derejede bolup geçýän proseslerde (turşama we ş.m.) kislorodyň harçlanmagynyň we CO₂-niň bölünip çykmagynyň bir wagtda bolup geçýänligi bilen baglydyr. Teýgumda CO₂-niň, esasan hem, kömürturşy gazyň ergin görnüşde bolmagy ýerasty suwlaryň iýijilik häsiýetlerini, karbonat saklaýan minerallaryň eremegini güýçlendirýär. Mundan başga-da CO₂ 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 çököýärler we jynsy sementleýärler. Gatlakda kömürturşy gazyň artmagy karbonat sementiniň eräp, dargamagyna getirýär.

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

Bug görnüşli suw teýgumdaky suwuň beýleki görnüşleri bilen hemişelik deňagramlylyk saklaýar. Eger buglar doýgun ýagdaýa geçseler, olar goýalyp damja öwrülip bilýärler. Şu usul bilen dörän suwlar mineral zireleriň üstüne ýapyşýarlar ýa-da jaýryklaryň, öýjükleriň iň dar ýerlerinde toplanýarlar. Doýgun bugdan dörän damjalar ownuk çägelerde kapillýar baglanyşyklary döredip bilýärler, olar guraksy zolakdaky çöl ösümlüklerine zerur çygy yzygiderli berýärler (Garagum çägesi). Süýji suwuň ýetmezçilik edýän ýerlerinde adamlar gadymy döwürden bäri iri öýjükleri (gowalçylyklary) emele getirýän daşy ýylmanak daş üşmekleriniň (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. CO_2 , soňra N_2 , O_2 we H_2 ýaly molekulalar has berk ýapyşýarlar. Teýgumuň düzümine, çyglylygyna baglylykda, adsorbirlenen gazyň her 100 g teýguma düşýän göwrümi 1-iň ülüşlerinden 15 sm^3 -e çenli ýetip bilýär. Adsorbirlenen gaz zireler tarapyndan örän berk saklanýar, ony diňe teýgum yzgarlanda suw gysyp çykaryp bilýär. Gysylp çykarylan gaz, adatça, 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 газ suwuň aşagyndaky läbiklerden mikrobiologik prosesleriň netijesinde bölünip çykýan gazlardan hem döräp bilýär. Gapjалан газlar teýgumuň jümmüşinde öýjük basyşyny döredip bilýär. Gapjалан газlaryň

ummasyz köp mukdarda toplanan ýerlerine tebigy gazlaryň ýataklary mysal bolup bilýär.

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

Düzümünde 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.

9.5. 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 dartyş güýjüniň (agramyň) we basyşyň täsiri bilen hereket edýän suwlara aýdylýar. Mysal

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

Bölejikleriň daşyna üýşen dipolly kationlar otrisatel zarýady doly doýurmaýarlar. Şol sebäpli olaryň hem daşynda gowşak dartylýan-örklenen (diffuz) ýa-da ikinji suw gatlagy emele gelýär. Örklenen suwuň galyňlygy-ýukalygy şol ýerdäki

suwuň temperaturasyna, basyşyna, duzlulygyna we ş.m. bagly üýtgäp durýar. Berk ýapyşan suw hereketsizdir. Örklenen suw galyň örtükden ýuka 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 suwsygyň, aňrybaş-molekulýar suwsygyň. Gigroskopik suwsaklaýyşy bilmek üçin teýgum ownudylýar, soňra jaýyň içinde stoluň üstünde serlip (bir gije-gündiziň dowamynda) guradylýar. Şondan soň teýgumda galan çyglylyga **aňrybaş gigroskopik suwsygyň** diýilýär. Bu çyglylygy kesgitlemek teýgumuň zire dykzlylygyny, 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 suwsygyň (AMS)** diýilýär. AMS-u öwrenmek üçin teýgumdaky suwuň mukdaryndan erkin (hem-de kapillýar) suwy aýryp, soň çyglylyk tapylýar. Erkin suwy aýyrmak üçin çägede beýik sütünler usuly (метод высоких колонн), toýunsow jynslarda bolsa, suwy siňdirip ýa-da çalt pyrlap aýrylýan usullar (методы влагоемких сред и центрифугирования) ulanylýarlar.

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°C çenli gyzydrylyp kesgitlenende himiki bagly suw göz

öňünde tutulmaýar. Emma himiki bagly suw 80°C gyzgynlykda zylçanyň kristallaryndan çykyp ugraýar (dolulykda 180°C-da çykyp gutarýar). Şonuň üçin eger çyglylyk gyzdyrmak usuly bilen (TDS - 5180-84) kesgitlenilýän bolsa, zylçaly teýgumda çyglylyk bolmalysyndan ep-esli artykmaç çykýar.

Buz 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°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.

9.6. Teýgumlarda janly jisim

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

Biotanyň (janly jisimleriň) düzümine: 1) organiki maddany döredýän ýokary ösümlikler; 2) organiki maddadan iýmitlenýän oňurgasyz we oňurgaly haýwanlar; 3) organiki

maddany hem döredip hem ulanyp bilýän mikroorganizmler girýärler.

Ýokary ösümlikler teýgumda ölen (guran) galyndylar, janly kökler, kök önümleri görnüşde duşýarlar. Olaryň umumy göwrümi uludyr. Mysal üçin, her kökün 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 janyňyň berkligi, juda ýowuz şertlere çydamlylygy haýran galarlyklydyr. Olar -7°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, sülekeýler 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.

9.7. Teýgumlaryň fiziki häsiýetleri

Dagynyk teýgumlaryň esasy fiziki häsiýetlerine çyglylyk, dykzylyk 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 dykzylyk derejesi degişli. Fiziki häsiýetleriň esasy we goşmaça görkezijileriniň sanawy 12-nji tablisada berilýär.

Teýgumlaryň çyglylygy

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

Çyglylygyň san bahasyny aňlatmak üçin, adaty, 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, öýjükligine – jaýryklygyna, ýatýan çuňlugyna, ýerasty suwlaryň derejesine, adamyň hojalyk işlerine we ş.m. baglylykda örän giň gerimde üýtgeýärler. Çägeləriň çyglylygy howaly zolakda 4-5% çemesi bolsa, kapillýar yzgarlan ýa-da

12-nji tablisa
**Çägesow we toýunsow jynslaryň fiziki häsiýetleriniň
görkezijileri**

T/b NN	Görkezij iniň ady	Bel gi	Hasaplanyş formulasy	Ölçeg Birligi
1	2	3	4	5
1	Gaty (mineral) bölejikle riň dykyzlyg y	ρ_s	$\rho_s = \frac{m_s}{V_s}$	g/sm^3
2	Dykyzly k	ρ	$\rho_s = \frac{m_s + m_w}{V_s + V_{\ddot{o}}}$	g/sm^3 , t/m^3
3	Gury haldaky Dykyzly k	ρ_d	$\rho_d = \frac{m_s}{V_s + V_{\ddot{o}}} = \frac{\rho}{1 + 0,01W}$	g/sm^3 , t/m^3
4	Suwasty dykyzlyk	ρ_u	$\rho_u = \frac{\rho_s - \rho_w}{1 + e}$	g/sm^3 , t/m^3
5	Udel agram	γ	$\gamma \approx \rho \cdot 10$	kH/m^3
6	Agram çyglylyg y	W	$w = \frac{m_w}{m_s} \cdot 100\%$	%
7	Göwrüm çyglylyg y	W_g $\ddot{o}w.$	$W_{g\ddot{o}w} = W \cdot \rho_d$	%
8	Doly suwsygy m (agram öýjüklili gi)	W_d	$W_d = \frac{n}{\rho_d}$	Ölçegsi z
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	$e = \frac{V_{\ddot{o}}}{V_s} = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d}$	Ölçeğsiz
12	Suwdan doýgun jynsnyň öýjüklilik koeffisiýenti	e_w	$e_w = W \cdot \rho_s$	Ölçeğsiz
13	Ýaýylyş çägi	W_p		%
14	Akgynlyk çägi	W_L		%
15	Süýgeşilik sany	I_p	$I_p = W_L - W_p$	%
16	Ýaýylma görkezijisi	I_L	$I_L = (W_0 - W_p) / (W_L - W_p)$	Ölçeğsiz
17	Toýunsow jynslaryň dykzlyk derejesi	K_d	$K_d = \frac{e_L - e_0}{e_L - e_p}$	Ölçeğsiz

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

V_s , $V_{\ddot{o}}$, V_w – gaty bölejikleriň, öýjükliligiň we öýjükliligiň suwuň göwrümi;

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

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

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

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.

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, ýuwudýjylyk 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: ρ_s – gaty bölejikleriň dykzlygy, g/sm³;

ρ_w – suwuň dykzlygy ($\rho_w=1,00$ g/sm³ 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 ýaýylyýan durkunda bolýarlar. Olaryň baglanyşygy, berkligi dykyzlaşmanyň derejesine görä has ýokary hem bolup bilýär.

4. $0,5 < S_r < 0,8\div 0,95$. 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) dykyzlyga, çyglylyga, demrikme derejesine baglylykda, dürli

bolup bilýär. Mysal üçin, ýokary dykyzlykly toýunlar (örän dykyz toýunlar), demrigen toýunlar (toýundaşlar) öýjükleriniň suwdan dolulygyna garamazdan ($S_r=0,8-0,95$), agram çyglylygyny pes derejede saklaýarlar. Şol sebäpli olar gaty, gataňsy, zordan ýaýylyan durkuny, pes bolmadyk berkligini saklamaga ukyply bolýarlar. Şeýle toýunsow teýgumlara Aşgabat şäheriniň aşagyndaky gurulýan zeý-akabaly tonnel 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 dykyzlygyna, demrikme derejesine bagly bolýar.

Türkmenistanda dagynyk teýgumlaryň tebigy çyglylygy ýer ýüzüniň relýefine, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna we emeli şertlere baglydyr. Belent gyrlary, baýyrlary, depeleri düzýän lýoslarda, gumbaýraklarda uly çuňluklara çenli çyglylyk 3-4%-den ýokary geçmeýär we diňe ygaldan soň iň ýokary gatlak (0,-0,5 m) gysga wagtlyk 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 öwrülmeği zerarly, döreýän bu çyglylyk diňe süýşýän çägelerde bolmaýar. Sebäbi siňen nemi şemal bugardýar. Amatly şertlerde howur buglary yzygiderli damja öwrülip, aşakdaky şor suwlaryň ýüzünde linza şekilli süýji ýerasty suw ýatagyny emele getirýär (Ýasha, Jynlyköl suw ýataklary we ş.m.).

Suwarymly ýerlerde, şorlarda zeýleme zerarly howaly zolak köplenç ýuka bolýar, az çygly zolagyň galyňlygy 1-2 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, öýjüklilik 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 gyzgynlykly) 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:

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

Teýgumlaryň dykzlygy

Dag jynsynyň **dykzlygy** onuň göwrüm birligindäki massasydyr. Halkara (SI) ulgamynda dykzlygy kg/m³-de ölçemek hödürlenýär, emma inžener geologiýasynda dykzlygynyň ölçeg birligi hökmünde g/sm³ we t/m³ ulanylýar.

Teýgumlaryň göwrüminiň gaty (mineral) böleklerden (süňňünden) tutuşlygyna ýa-da bölekleyin suw bilen doldurylan öýjüklerden, jaýryklyrdan we köweklerden

düzülenligi sebäpli, dag jynslarynyň dykzlygyny häsiýetlendirmek üçin üç görkeziji ulanylýar: gaty bölejikleriň dykzlygy (ρ_s), dykzlyk (ρ), gury haldaky dykzlyk (ρ_d).

Gaty bölejikleriň dykzlygy (ρ_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 göwrümüne (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 (g/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 öýjüklik hasaplananda ulanylýar. Bu dykzlygyň tejribe üsti bilen kesgitleniş usullarynyň içinde resmileşdirileni piknometr usulydyr.

Dykzlyk (ρ)

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

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

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

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

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

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

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

Türkmenistanda çägesow-toýunsow jynslaryň dykyzlygy olaryň öýjükliligine we çyglylygyna baglylykda, 1,30-2,30 g/sm³ aralygynda üýtgeýär.

Dykyzlyk 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 dykyzlyk (ρ_d)

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

$$\rho_d = \frac{m_s}{V} = \frac{m_s}{V_s + V_{\ddot{o}}}$$

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

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:

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

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

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

Suwasty dykzlyk (ρ_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 (12-nji tablisa). Bu dykzlyk ýerasty suwlaryň derejesinden aşakda teýkarlaryň we ýapylaryň durnuklylygy hasaplananda adaty dykzlygyň deregine ulanylýar.

Teýgumlaryň öýjükligi

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 öýjükligi 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 öýjüklükler üç hili bolýar:

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

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

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

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

$$n = \frac{\text{Öýjüklüklüň göwrümi (V}_0\text{)}}{\text{Teýgumuň umumy göwrümi (V)}} \cdot 100\% = \frac{V_0}{V_s + V_0} \cdot 100\%$$

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

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

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

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

Öýjükliligiň käbir çägelere gös-göni tejribe geçirip, sindeirme usuly bilen kesgitläp bolýar. Emma dagynyk teýgumlarda geçirilýän gözleg-barlaglaryň aglaba köpüsünde 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** dyklylyk, gaty bölejikleriň dyklylygy, çyglylyk kesgitlenýär. Gury haldaky dyklylyk, suwasty dyklylyk, öýjüklilik, öýjüklilik koeffisiýenti, çyglylyk derejesi **hasaplanyp** tapylýar.

Köp zähmeti talap edýän bu hasaplamalaryň deregine agzalan görkezijileri hasap tablisasyndan alyp bolýar.

Çägeleriň öýjükliligi boýunça goşmaça maglumatlar.

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

Çägeler öýjüklilik koeffisiýenti boýunça dykyz, aram dykzlykly we küpürsek çägelere bölünýärler (13-nji tablisa).

13-nji tablisa

Çägeleriň öýjüklilik koeffisiýenti (e) boýunça görnüşliklere bölünişi

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

Çägeleriň dykzlaşma derejesine baha kesmek üçin dykzlyk derejesi I_D ulanylýar (14-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 dykyz ýagdaýdaky öýjüklilik koeffisiýenti.

**Çägeleriň dykyzlyk derejesi
boýunça görnüşliklere bölünişi**

Çägeleriň görnüşlikleri	Dykyzlyk derejesi, I_D
Gowşak dykyzlaşan	$I_D < 0,33$
Aram dykyzlaşan	$0,33 \leq I_D \leq 0,66$
Aşa dykyzlaşan	$I_D > 0,66$

Çägeleriň çäk (kritiki) öýjükliligi aýratyn ünse mynasypdyr. Desgalaryň teýkaryndaky çägeler süýşende, küpürsek (gowşak dykyzlaşan) çäge dykyzlanýar, dykyz (aşa dykyzlaşan) çägäniň weli, süýşme zolagynda öýjükliligi artýar. Süýşme wagty üýtgemeyän öýjüklilige **çäk öýjükliligi** diýilýär. Bu öýjüklilik çägäniň strukturasy, düzümine we süýşmäniň önüsyndaky 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.

9.8. 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 döreýänligi bilen baglydyr.

Düwürleýin seplesik güýçleriniň toýunsow jynslara ep-esli derejede berklik we bitewilik berýändiginiň 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, süňnüp, towlanyp) bilmegine olaryň **süýgeşikligi** diýilýär.

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

Süýgeşiklik inžener geologiasynda 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 çäkdən sähelçe-de pes bolsa, toýunsow jyns agramdan, güýçden süňnmeýär, ýaýylmaýar, maşşarmaýar, diňe owranýar, mynjyraýar, pytraýar.

Akgyňlyk çägi toýunsow jynslaryň süýgeşiklik halyndan akgyn halyna geçýän araçägindäki çyglylykdyr. Eger çyglylyk akgyňlyk çäginden pes, ýaýylyş çäginden 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 çäginden 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. Akgyn toýunsow jyns diňe daşy çäklendirilen ýerde (gapda, çukurda) öz durkuny saklap biler.

Dürli toýunsow jynslary gaty haldan süýgeşik hala, süýgeşik haldan akgyn ýagdaýa geçirýän çyglylyklaryň san bahalary dürli-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-akgynlyk çägi) öňünden öwrenip, tapyp goýsaň, şol teýgumlaryň haýsy çyglylykda nähili hal-ýagdaýa geçjekdigini hasaplap bolýar.

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

15-nji tablisa

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

Toýunsow teýgumlaryň görnüşlikleri	Ýaýylma görkezijisi, I_L
Gumbaýrak: gaty süýgeşik akgyn	$I_L < 0$ $0 \leq I_L \leq 1$ $I_L > 1$
Topurlar we toýunlar: 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 (15-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.

9.9. Teýgumlaryň suwatabyn häsiýetleri: suwda durnuklylygy, suwsygymy, suw süzdürijiligi

Dürli dag jynslary suw gurşawyna gabsalsa, öllense, yzgarlasa, suwuň täsirine tabynlyk derejesine baglylykda, olar öňki durkuny, häsiýetlerini üýtgedýärler. Bitewidaş jynslar (granitler, mermerler, jaýryksyz çägedaşlar we ş.m.) suw gurşawynda az üýtgeýärler. Çagyl-jyglymlaryň suwda az-kem çöküjiligi artýar, berkligi ep-esli peselýär. Çägeleriň suwda berkligi, durnuklylygy birneme azalýar. Suwda tutuş durkuny üýtgedýän we ençeme täze häsiýetlere eýe bolýan topar – toýunsow jynslardyr.

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

Teýgumlaryň suwda durnuklylygy (ýumşama, çişme we ýygrylma ukyplary)

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

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

$$K_y = R_1/R_0,$$

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

TDS-25100-95 resminamada ýumşama ukyby boýunça bitewidaş teýgumlary 2 topara bölünýärler: 1) $K_y \geq 0,75$ – 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 ýitirýanlygy bilen bagly. Yzgar iňňän kiçi jaýryklara we öýjüklere siňip, suwuň ýuka ýorkasynyň döredýän, möçberi onlarça MPa-a ýetýän giňeldiji basyşy zerarly, süýnme berkligi pes dag jynslarynyň baglanyşygyny üzüp, jynsy dargadyp bilýär. Çökündi bitewidaş jynslarda suw sementi ýumşadyp, eredip, berkligi peseldýär.

Toýunsow jynslaryň suwda durnuklylygyny kesgitlemek has möhümdir, sebäbi olar suwuň täsiri bilen,

adatça, baglanyşygyny, durnuklylygyny üýtgedýärler, suwa ezilip, ýumşap, öz agramyna akyp, süşüp amatsyz şertleri döredýärler (täze gazylan ýaplaryň, açyk zeýkeşleriň kenar erňeginiň durnuklylygynyň ýitmegi we ş.m.). Gumbaýraklar, lýoslar, gežler has çalt ýumşap, dargaýarlar. Topurlar, has hem dykyzlaşan toýunlar haýal ýumşayarlar.

Toýunsow teýgumlaryň ýumşamasyny häsiýetlendirmek üçin iki görkeziji ulanylýar:

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

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

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 ε_{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 (16-njy tablisa).

16-njy tablisa

Toýunsow teýgumlaryň Görnüşligi	Ýüksüzkä yzgarlap çişmäniň Deňeşdirme bahasy, ε_{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	$\varepsilon_{sw} > 0,12$

2) **Çişme basyşy** teýguma çişmäge ýol berilmän yzgarladylanda döreyän aňrybaş uly basyşdyr. Türkmenistanda ynsanly döwürde (Q) dörän toýunlarda bu basyşyň bahasy 200-300 kPa-a ýetip bilýär, diňe toýun parçasyndan düzülen toýunlarda bolsa, 1100 kPa-a ýetip bilýär.

3) **Çişme çyglylygy** bu teýgumuň suwy özüne siňdirmesini togtadan wagtyndaky çyglylykdyr. Güýçli çişme yzgarlanmanyň başlangyç böleginde bolup geçýänligi sebäpli, toýunsow teýgumuň ýaýylyş çägi boýunça onuň çişmä meýilliligine baha kesip bolýar. Eger teýgumuň tebigy çyglylygy ýaýylyş çäginde 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 hendepler, garymlar gazylanda, şeýle-de ýerli gumdan gaçylar, bentler salnanda hasaba alynmalydyr.

Ýygryлма ukyby toýunsow teýgumlaryň öl ýagdaýdan gury ýagdaýa geçende göwrümini kiçeltmegidir. Bu häsiýet başlangyç çyglylyga, toýun parçalarynyň mukdaryna we mineral düzümine baglydyr. Takyrlaryň ýüzüniň jaýryklary, derýalar joşanda, sil gelende oýlary, gollary 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, ýygryлма çyglylygy bilen häsiýetlendirilýär.

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

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 öýjükligine, 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 ýada 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;

ρ_w , ρ_s – suwuň we teýgumuň gaty bölejikleriniň dykzlygy.

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

Molekulýar suwsygym diýlip, dag jynslarynyň belli mukdarda fiziki bagly suwy saklamak ukybyna aýdylýar. Bu suwlar jynslardaky boşluklary doldurmaýarlar-da, ownuk bölejikleriň daşyny örtüp saklanýarlar. Dag jynslarynyň öz ownuk zireleriniň üstünde saklap bilýän suwlarynyň 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 çäğine 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-asyl bolup duran kapillýar suwlar döreýär. Suwarylan ýerde dörän kapillýar suwlar ýene-de kapillýarlar boýunça ýokary galyp, Günüň, şemalyň täsiri bilen çalt bugaryp gidýärler. Eger ekin ýeri suwarlandan soň, taba gelen badyna ýuka sürlüp, dyrmalyp kapillýarlaryň ýokarky gyzyan tarapy bozulsa, kapillýar yzgar uzak saklanýar.

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

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

bu ýerde α - suwuň üst dartyşy;
 r – kapillýaryň radiusy.

Takmyny hasaplamalarda $H_K = \frac{30}{r}$ diýip hem alynýan wagty bar. Umuman alanyňda, kapillýar ýokary galyş ownuk we kirşenli çägelerde 1,5-2 m, toýunsow jynslarda 3-4 m-e ýetip bilýär (17-nji tablisa).

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

17-nji tablisa

Dürli zire parçaly jynslarda kapillýar ýokary galys (Atterberg boýunça)

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

Dag jynslarynyň suw süzdürijiligi

Iň möhüm görkezijileriň biri bolan **suw süzdürijilik** dag jynslarynyň öz içinden dyňzawyň täsiri bilen suw geçirmek ukybydyr. Hidrogeologiyada, nebit geologiyasynda, 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 geçirmeyän jynslar uly dyňzawda belli derejede suwy geçirmäge ukyply bolýarlar.

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

$$V=K_s \cdot I,$$

bu ýerde V – süzülme tizligi, m/g-g;

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

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

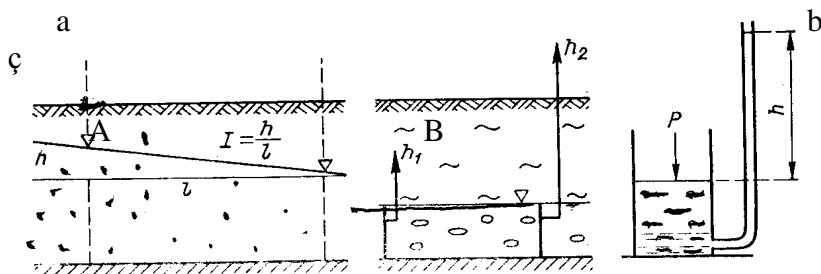
Dag jynslarynyň suw süzdürijiligini häsiýetlendirýän maglumatlar iş ýüzünde örän giňden ulanylýarlar. Olar gurluşyk hendegine, ýerasty desgalara geljek suwlaryň mukdary hasaplananda, syzylyp, ýitip gitjek suwlaryň mukdary kesgitlenende, suwly gatlaklary çalykdyrylmak, desgalaryň teýkarynyň çöküş tizligini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

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

Çägesow we toýunsow jynslarda suwuň hereketi, esasan, dyňzawyň täsiri bilen bolup geçýär. Dyňzaw gidrostatik basyş zerarly, şu şertlerde döreýär (25-nji surat):

1) teýgum suwly gatlagynyň dürli nokatlarynda suwuň derejesiniň dürlüligi sebäpli (25-nji surat, a):

2) dyňzawly suwly gatlakda dürli nokatlaryň dürli pýezometrik basyşlygy sebäpli (25-nji surat, b);



25-nji surat. Çägesow we toýunsow jynslarda suwuň dyňzawynyň döremeginiň görnüşleri 3) daşky güýjüň (P) täsiri bilen. Bu ýerde dyňzawyň h beýikliginiň P daşky güýjüň suwuň ρ_w dykyzlygyna gatnaşygyna deňligini bellemeli:

$$h = \frac{P}{\rho_w} \quad (25\text{-nji surat, } \text{ç}).$$

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, termoosmos, 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.

18-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
Owruk 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

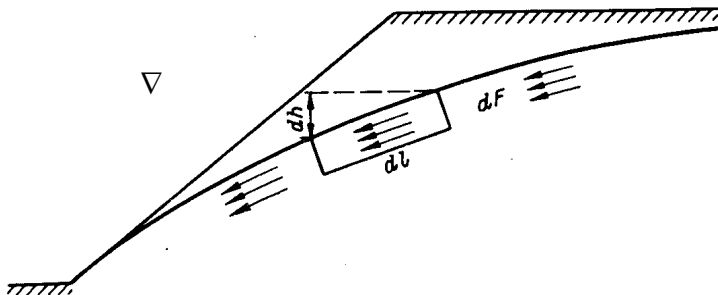
Çägesow we toýunsow jynslarda bolup geçýän suwuň süzülme we göçme hereketlerini öwrenip, bahalamagyň ähmiýeti juda uludyr. Olar jynslaryň suw geçirijiligini häsiýetlendirip, berklige, ýarsmalara, dürli geologik hadysalaryň döremegine ýa-da ösüş depgininiň güýçlenmegine uly täsir edýärler.

18-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 (26-njy surat). Eger süzülme akymynda kese kesigi dF -e deň bolan bir kiçi göwrümi alsak, onda şol kesikdäki gidrodinamik basyş (P)

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

bu ýerde ρ_w – suwuň dykzlygy.



26-njy surat. Süzülme akymynda döreýän gidrodinamik basyşyň täsiriniň sudur şekili

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

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

$$\frac{dP}{dF \cdot dL} \text{ gatnaşygy } D_{gd} \text{ bilen belläp, gidrodinamik}$$

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 döräp-ösmegine getirip bilýär. Şol sebäpli toýunsow-çägesow jynslaryň suw süzdürijiliginiň öwrenilmegi olaryň ýarşmalaryny önünden çaklamak üçin örän möhümdir.

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

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

Suwberijilik dag jynslarynyň suwdan doýgun ýagdaýynda öz düzümindäki suwlary agyrlýk güýjüniň täsiri astynda berip bilmek ukybydyr. Suwberijilik, başgaça, suwuň erkin çykýan mukdarynyň suwly gatlagyň umumy göwrümüne % hasabyndaky gatnaşygydyr ýa-da $1m^3$ suwly jynsyň berip biljek suwunyň mukdarydyr. Çägeləriň, 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 suwsygyň we aňrybaş molekulýar suwsygyň tapawudy görnüşde alnyp ulanylýar: suwberijilik = doly suwsygyň – aňrybaş molekulýar suwsygyň.

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

$$\mu = 0,117\sqrt[7]{K},$$

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.

9.10. 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 (dykzlaşma) bolup geçýär, teýgumuň göwrüm birliginde öýjüklilik azalyp, gaty bölekleriň deňşdirme mukdary artýar. Kesgitli agram zerarly bolup geçýän bu özgerişler näçe köp

bolsa, ýarsma ukyby şonça uly hasaplanýar. Teýgumda daşky täsir zerarly gytak güýçler dörese we ol güýçler süýşme garşylygyndan uly bolsalar, teýgum berkligini ýitirip, bozulýar, döwülýär, mynjyraýar.

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

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

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

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 bermeyän 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 çöküşi çägeleriň üstünde gurlanlaryňkydan kän ýokary bolýar we uzak wagtyň dowamynda (ýyllap, onlarça ýyllap) bolup geçýär. Çägeleriň üstünde gurlan desgalar hem çökýärler, emma az çökýärler we bu çökme ýarsmasy jaýyň gurluşygy gutarylanda tamamlanýar.

2. Toýunlaryň çökmesi in 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, çüýrüntgüliginiň artmagy bilen güýçlenýär.

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

5. Berk struktur baglanyşykly jynslar çökmän saklanýarlar. Olar diňe daşky ýük teýgumuň berklik çäginden ýokary bolanda çökýär.

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

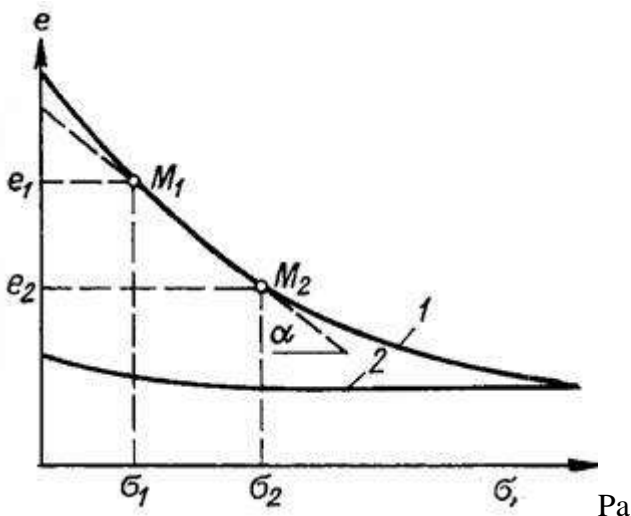
7. Dag jynslarynyň fiziki ýagdaýynyň, düzüminiň we tebigy gurluşynyň emeli täsirler bilen üýtgän ýerlerinde (gurluşyk hendekleri, barlag çukurlary bilen üsti açylan, öňki tebigy

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 (27-nji surat). Kompressiýa egrisinden görnüşi ýaly, her kesgitli σ_i basyşa e öýjüklilik koeffisiýentiniň degişli bahasy mahsus bolýar, ýagny basyş artdygyça, öýjüklilik koeffisiýenti kiçelýär.



27-nji surat. Kompressiýa egrileri
1 – dykzlaşma; 2 – küpürseme-çişme

Adatça, basyşyň ilkinji basgançaklarynda (50-100 kPa-a çenli) dykyzlaşma depgini uly bolýar, soňky basgançaklarda kompressiýa egrisiniň eňsaklygy 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 getirýän α 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, öýjüklilik koeffisiýentiniň ölçegsizligine görä, basyşyň alnan ölçeg birligine laýyklykda, ýa MPa^{-1} görnüşde, ýa-da 10^{-5}Pa^{-1} görnüşde bolýar. Takmyny deňeşdirmelerde eger **a** koeffisiýentiň bahasy (MPa^{-1} aňladylanda) 1-0,1 aralykda bolsa, teýgum güýçli çokmäge ukyply hasaplanýar; $a=0,1-0,01$ bolsa, aram çökýän; $a=0,01-0,001$ bolsa, az çökýän hasaplanýar.

Öňki ýazylan formulany üýtgedip täze formula alyp bolýar:

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

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

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

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 deňşdirme ýarsmanyň deňpaýlyk koeffisiýentidir.

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

bu ýerde:

σ_z – gysyjy dartgynlyk;

E_0 – umumy ýarsma moduly;

ε_z – gapdala süýsmä ýol berilmedik şertde agzalan dartgynlyk zerarly deňşdirme ýarsma (eger h – nusganyň beýikligi, Δh 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 σ_1 ýüke degişli öýjüklilik koeffisiýenti;

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

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

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

$\beta=1-2\mu/(1-\mu)$ ýa-da

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

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

Dagynyk teýgumlaryň umumy ýarsma moduly gaty jisimleriň maýyşgaklyk modulyna kybapdaşdyr. Emma toýunsow we 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 kiparlamaşy (konsolidasiýasy) şeýle şertlere bagly:

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

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

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

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 ýarşmalarynyň agdyklyk edýän ýerleri hem bolýar (Daşko R.E, 1976-1980 ýý.).

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

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 ýarşmalaryň 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:

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

bu ýerde:

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

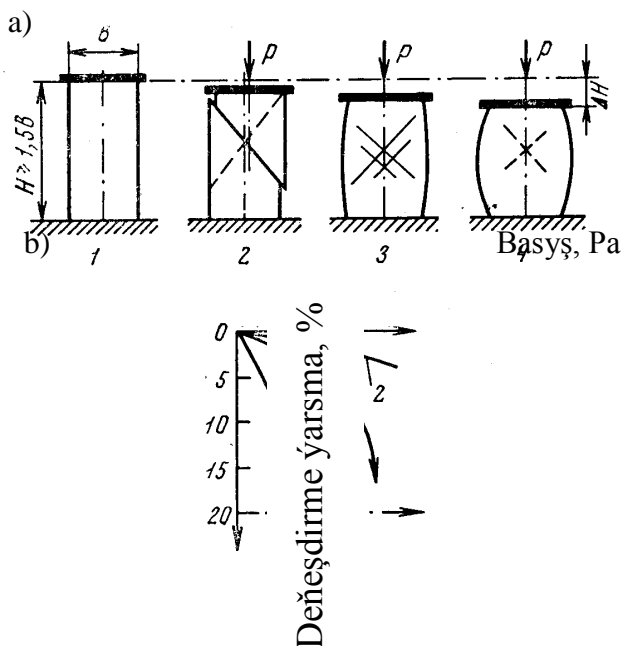
F – nusganyň kese kesiginiň meýdany, sm^2 .

Hakykatda, nusgadaky dartgynlyk birmeňzeş däl. Şol sebäpli nusgany mynjyratmagyň netijesinde, teýgumlaryň

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

Birokly gysyşda teýgumlaryň nusgasynyň döwürmegi (gaýry şertler birmeňzeş bolanda) dag jynslarynyň görnüşine baglylykda, port, ýarym port we süýgeşik bolup bilýär (28-nji surat).

Port döwürme – ýarşmalaryň 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.



28-nji surat. Birokly gysyşda teýgumlaryň ýarsmasy
(Ý.M. Sergeýew we başg. boýunça. 1973)

a) – teýgumuň nusgasynyň synagdan öňki we soňky görnüşi;
1 – nusganyň synagdan öňki görnüşi; 2 – port döwürme; 3 – ýarymport döwürme; 4 – süýgeşik ýarsma; F – nusganyň başlangyç kesigi; P – basyş; ΔH – dik ýarsma; b) – „basyş-ýarsma“ çyzgysy 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, gysylyp 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 döwölüp-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 bölejikleriniň 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 öýjükliklik artýar; bir alamatly zarýadlanan zireleriň agdyklyk etmegi bolsa, molekulýar we elektrostatik dartýş güýçleri gowşadýar.

Dykyzlygynyň 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 çägene 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).

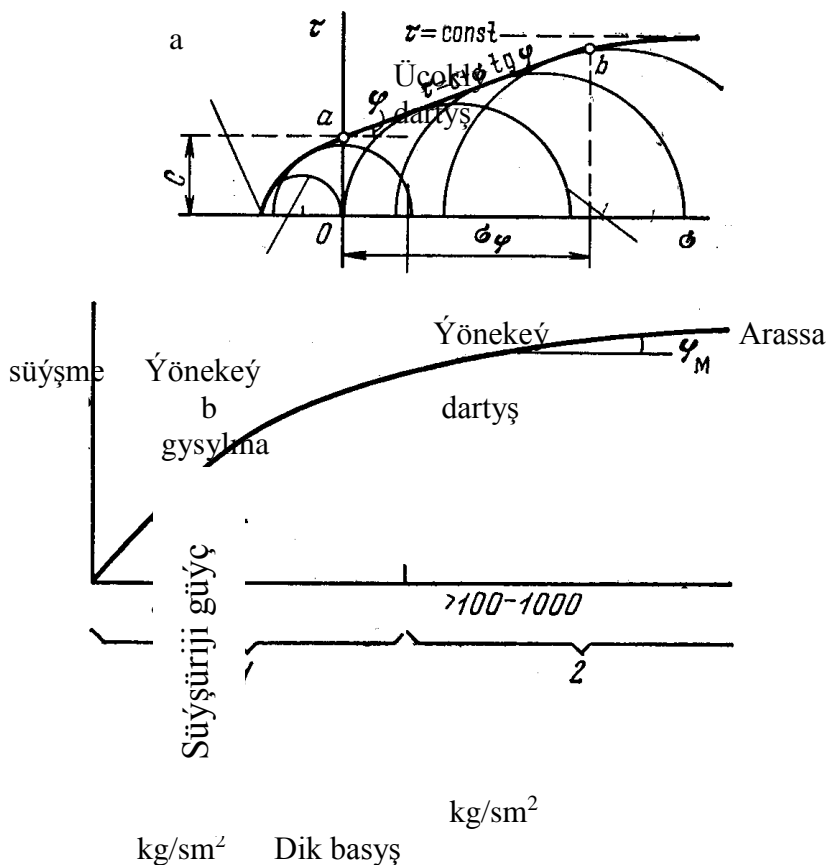
Dykyzlanmanyň amatly basyşy toýunsow teýgumuň zireleriniň maýdalygyna bagly: teýgumda näçe toýun we kolloid parçalary köp bolsa, amatly basyşyň möçberi şonça peselýär.

Teýgumlaryň süýşmä garşylygy

Süýşmä garşylyk çägesow we toýunsow jynslaryň berkligini, ýagny döwölüp-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 (11-nji surat). Gysýan basyşlaryň sebitinde süýşmä garşylyk, umuman, çäksiz artýar, emma çekiji (dartyjy) basyşlaryň sebitinde baglanyşykly teýgumuň berkliginiň belli çägi bolýar we egri çyzyk τ öрки (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 süýsmä garşylygynyň perpendikulýar basyşa baglylygy: 1 – inžener-geologik işlerde duşýan basyşlar; 2 – tektonofizikleri gyzyklandyrýan basyş çäkleri

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

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

bu ýerde:

τ - aňrybaş süýşürji dartgynlyk, kPa;

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

φ - içki sürtülme burçy, gradusda;

c – ilişme, kPa.

Çägelerde ilişme bolmaýanlygy sebäpli, süýşmä garşylyk şeýle aňladylyr:

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

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

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

Ilişme, esasan, baglanyşykly toýunsow jynslara degişli. Ol teýgumy düzýän zireleriň arasynda döreýän digirlenme (koagulyasiýa) sementleşme baglanyşyklaryň kemala gelmegi bilen döreýär. 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 ulanylyr: 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 ulanylyan 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.

9.11. Teýgumlaryň synplanysy

Teýgumlaryň synplamalary aşadaky maksatlar üçin ulanylýar:

- 1) teýgumlara inžener-geologik jähetten 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.

Synplamalaryň görnüşleri

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

Umumy synplamalaryň maksady iň köp ýaşran 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 tehniki normalaşdyrmak boýunça halkara ylmy-tehniki topar tarapyndan 1995-nji ýylyň aprel aýynyň 19-ynda kabul edildi. Bu synplama Ermenistanyň, Gazagystanyň, Gyrgyzystanyň, Russiýanyň, Täjigistanyň, Özbegistanyň 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, iribölekliker 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 Nurgeldiyew 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 iribölekliker, çägeler, baglanyşyklylar toparyna, toparlar mineral düzümi boýunça kysymlara bölünýärler. Öňki agzalan döwletara synplamadan tapawutlylykda, TDS 609-2003 boýunça kysymlar görnüşlere zire düzümi boýunça bölünýärler. (19-njy tablisa).

Teýgumlaryň görnüşliklerini kesgitlemek üçin bu ýerde olaryň süzülme koeffisiýenti, dyklyzlygy, 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 [13]

Synp	Topar	Toparça		Kysym	Görnüş	Görnüşlikler
1	2	3		4	5	6
Dagynyk (mekaniki we suw-kolloid jisimara baglanyşykly)	Baglanyşyksyzlar	Çökündiler	Iribölekliiler	Minerallylar	<p>Silikatlylar, karbonatlylar, köpminerallylar</p> <p>Zire düzümi boýunça bölünýärler: Harsaň (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse - läheň) teýgumy – 200 mm-den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa; Çagyl (daşy ýylmanmadyk daşlar agdyklyk etse - jyglym) teýgumy – 10 mm-den uly bölekler agramy boýunça 50 göterimden köp bolsa; 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; 2.zire düzüminiň dürlülük derejesi boýunça; 3.duzlulyk derejesi boýunça; 4.suw süzdürililik derejesi boýunça; 5.çyglylyk derejesi boýunça.</p>

			Çägeler		<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 deňeşdirme mukdary boýunça;</p> <p>6.yzgarlap çökmäniň deňeşdirme bahasy boýunça;</p> <p>7.öýjüklilik koeffi-siyenti boýunça;</p> <p>8.suw süzdürijilik derejesi boýunça.</p>
--	--	--	---------	--	---	--

19-njy tablisanyň dowamy

1	2	3	4	5	6	7
Dagynyk	Baglanyşyksyzlar	Çökündiler	Toýunsowlar	Minerallýlar	<p>Zire düzümi – toýun parçalarynyň (< 0,002 mm) mukdary (Mc, %) boýunça (2 mm-den uly zireleriň mukdarynyň 50 göterimden az bolmak şerti bilen):</p> <p>1)Gumbaýraklar... $3 \leq Mc \leq 10$</p> <p>2)Topurlar... $10 < Mc \leq 30$</p> <p>3)Toýunlar ... $Mc > 30\%$</p>	<p>Bölünýärler:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. zire düzümi boýunça; 2. iribölek parçalaryň garyndylary boýunça; 3. ýaýylma görkezi-jisi boýunça; 4. organiki maddala-ryň deňeşdirme mukdary boýunça; 5. ýüksüzkä yzgarlap çişmäniň deňeşdirme bahasy boýunça; 6. yzgarlap çökmäniň deňeşdirme bahasy boýunça; 7. suw süzdürijilik derejesi boýunça; 8. duzlulyk derejesi boýunça.
				Organiki – minerallylar	Läbikler	

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

20-nji tablisa

Tehnogen teýgumlaryň synpy

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

9.12. 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 çökýän, çişýän, gowşak, duzly (şorlaşan), elýuwial we emeli teýgumlar goşulýarlar. Başga amatsyz teýgumlara şeýle-de doň, dökülen teýgumlar, torf (gemre) we torflaşan jynslar goşulýarlar.

Bu ýerde agzalan teýgum toparçalarynyň käbirleri barada gysgaça maglumat berilýär.

Teýgumlaryň häsiýetlerini emeli ýollar bilen gowulandyrmagyň usullary

Usullaryň toparlanyşy. Tebigatda duşýan teýgumlaryň dykyzlygynyň, berkliginiň, durnuklylygynyň pes ýerleri, çyglylygynyň, suwlulygynyň, suw süzdürijiliginiň, ýarsma ukybynyň ýokary ýerleri seýrek duşmaýar. Şeýle amatsyzlyklar taslanýan desgalaryň durnuklylygyna, gurluşyk işleriniň geçirilişine, geologik 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 (dykyzlama, sarsgynly synçgama we başg.);

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

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

Bu usullary saýlap-seçip alyp ulanmak:

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

Abatlaýyş usullaryň sanawynyň teýgumlaryň kysymyna görä bölünişi aýratyn üns berilmegine mynasypdyr.

Bitewidaş we ýarymbitewidaş jynslaryň amatsyz taraplary köplenç olaryň jaýryklylygy, köwekliligi we weýranlaşanlygy bilen bagly bolup bilýär. Olaryň bitewiligini dikeltmek, dykzylygyny, 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 çalykdurma, mehaniki dykzylandyrmak, tamponaž (synçgalap toýun dykmak) we kolmataž (toýunlama, toýun bulamagyňy 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, çöküjiliginin ýokarylygy, suwuň täsirine durnuksyzlygy, yzgarlanda çökýänligi mysal bolup bilýär. Bu amatsyz häsiýetleri gowulandyrmak üçin mehaniki dykyzlandyрма, zire parçalaryny goşup berkitme, teýgum sütünlerini ulanyp dykyzlandyрма, gyzdyryp bişirme, elektroosmosly çalykdyрма, iňňepisint süzgüçler bilen çalykdyрма, çuňaldylan, uzaldylan we kese goýlan süzgüçler bilen çalykdyрма, bir erginli silikatlama, doňdurma ýaly usullar ulanylýar.

Bu ýerde agzalan usullaryň käbirleri hakda gysgaça maglumat berilýär.

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

Baslykdyрма 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 täsirlilikini artdyrmak üçin, dykyzlandyрма amatly çyglylykda alnyp barylmalýdyr.

Synçgylar ýa-da küdüňler (trambowkalar) demirden ýa-da demirbetondan ýasalyp dürli agramda bolýar. 7 tonna agramly synçgylar yzgarlarda çökyän lýos jynslaryny 3,0-3,5 m çuňluga çenli dykyzlandyrýar. Soňky döwürde dörän aşagy synçgylar (agramy 80-100 t çenli) ulanylanda, dykyzlanma has aşagy 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 öwürülýär.

Baslykdyрма, synçgama, sarsdyрма usullary desganyň binýadyny ýa-da ýerasty bölegini ýerleşdirmek üçin gazylýan 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) hendegiň düýbi taslama belgisinden aşaklygyna, gurulmaly düşegiň galyňlygyna baglylykda, çuňaldylýar;

2) hendegiň 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 çyglylygy 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-öwran gatnamasy düşegi düzyän emeli teýgumuň gury halyndaky dykzlylygy $\rho_d \geq 2,1 \text{ t/m}^3$ -e, berklik we ýarsma görkezijileri: içki sürtülme burçy 40° -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) dykzlandyrylan gatlagyň üstüne ýene 15 sm galyňlykda garyndy düşelýär we 4-nji punktda görkezilen işler gaýtalanýar;

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

Teýgum sütünleri (грунтовые сваи) bilen dykzlandyрма köplenç yzgardan çökyän teýgumlaryň galyň düşen ýerlerinde dykzlandyрма 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 dykzlaşdyrandan soň, ýene-de çagyl guýlup we suw göýberilip, synçgama geçirilýär we ş.m.

Partlama usuly has çuň ýatan gatlaklary dykzlandyрмаk üçin ulanylýar. Türkmenistanda bu usul ilki yzgarladylan lýos jynslary dykzlandyрмаk 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 köpüsinde 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 ýada öz akymyna suwäkidiji toplaýjy turba, tonnele çatylýar. Aşgabat şäheriniň zeýlän ýerlerini çalykdyrmak üçin gurulýan zeýakabaly tonnel ulgamyna zeý suwlary tonneliň iki gapdalynda gurnalan şöhlepisint kese zeýkeşli şahtalardan öz akymyna barmaly.

Ýerasty suwlaryň derejesi peseldilip, çalykdyrylan ýerde ýer-gazuw işlerini geçirmek, dürli desgalary gurmak we olary aladasyz ulanmaga mümkinçilik bermek bilen bir hatarda, birnäçe amatsyz ýagdaýlar hem döräp bilýär. Suwuň alnyp çykarylýan tarapyna (guýa, zeýkeşe we başg.) ugrugýan süzülme akymy teýguma gidrodinamik basyş bilen täsir edýär, zireara baglanyşyklar gowşaýar we suw bilen ownujak bölejikleriň alnyp çykmak howpy döreýär. Suwuň derejesiniň peselmegi suwuň ýokary galdyryjy (iteriji) basyşyny azaldýar, netijede, teýgum ýene goşmaça çökýär. Bulardan başga-da çykýan suw bilen suwda erän gazlar, himiki maddalar äkidilýär, çalykdyrylan ýere howa girýär, netijede, desgalaryň

daş-töweregini tutup duran gurşaw üýtgeýär. Taslamada we gurluşykda agzalan prosesler göz önünde tutulmalydyr.

3. **Sementleme** iri öýjükli we jaýrykly teýgumlaryň häsiýetlerini gowulandyrmak üçin ulanylýar. Hususan-da, bu usul teýgumlaryň berkligini artdyrýar, suw süzdürijiligin 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, kâte semente toýun hem goşulýar.

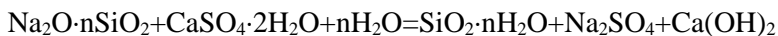
4. **Silikatlama** iki görnüşde bolýar: iki erginli we bir erginli.

Iki erginli silikatlama süzülme koeffisiýenti 2-80 m/g-g aralykda bolan çägeleriň berkligini, durnuklylygyny we suw geçirmezlik ukybyny artdyrmak üçin ulanylýar. Burawlanan guýa basyş bilen, ilki suwuk aýna, soňra hlorly kalsiniň ergini siňdirilýär. Suwuk aýna suwy gysyp çykarýar, hlorly kalsiý bolsa - suwuk aýnany. Çäge zireleriniň daşynda galan suwuk aýna hlorly kalsiý bilen reaksiýa girip, çalt doňýan geli ($\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$) emele getirýär we çäge sementlenýär:



Netijede, dörän emeli çägedaýyň berkligi 5-6 MPa-a ýetýär.

Bir erginli silikatlama yzgarlanda çökýän lýos jynslaryny berkitmek üçin ulanylýar. Bu ýerde suwuk aýna lýosdaky önünden 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 duzynyň (NaCl) ergini goşulýar:



Netijede, teýgum suwuň täsirine çydamly (yzgarlasada, çökmeýän), 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 aşajäýrykly bitewidaşlarda, doldurgyçsyz jyglymlarda sementlemäniň deregine (arzanlygy üçin) ulanylýar. Toýunlamada diňe suw süzdürijilik peselýär. Azdakände berkligi we suwda durnuklylygy hem artdyrmak niýeti bilen, soňky döwürde toýun ergininiň deregine toýunlysementli ýa-da toýunly-hekli erginler ulanylýar. Usuly ulanmaga doly girişilmezinden öň, ilki siňdiriş synaglary geçirilýär.

6. **Bitumlama.** Eger jäýryklylyk aşajuly 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 görnüşü 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 üýtgemelýär. Emma öýjük-jäýryklary dolduran bitum ýuwlup aýrylmaýar, iýiji gurşawda hem durnuklylygyny saklaýar.

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

bitum öýjükleriň, jaýryklaryň 40-75% göwrümini doldurýar we suw süzdüriligi 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 kerpije çalymdaş bekän teýgum emele gelýar. Bu teýgum yzgarlan ýagdaýynda-da çökmek ukybyny doly ýitirýär, berklik 150-200 kPa-a çenli artýar.

10. Inžener geodinamikasy

10.1. Inžener geologiýasynda geologik prosesleriň öwrenilişi we olaryň synplanyşy

Sebitde täze gurluşyk ýa-da ýerleriň özleşdirilişi meýilleşdirilende bu işlere gelekde 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, göwnējaý gurmak, gurlan desgalary uzak wagtlap endişesiz ulanmak başardýar.

Gurluşyk ýa-da özleşdiriliş üçin ýer saýlananda, inžener-geologik ýagdaýlardan başga şertler bijebaşy hasaplanylýan wagtlyk seýrek bolmaýar. Köplenç ykdysady we beýleki bähbitler tutaryk edinilýär. Bu ýagdaýda inžener-geologyň işi has wajypdyr – ol in 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, çägelere süýşmesi we başg.) hem üns berilmäge mynasypdyrlar. Mysal üçin, tektonik hereketler beýik bentleriň taslamasy düzülende, dag jynslarynyň weýranlaşmasy – gagma 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 üzülmöz 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, dartgynlygyny 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 çägelere 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 oňünden 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 üzülmöz baglydyrlar, ýagny hadysa geologik prosesin 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 döräp – ösmeginde haýsy güýçleriň esasy orun eýeleýänligini tekrarlamak ýeterlik hasaplanylýar.

Inžener geologiýasynda prosesleriň synplamasy düzülende şeýle ýörelgelerden ugur alynýar:

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

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 ýuwlup opurylmasynyň, eňaşak uçut gaýalarda gorp atmalaryň, kert ýapylarda dökülmeleriň, sulfatly, karbonatly bitewidaşlarda gowaklamalaryň bolmagy mümkin.

Berkligi aramdan pese çenli, ýagny gysylma berkligi 10-70 MPa aralygynda bolan jynslarda (toýunsow slaneslerde, çagyldaşlarda, hekdaşlarda, çägedaşlarda, kirşendaşlarda, toýundaşlarda, hekgumdaşlarda) 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, eňnitlik hadysalary we başg. mahsusdyr.

Bu kitapda geologik prosesleriň we hadysalaryň ýazgy beýany inžener geologiýasynda görnükli yz galдыran F.P. Sawarenskiniň we I.W. Popowyň ýörelgeleri boýunça düzülen synplamanyň (21-nji tablisa) esasynda berilýär.

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.	Çägelериň süýşmegi	Ýeliň täsiri
3.	Jaranlaşma, derýalaryň, deňizleriň kenarynyň opurylmagy, sil akymlyry	Akar suwlaryň täsiri
4.	Hokurdanlaşma, suwýarsuwlary (suwly çägeleriň süýşmegi). Gowaklama, yzgarlap çökmek, şorlaşma	Ýerüsti we ýerasty suwlaryň täsiri
5.	Eňňitlik hadysalary	Ýapgytlarda, eňňitlerde ýeriň dartyş 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 çykarylýp 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

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

Dag jynslarynyň weýranlaşmasy

Howanyň temperaturasynyň üýtgewi, suwuň (ygalyň) mehaniki we himiki täsiri, ösümlükleriň, 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.

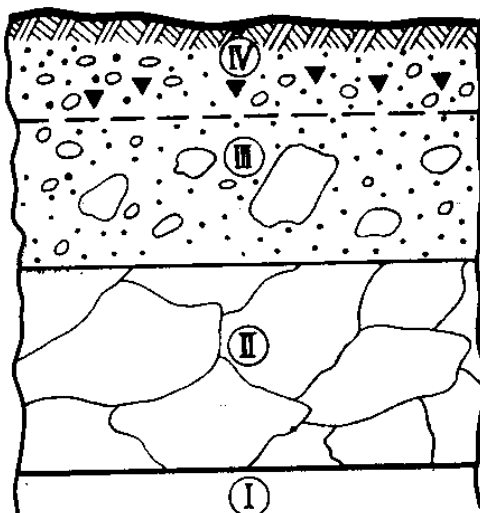
Weýranlaşma gabygynda jynslaryň owranma derejesi we berkliginiň üýtgewi çuňluk boýunça, geologik şertlere baglylykda, dürlüdür. Gurluşyk jäheden öwrenilende, weýranlaşan gatlaklar, weýranlaşma derejesine görä, zolaklara bölünýär.

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 jähetden weýranlaşan jynslaryň berkliginiň ene jynslaryňkydan juda pesligini bellemeli.

Weýranlaşmanyn 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, adatça, dürli düzümlü, dürli häsiýetli we dürli möçberli mineral bölekliklerinden düzülendirler. Minerallaryň gyzanda-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 gyzyp, tiz dagaýarlar, guzaý tarapda ýerleşen we agymtyl reňkli jynslar az gyzyp, 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, gowalçylyklar emele gelip bilýär ýa-da suwuň, kömürturşy gazynyň täsiri bilen jynslary düzüňä minerallar dargap we başgaça birleşip täze minerallara öwürülse, dag jynsy düýpgöter üýtgap 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 kürümledýärler, bogunaýaklylar ownukdan şahaly hinleri gazmak bilen, dag jynslarynyň öýjükligini 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.), eremeği ähtimal bolan jynslaryň içinden geçjek suwlary gapdala sowmak we ş.m. degişlidirler.

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

çözülmesi (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 aňyrd, 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 wagtlyk 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), soliflýuksiýa degişlidirler.

Doňup çişme suwdan doýgun toýunsow-kirşensöw teýgumlaryň doňmagynyň netijesinde, göwrüminiň ulalmagydyr. Bu hadysa sebäpli ýeriň ýüzüniň aýry-aýry bölekleri 0,2-0,5 m beýiklige çenli güberýär, ýol örtügiňiň, demir ýoluň relsleriniň üstünde tolkunly, ýygyrtly 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 km²-e, göwrümi 200 mln. m³-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 çözülmesi hasaba alynman geçirilýän gurluşyk; bu usul bitewidaş, ýarymbitewidaş teýgumlaryň, şeýle-de doňy çözülende 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 çözülende aşa 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 zeýkeşleri gurma arkaly çalykdyrylýar;
- teýgumlaryň doňma çuňlugyny peseltmek üçin ýollar ýylylyk geçirmeýän material (şlak) bilen örtülýär.

Buz örtmelerinden gorumak üçin, buzlugyň süýşüp geljek ugrunda gaçylar galdyrylýar, çuň garymlar gazylýar.

Soliflýuksıýadan gorumak üçin, ýapylaryň üstünde dürli ösümlükler ekilýär, oturdylýar, ýapylaryň eňaşaklyk derejesi peseldilýär we ş.m.

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.

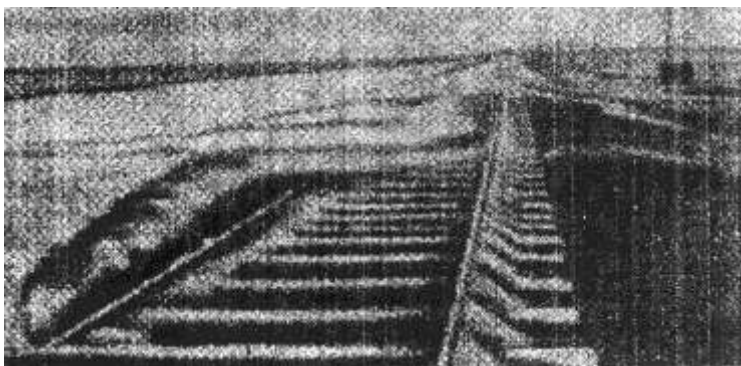
Bu çäge süýşme hadysalary Türkmenistanda gindeň ýaýrandyr. Ýeliň öwüsýän ugurlaryna, tizligine, çägeleriň üstüniň ösümlükler bilen (ýylak, sazak, çerkez, gandym we ş.m.) örtüliligine baglylykda, Garagum çölünde çäge depeleri, aňňatlary, ulgamlary, gerişleri, çägeara oýlar, gollar emele gelýär.

Ýeletabyn hadysalaryň durmuşda hojalyk pudaklaryna ýetirýän esasy täsiri dürli desgalaryň (ýollaryň, obaşäherçeleriň, 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 göterilip, 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 çägelere bilen gömülmeği

Şeýlelikde, ýel bilen bagly prosesleri ýumrujy we dördediji 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 gyrypklarynyň 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 öwüsýän ýerlerinde demir-betondan ýasalan aragatnaşyk sütünleriniň aşaky bölegi, çägeleriň 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 öwüsýän 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 gyrypagy 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 çuňlугy 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 çuňlугyna 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 bütünleý diýen ýaly kesildi, bu bolsa, sowrulma prosesiniň ýaýrawyny daraltdy. Şorlaryň, çäge gerişleriniň nebit bilen bile çykarylýan suw bilen (Kelkörde Wyška şäherçesiniň golaýynda), zeý suwlary bilen örtülmegi hem sowrulmanyň azalmagyna getirýär. Başga bir tarapdan gezimli maldarçylygyň suw we ot-ým 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 gysyna 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 çöller institutynyň ýöriteleşdirilen laboratoriýalarynda we meýdan menzillerinde öwrenildi. Ýurdumyzyň Garaşsyzlyk ýyllarynda Garagum çölüniň özleşdirilişiniň düýpli giňelmegi, täze desgalaryň gurluşygynyň we taslamalarynyň ýaýbaňlanmagy (nebit-gaz kânlerini çykaryp almak, daşamak, gaýtadan işlemek bilen bagly desgalar, Aşgabat – Daşoguz ýoly, Türkmen kölüne barýan Baş zeýkeş we başgalar) agzalan işleriň ähmiýetini has hem artdyrýar.

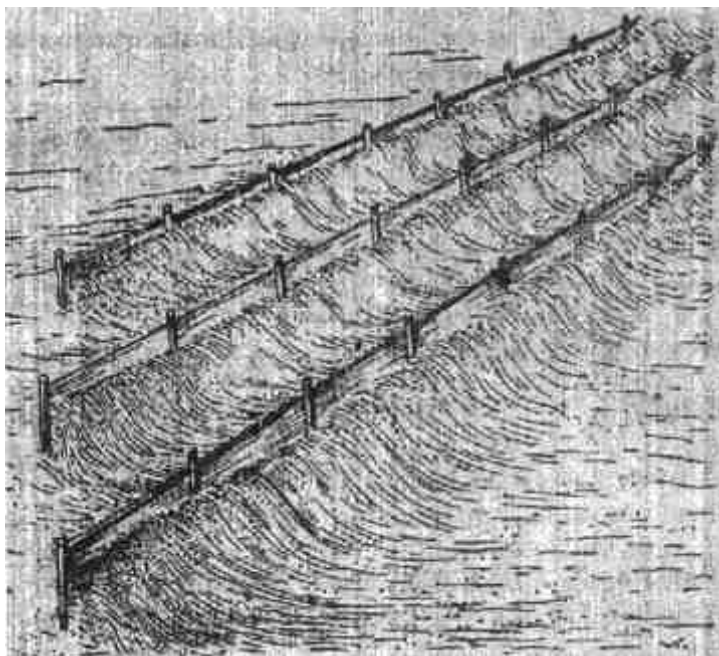
Çägeleriň ýeliň ugruna göçmeginiň we desgalary gömmeginiň garşysyna ulanylýan göreş çärelerini 3 topara bölmek bolar:

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 üzül-kesil azaldy, süýşýän çägeleriň meýdanynyň düýpli kemelmegine ýeterlik şertler döredi.



32-nji surat. Pessejik germewler – taşalar bilen
süýşýän çägäniň hereketiniň togtadylyşy

10.3. Ygal we ýerüsti suwlar bilen bagly prosesler we hadysalar: tekiz ýuwulma, jaranlaşma we källeşme, derýalaryň geologik işi, abraziýa, siller

Bu hadysalara tekiz ýuwulma, jaranlaşma, källeşme, siller, derýalaryň we deňizleriň kenarlarynyň ýuwlup opurylmalary, hokurdanlaşma, suwýarsuwlary, yzgarlap çökmeler we gowaklama degişlidirler. Türkmenistanda bu proses – hadysalaryň ýaýrawy endigan däl, ösüş depginleri dürli, täsirleri juda güýçli däl.

Tekiz ýuwulma, jaranlaşma we källeşme

Ýeriň ýüzüniň gury ýer bölegine her ýylda 112 mün km^3 -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 çökündi görnüşde toplaýarlar. Akýan suwlaryň ýumrujy işine **ýuwulma (eroziýa)** diýilýär.

Ýagyşdan (ýa-da gar eränden) soň münlerçe ownuk akymjyklar ýeriň ýüzi bilen, belli bir ugra gönükmän, syrygyp aksa, eňňitligiň ugruna ýeriň ýüzüni syryp-süpürip barýan tutuş akym döreýär. Netijede, ýapylaryň eňaşaklygyny azaldýan **tekiz ýuwulma** emele gelýär. Bu prosesiniň depgini ýapynyň eňaşaklygyna, ot-çöp (esasan, gyrtýç) bilen örtüliligine, ýapyny düzýän jynslaryň suwda ýumşajylygyna, ygalyň güýçlüligine (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).

Iň uly çuňluga ýetenden soň, käliň ösmegi togtayar, kenarlary ýumruly, uzagyndan, giňligi çuňlugyndan artýar, kenarlary tebigy durnukly ýapa öwürlip, 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:

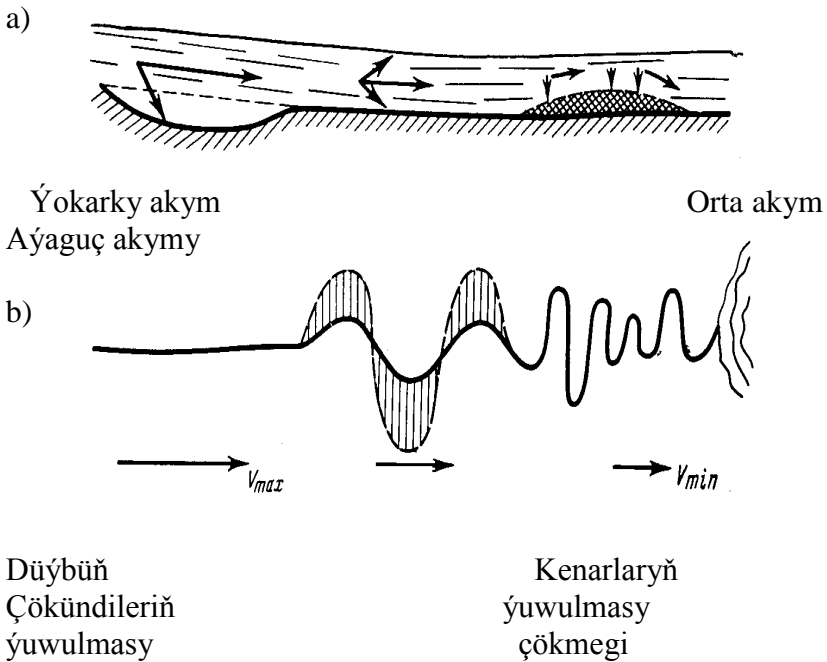
- ýapylaryň sürülmegini gadagan etmeli;
- ýapylaryň üstünde ýapaşak ugrukdyrylan ganawlar, joýalar diňe gyralary berkidilen şertde gazylyp bilner;
- ýapylaryň ýüzündäki ot-çöpi çäpme, gyrtly gatlagy sypyrmak gadagan edilmeli.

Eýýäm dörän källeriň ösüşini togtatmak üçin şeýle çäreler amatly hasaplanýar:

- ownuk käller gömlüp, tekizlenmeli we ösümlikler bilen berkidilmeli;
- ýokardan syrygyp gelýän ýagyn suwlaryny topla, gapdala sowmaly;
- käliň düýbünde gaçylar ulgamyny gurnamaly;
- källeriň ösje ugrunda (ýokarda) „Gök guşak“ zolagyny döretmeli we ş.m.

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. Ýuwulup 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.



33-nji surat. Derýanyň geologik işi:

a – derýanyň uzaboýuna kesimi (peýkamjyklar–wektorlar ýuwulmanyň 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 bölekleýin çöküp galýar.

Aýaguçdaky akymda eňňitlik, suwuň tizligi juda azalýar, ýuwulma prosesi togtalýar, derýanyň alyp gelen materiallary çökýär, derýanyň hanasy şol önli-soňly çöken çökündileriň arasy bilen egrem-bugram bolup geçýär.

Derýa joşanda kenar ýuwulmasy güýjeýär (esasan-da, kenar ýumşak jynslardan düzülen bolsa). Düzlük 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 oňasysz 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 ýuwlup aýrylan läbik aşaky akymda toplanyp, täze kynçylyklary döredýär.

Derýanyň düýbünü, esasan, gämileriň gatnaýan ýol ugurlaryny arçamak işleri diňe zerur şertlerde dürli mehanizmler arkaly geçirilýär.

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 tesmegine we soňra ikilenji prosesleriň – gorp atmalaryň, süýüşleriň 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 durumllylygy, 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 dartyş güýji bilen döreýän daşgyn tolkunlarynyň deňizlerde kenar ýumrujy täsiri az bolýar (Hazar deňzi ýaly içerki köllerde ol tolkunlar bildirmeýär diýen ýalydyr).

Deňiz akymlarynyň 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 bitewidaglardan has aňsat ýumrulýarlar. Suwda durumlylygyň hem belli täsiri bardyr. Göwşak baglanyşykly lýoslar, gumbaýraklar, hekgumdaşlar aňsat ýuwlup-ýumrulýarlar. Suwda kynlyk bilen ýumşayan toýunlar, çägedaşlar, hekdaşlar tolkunýň täsirine durnuklydyr.

Kenaryň kertliginiň, keşbiniň täsiri örän uludyr. Kert we tolkunýň gelyän ugruna perpendikulýar ýerleşen kenarlar aňsat ýumrulýarlar. Kenaryň, deňziň kenaryäka böleginiň kertligi az bolsa ($5-10^\circ$) tolkun kenara ýetende kem-kemden köşeşýär, ýumrujy güýjüniň agramly bölegini ýitirýär.

Deňiz kenarlarynyň ýumrulmagyna garşy göreş çärelerinde, adatça, 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 tolkunýň kinetik energiýasyny köşeşdirmek üçin ýörite gurulýan, suwdan çala çykyp duran diwarlar ulgamy ulanylýar. Ol daşdan, kerpiç bloklaryndan, betondan we ş.m. ýasalan diwarlar deňizden gelyän 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 (плъаж) emele gelyar. Bu ýagdaýda kenar ýumrulman, gaýtadan kem-kemden deňziň içine tarap süýşýär.

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 döreyärler. Bu siller düzüminde irili-ownukly daşlardan başga, 30%-e çenli toýun parçalaryny saklaýarlar. Olaryň dykzlygy 1,6-1,9 t/m³-e barabardyr. Şol sebäplere görä silleriň bu görnüşi ýumrujy ukyba eýedir. Tizligi peselende bu siliň düzümindäki iri bölekler aşak çökmeyärler we heniz gatamadyk betona çalymdaş keşbini saklaýarlar. Şeýle siliň şepbeşikliginiň ýokarylygy üçin önünden çykan päsgelçilikden (jaý, desga we ş.m.) aýlanyp geçmeyär-de, güýç toplaý, ony ýumurmak bilen bolýar.

Köwlenip akýan sil pes daglaryň dagetek düzlüğinde lýoslaşan jynslaryň ýaýran ýerlerinde çabgadan soň duşýar. Onuň düzüminde 15%-e çenli kirşen-toýun parçalaryndan başga, dürli möçberli (çäge zirelelerinden harsaňa çenli) iri parçalar saklanyp bilýär. Bu siliň tizligi peselende düzümindäki iri daşlar çöküp galýarlar we sil daş keşbi boýunça bulanyk suwa golaýlaýar. Önünden 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 akymlyary 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 zerarly 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 m³/s-a ýetip bilýär.

Siliň döremegi, köplenç örtügi bozulan dag ýapylarynyň üstüne ilki siňňitli ýagyş, soňra güýçli çabga ýagmagy bilen bagly. Sil akymly öwrenilende olaryň döreýän, zowwam geçip gidýän we giňiş düzlüğe çykyp ýaýrap çökyän ýerleri seljerilmelidir.

Siliň döreýän ýeri (dag eňňitleri, 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, pesräk gaçylaryň gurulmagy zerurdyr.

10.4. Ýerasty we ýerüsti suwlaryň täsiri bilen döreýän geologik prosesler we hadysalar: hokurdanlaşma, suwýarsuwlar, yzgarlamadan çökmeler, gowaklama

Hokurdanlaşma (суффозия), suwýarsuwlar (плывуны) ýaly prosesler ýerasty suwlaryň täsiri bilen bagly.

Gowaklama (кастет), yzgarlap çökme (просадки) ýaly hadysalaryň döräp ösmegi hem ýerasty suwlaryň, hem ýerüsti suwlaryň täsiri astynda bolup bilýär.

Ygal, suwaryş suwlarynyň, suw geçirijileriň ýitgileriniň ýere siňmegi netijesinde emele gelýän 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:

ρ_w – suwuň dykyzlygy, g/sm³;

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 çykarylýp 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.

Hokurdanlaşma

Hokurdanlaşma teýgumuň zireleriniň ýerasty akym bilen äkidilmek prosesidir. Bu proses akymyň ugrunda gowalçyklaryň, boşluklaryň döremegine getirýär. Şol boşluklaryň üstüniň gorp atyp, çöküp emele getirýän çukurlary (köplenç guýguja çalymdaş), çöketlikleri hokurdanlaşmanyň ýeriň ýüzünde äşgär görünyän 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

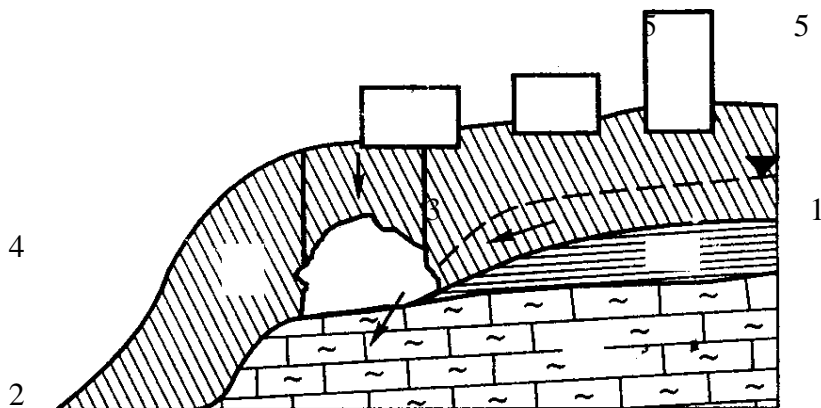
– hokurdanlaşýan gatlagyň, K_2 – aşakdaky gatlagyň süzülme koeffisiýentleri.

Şeýlelik bilen, mehaniki hokurdanlaşma teýgumlaryň zire düzümi dürli, öýjükliigi ýokary, teýgum suwlaryň akymy köwlenip akýan görnüşdäki şertlerde bolup geçýär.

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 düzlüginini düýpli öwrenen M.K. Grawe (1954) gadymky Amyderýanyň getiren irimçik çägelelerini 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.



35-nji surat. Jülgäniň erňeginde balykgulakly hekdaşlary (2) örtýän lýoslarda (3) hokurdanlaşma zerarly dörän boşluk (1); 4 – toýun; 5 – jaýlar (Ananýew we Potapow boýunça)

Teýgumlaryň himiki hokurdanlaşma durnuklylygy „TDS 609-2003. Teýgumlar. Toparlama“ laýyklykda, teýgumlaryň görnüşine we düzümindäki aňsat we haýal ereýän duzlaryň mukdaryna baglylykda kesgitlenýär.

Degişli 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 ölçegi 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 akymalar 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.

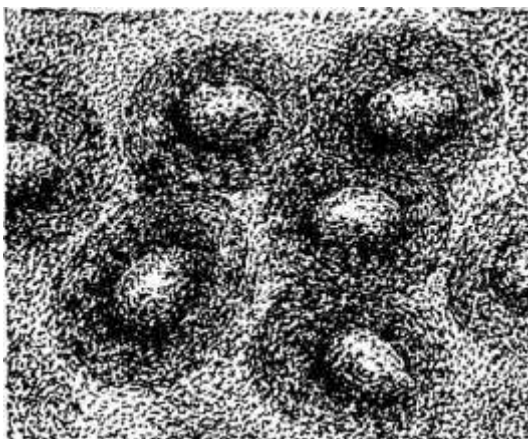
Suwýarsuwlary

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 çägelere we gumbaýraklaryň oslagsyz ýagdaýda akyp süýşmek prosesine **suwýarsuwlary** diýilýär. Adatça suwýarsuwa meýilli jynslar hem suwýarsuwlary diýlip atlandyrylýar. Suwly teýgumlaryň suwýarsuwa meýilliligi gidrawlik dyňzawa, teýgumuň zire we mineral düzümine, dykzlygyna, zireleriň keşbine we beýleki şertlere baglydyr.

Gurluşyk işlerinde suwly çägelere suwýarsuwa meýilliligini bilmeğiň we suwýarsuwuň görnüşini kesgitlemegiň uly ähmiýeti bar.

Meýdan inžener-geologik gözleglerinde suwly gatlag aýetilenden soň, barlag guýusyndaky (skwažinadaky) buraw ergini aýrylanda ýa-da guýynyň içinde saklanýan suw sütüni peseldilende, aşakdaky suwly çägäniň çogup, ýokary galmagy suwýarsuwyň ygtybarly alamatydyr. Döreýiş 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 döreýär. Eger şeýle suwly çägäniň bir bedresini tekiz ýere dökseň, çür depeli üýşmek döreýär, 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 (koagulýasiýa) 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 üýsmek 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 özüni derhal basyşda (urguda) gaty jisim ýaly alyp barýarlar. Eger oňa pil sünçseň, pil girmeyär; 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 suwýarsuwlaryň gatlaklardaky ýerasty suwlaryň derejesini gazylan ýa-da ýygý kakylan ujy inçeldilen skwažinalaryň (iňňepisint süzgüçleriň) kömegi arkaly aşak düşürmek bilen baglydyr. Käbir ýagdaýlarda, gurluşyk hendeklerine, ýerasty desgalara tarap akyp gelýän suwýarsuwlaryň çägelere hereketi

biri-birine sybyzgy kakylan demir, demir-beton sütünleriň (şpuntlaryň) kömegi bilen çäklendirilýär (saklanýar).

Suwýarsuwlar ýurdumyzyň paýtagty Aşgabatda gurulýan ýerasty zeýakabaly-aragatnaşyk tonneliniň gurluşygynda köp kynçylyklary dörettdi. 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, tonneliň 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 zeýkeş skwažinalaryny dyngysyz işletmek arkaly ýerasty suwlaryň derejesini tä gurluşyk gutarýança kameranyň düýbünden aşakda durar ýaly saklamaly;

4) şol zeýkeş 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.

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 zeýilli 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 ýerinden alnan teýgumlaryň nusgalarynyň ýarsmalary dürli basyş basgançaklarynda tebigy çyglylykda we suwdan doýgun halda kesgitlenilýär. Agzalan şertdäki ýarsmalaryň san bahalary boýunça, teýgumlaryň yzgarlanda çökme derejesi **deňeşdirme yzgarlamadan çökme** (ε_{sl}) boýunça anyklanýar. Deňeşdirme yzgarlap çökme aşadaky 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 formulalalar boýunça gatlaklar toplumynyň yzgarlap çökmesi jemlenende deňeşdirme yzgarlap çökmäniň (ε_{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 meýdançasynnda 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 topurlara 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.

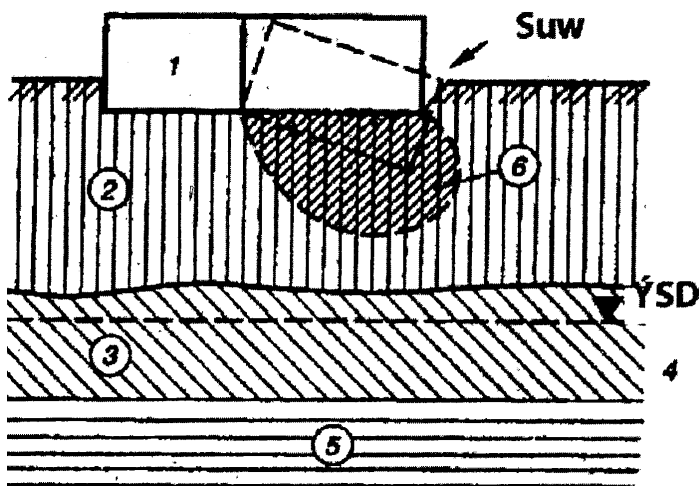
Käbir şertlerde, esasan-da, galyňlygy uly bolmadyk lýos jynslarynyň aşagynda suwy gowy geçirýän çägeler ýatanda, yzgarlap çökmäniň mehaniki hokurdanlaşma bilen utgaşýan ýerleri bolýar. Bu şertde yzgarlap çökme däl-de, **hokurdanlaşma – yzgarlamadan çökme** hadysalary bolup geçýär.

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 görünýän 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 çökyän jynslar; 3 – yzgarlanda çökmeýän jynslar; 4 – teýgum suwlary; 5 – toýun (suwabent gatlak); 6 – yzgarlap çökmäniň bolup geçen ýeri

Türkmenistanda yzgarlap çökmeler Köpetdagýaka düzlüginde (esasan-da, Gäwers ýaýlasyn-da) 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 çäkli 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 dykyzlandyrma 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 (çuňlugy 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, çuňlugy 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 km² 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 jähetden 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.

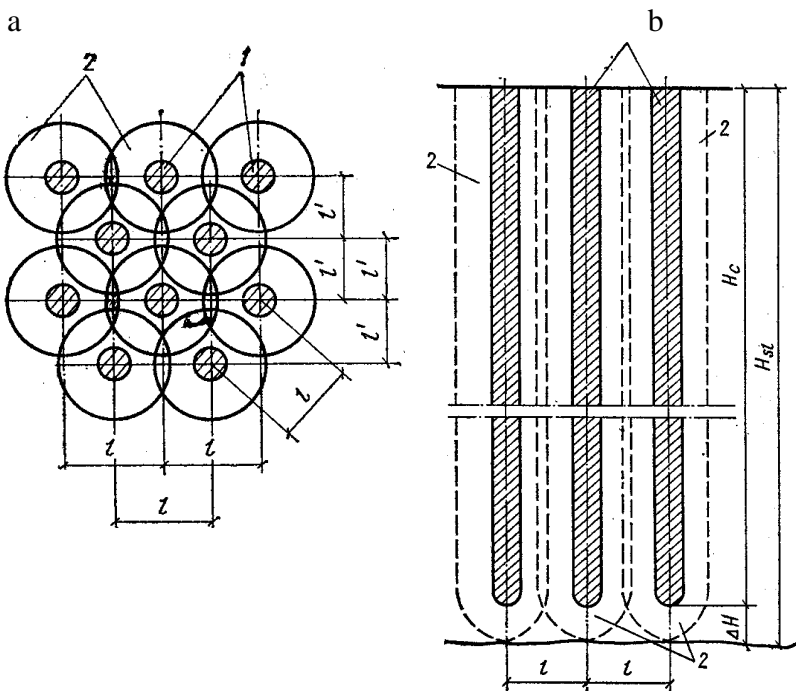
Yzgarlap çökme hadysasyna garşy göreş çärelerini üç topara bölüp bolýar.

- 1) Çökmäge meýilli jynslaryň yzgarlamasynyň önüni almak. Muňa gurluşyk meýdançasyny tekizlemek, jaýyň gýralaryny asfalt bilen örtmek, ýakyn golaýynda suwaryş işlerinde suwy çäkli harçlamak, suw saklaýjy, geçiriji desgalardan suwuň syzylyp 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 dykzlaşdyрма, 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 titreyän 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 gysylyp 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) ýerleşşi (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.

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. Sarygamyş çökertliginde gowaklama toýunsow-hekgumdaş köl çökündilerinde duşýar. „Toýun gowaklamasy“ diýlip atlandyrylýan köwekler Günbatar Köpetdagynyň 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, ýöräňde (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, ýumrulsa, 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 görünmeýan 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.

10.5. Eňňitlik hadysalary: süýşgünler, opurylmalar

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 agyrylyk güýjünden başga, ýerasty we ýerüsti suwlar, dag jynslarynyň weýranlaşmasy, adamyň hojalyk işleri hem täsir edýär.

Eñňitlik hadysalarynyň esasylyryna **süýşgünler** (оползни), **opurylmalar** (обвалы), **dökülmeler** (осыпи) degişlidirler. Olaryň hemmesinde ýapydan aşak gaýtma hereketi agyrylyk 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.

Süýşgünler

Süýşgünler diýlip, eñňitleri 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, eñňidiň aşak çetinde gazuw-agtaryş, partladyş işleri geçirilende döräp ýa-da güýjap 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 göwrümlü süýşme Zerewşan derýasynyň hanasyny doly ýapyp 150 mln.

m³ 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, süşme düşegi paleogen toýunlarydyr, süşýän jynslar bolsa, neogen çökündileridir.

Süýşgünlere garşy göreş çäreleri öňüni alma we inžener çärelerine bölünýärler. **Öňüni alma çärelerinde** süşüş howpy bar zolakda işler emay bilen alnyp barylmalı, ýerüsti we ýerasty suwlary sowujy, aýryjy desgalaryň işine üns berilmeli, ağaçlar-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 eňňitligini peseltmek, olaryň durnuklylygyny artdyrmak üçin, ýokarky bölegini kertip, aşaky bölegine (düýbýne) göçürmek;
- 4) söýget diwarlaryny we gorag örtüklerini gurmak;
- 5) süşme howpy bar bolan ýapylaryň üstünde kakma, guýma sütünleri ulanyp, ýapynyň gowşak bölegini aşaky çuňlukdaky gatlaklara çatmak.

Opurylmalar

Käte ýapynyň, uçudyň, kenaryň kert ýerlerinde (eňňitligiň 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 eňňitden aşak kem-kemden batlanyp gaýdýarlar. Bu hadysa **opurylmalar** diýilýär. Olar süýşgünlerden örän uly tizligi bilen tapawutlanýarlar.

Opurylmalar özara ululygy we ýumrulyň dag jynslarynyň düzümi boýunça bölünýärler. Ululygy (göwrümi) boýunça opurylmalar kiçi (göwrümi 100m^3 -e çenli), ortaça (1000m^3 -e çenli), uly (100 mün m^3 -e çenli) we ägirt uly (göwrümi millionlarça m^3) 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^3) 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 eňaşaklygynyň nädogry gurluşy ýaly emeli şertler goşulýarlar.

Opurylmalar dagda, dagetek zolakda ýerleşen obalara, ýollara, sagaldyş 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.

Dökülmeler

Ýapgytlygy uly eňnitleriň 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 eňňaklygy 65°-dan geçende duşýarlar, eňňaklyk 45-65° bolanda, dökülmeler, azda-kände, hereketde bolýarlar. Şeýle şertlerde ulanylýan ýollaryň üstünde, dökülmeleri üstaşyr geçirer ýaly, inžener desgalary gurulýar.

Türkmenistanda dökülmeler juda şeýrek duşýarlar we düýpli göreş çäreleriň geçirilmegini talap etmeýärler.

10.6. Ýer titremeleri hakda düşünje, onuň döreyiş sebäpleri, güýjüniň kesgitlenişi, öňünden çaklanyşy, seýsmiki etraplarda gurluşyk

Ýer titremeleri hakda düşünje

Ýeriň içki energiýasynyň täsiri bilen dürli geologik hadysalaryň bolup geçýänligi ön agzalypty. Olaryň içinde inžener-geologik jahetden iň uly üns 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. Aşgabat ýer titremesinde (1948 ý.) emele gelen
ýerüsti jaýryklar (G.P. Gorşkow boýunça)

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 geýýän 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 in gysga aralyk bilen çykýan nokadyna ýer tütremäniň **episentri** diýilýär. Episentr ýer titremäniň in güýçli täsir edýän ýeridir (dik urgy sarsgyny görnüşde). Ýer titreme sarsgyn we yrgyldy görnüşde ýaýraýar we episentrden daşlaşdygynça kem-kemden gowşaýar.

Ýer titremäniň güýjüniň kesgitlenilişi

Seýsmik zarba gaýtalanýan yrgyldylar bolany üçin, ol yrgyldynyň gerimini ölçeýän guralyň – **seýsmometriň** we yrgyldylaryň gaýtalanysyny we gerimini ýazýan guralyň – **seýsmografyň** kömegi bilen ölçelýär.

Ýer titrände bölünip çykýan energiýa ägirt uludyr, ony yüzlerçe 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:

ρ - jynslaryň udel agramy, kN/m^3 ;

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 (22-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.

Garasşyz ýurtlaryň arkalasýgynda ulanylýan seýsmik şkala

Ballar	Ýer titremäniň häsiýetnamasy	Sferik asmanyň iň uly gyşarmasy X_0 , mm	Seýsmik tizlenme a , mm/s ²	Erkin gaçyş tizlenmesi g , 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 $a \leq 50$ mm/s², 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, gaýtalanş ýygýlygy) Milli seýsmik sebitleme karta laýyklykda kesgitlenýär. Belli nokat üçin kartadaky görkezilen balyň üstüne gurluşyk meýdançasýnda galyňlygy boýunça agdyklyk edýän teýgumuň 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 takyklanyp 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;

ρ_m, ρ_n – agzalan teýgumlaryň dykyzlygy;

$e = 2,72$ – 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, gürlüğine, ýer titremäniň ojagynyň (giposentriň) çuňlugyna baglydyr.

Ýer titremäniň täsirliligine agzalan şertleriň baglylygy hakda asakdakylary tekrarlamaýy:

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, zeylän yerlerde, döküni 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.

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 ýerini we wagtyny çaklamak.

Indiki boljak ýer titremäniň güýji sol ýerde öňki bolup geçen ýer titremeleriň in güýçlüsine salgylanyp çaklanýar. Su ýörelgäniň esasynda, ýer titremäniň boljak, ýaýrajak ýerleri kesgitlenýär. Ýer titremäniň güýjüniň ýaýraýşy, jaý-desgalara täsiri çaklananda 14.3. bölümçede sanalan kanunylyklar doly öwrenilip, sebitiň seýsmosebitleýiş, şäherleriň mikroseýsmik sebitleýiş kartalary düzülýär.

Ýer titremeleriň bolmagy mümkin ýerlerini, olaryň anrybaş güýjüni ýeterlik ähtimallyk bilen çaklap bolýar. Indiki boljak ýer titremäniň wagtyny önünden kesgitlemek welin, in kyn we henize çenli doly çözülmelik meseleleriň biridir.

Taryhda görkezilen maglumatlar, soňky onýyllyklarda geçirilen ylmy-barlag işleri ýer titremäniň önüsyndasynda ýeriň ýüzünde, ýerasty suwlaryň düzüminde, häsiýetlerinde, dürli haýwanlaryň özüni (howsalaly) alyp baryşynda, haýsy-da bolsa, bir üýtgewiň bolýandygyny belleýärler.

Häzirki wagtda ýer titremäniň önüsyndasyndaky alamatlary - ýer titremäni “buşlaýjylaryny” öwrenmäge müňlerçe geologlaryň, geofizikleriň, gidrogeologlaryň we beýleki ugurlardan alymlaryň aň - düşünjeleri 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 önüsrasynda dag jynslarynyň elektrik garşylygynyň üýtgewi (O.M. Barsukow), mikroseyýsmik zenzeleler (L.I. Rykunow), akustik signallar (M.M. Hasanow, S.H. Negmatullin), agyryk 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 önüsrasynda we ýeriň yranyp duran wagty ýeriň ýüzünde hereketleri emele getirýändiginden ybaratdyr. Bu usulyň esasynda ýer titremäniň önüsrasynda 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 wagtyňyň öňünden çaklama usullarynyň häzirki zaman ygtybarlylygy hadysanyň pursadyny ilata yglan etmek anyklygyna ýeterlik däl.

Ýer titremä durnukly jaý-desgalary gurmagyň ýollary hakda düşüňje

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 hendeşiniň düýbüne dürli galyňlykda daş-topurly tutuş düşek düşmeli we ony zerur derejä çenli dykzlandyrmaly;

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.

10.7. Inžener geologik prosesler: desgalaryň teýkarynyň ýarsmagy, zeýleme

Inžener-geologik prosesler

Gurluşyk, ýerasty baýlyklaryň çykarylýp 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.

Desgalaryň, binýatlaryň, binýadasty teýgumlaryň ýarsmalarynyň kysymlary

Üstüne goşmaça agram düşen teýgumlar az ýa-da kän derejede ýarsýarlar. Ol ýarsmalaryň görnüşleri, möçberi teýgumlaryň häsiýetlerine, desgalaryň, olaryň binýatlarynyň kysymyna, dartgynlyk döredýän güýçleriň wektorlaryna baglydyr. Teýgumlaryň häsiýetlerine öňki bölümlerde garalyp geçildi. Bu ýerde desgalar bilen ýarsmalaryň utgaşmasynyň beýany berilýär.

Teýgumlarda döreýän ýarsmalaryň ilkinjisi gurluşyk hendeginiň geçilmegi bilen baglydyr. Hendeginiň düýbündäki

gatlakda öň ýokarda ýatan gatlaklaryň aýrylmasy sebäpli, güberme (göwrüm ulalma) ýarsmasy bolup geçýär. Hendek gazylandan soň beton-binýat işleri gaýra goýulsa, ol ýerde dag jynslarynyň weýranlaşmasy, yzgarlap çökmesi, yzgarlap çişmesi ýaly hadysalar agzalan ýarsmalary ulaldýarlar, giňeldýärler. Bu amatsyz ýagdaýyň önüni almak üçin, hendek taslamada bellenen çuňluga ýeten badyna, işleriň indiki tapgyrlary arakesmesiz geçirilmelidir. Eger şeýle zyzgiderliligiň 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 çeýe 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, gyşarýarlar (minaralar, beýik turbalar we ş.m.).

Aňrybaş çeýe desgalar teýkardaky teýgumlaryň hemme çökýän nokatlarynyň yzy bilen çökýärler, şol sebäpli desganyň süňňünde goşmaça dartgynlyklar döremeýär (gum gaçylar, gum bentler we ş.m.).

Gatylygy çäkli bolan desgalar (ýarsmalar 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 gatly ýaşaýyş jaýlarynyň belli bir bölegini çeýe kysymly jaýlaryň hataryna goşup bolýar.

Näsaz çökmeleriň ösüşi hasaba alnanda ýarsmalaryň şeýle görnüşlerini bellemeli.

1) **Gyşarma** – binýadyň iki nokadynyň absolýut belgisiniň olaryň aradaşlygyna bolan gatnaşygy;

2) **Jaýyň (desganyň) egrelmegi** – bir okda ýerleşen iki ýa-da birnäçe binýatlaryň çökme ýarsmalarynyň olaryň aralygyna bolan gatnaşygy;

3) **Bükülme** – ýaý beren jaýyň ýarsmasynyň (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 düzgütlü 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.

Ýerasty desgalaryň we olaryň üstünde ýerleşen desgalaryň ýarsmagy

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 tonnel), 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 mäkämligi diýlip, olaryň daşky güýçleriň täsirine jemleýji garşylygyna aýdylýar. Bu garşylyk, belli derejede, dagıçı, ýerasty desgalaryň geçirilmeginiň kynçylygyny kesgitleýär. Dag jynslarynyň mäkamligine mukdar taýdan baha kesmek üçin M.M. Protodýakonowyň tablisasy ulanylýar (23-nji tablisa).

Dag basyşynyň häsiýetleri çylşyrymly we ýeterlik öwrenilen däldir. Dag jynslary, adatça, deňölçeqli 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 (atylyp) 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 tonnel ýeriň ýüzünden 25 m-e çenli çuňlukda, M.M. Protodýakonowyň synplamasy boýunça mäkämli 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 bäri munuň

beýle däl-de, agzalan basyşdan azlygy anyklandy. Dag basyşyny hasaplamak üçin birnäçe usul ulanylýar. GDA girýän döwletlerde

M.M. Protodýakonowyň 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.

$$P = \frac{4}{3} a \cdot b \cdot \rho$$

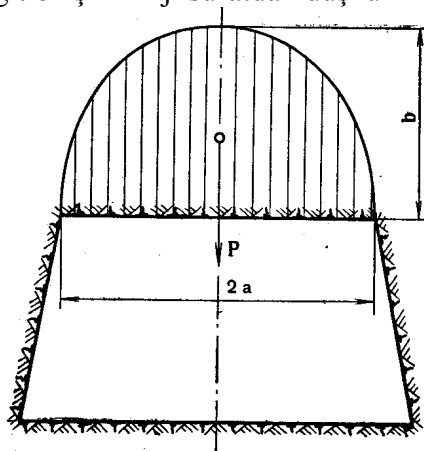
bu ýerde:

a – desganyň ininiň ýarysy, m;

b – tebigy deňagramlylyk gümmeziň beýikligi, m;

ρ - dag jynslarynyň dykyzlygy, 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. Protodýakonow 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).

23-nji tablisa

**Dag jynslarynyň mākämliги boýunça synplanýşy
(M.M. Protodýakonow boýunça sadalaşdyrylyp alnan)**

Mākämli k derejesi	Mākämliгиň ýazgy beýany	Dag jynslary	Mākämlik koeffisiýenti
I	Juda mākäm	Iň berk, dykyz we şepbeşikli kwarsitler, bazaltlar	20
II	Örän mākäm	Kwarsitler, porfirler, örän berk granitleşen, kremnileşen slanesler, iň berk hekdaşlar	15
III	Mākäm jynslar	Granitler, örän berk hekdaşlar, çägedaşlar, çagyldaşlar	10
IIIa	Ýene şolar	Berk hekdaşlar, çägedaşlar, dolomitler, berkligi pes granitler	8
IV	Ýeterlik mākäm jynslar	Adaty çägedaşlar, çägesow slanesler	6-5
V	Mākämliги ortaça jynslar	Berk toýunsow slanesler, dykyz hekgumdaşlar, berkligi pes	4-3

		çägedaşlar we hekdaşlar	
VI	Ýeterlik ýumşak jynslar	Ýumşak slanesler, örän ýumşak hekdaşlar, hek, nahar duzy, adaty hekgumdaşlar, mynjyran hekdaşlar	2
VIa	Jyglym	Mynjyran slanesler, dykyzlaşan çagyl we jyglym, daşygyp demrigen toýun, berk daşkömür	1,5
VII	Ýumşak jynslar	Dykyz toýun, ýumşak daşkömür, dykyz toýunsow çökündiler	1,0
VIIa	Ýene şolar	Ýeňil çägesow toýun, lýos, ownuk çagyl	0,8
VIII	Gumaksy jynslar	Çöp-çalamly gum, gemre, ýumşak topur, çygly çäge	0,6
IX	Ürgün jynslar	Çäge dökülmeleri, ýumşak ownuk çagyl, dökülen gum	0,5
X	Akgyn jynslar	Suwýarsuwlar, batga teýgumy, suwuk haldaky toýunsow teýgumlar	0,3

er dag jynslarynyň birokly gysyşa (R_c) garşylygy hakda belli maglumat bar bolsa, onda $f_{m\acute{a}k}=0,1R_c$ diýlip alynýar.

Umuman, dag basyşy desganyň ýatýş çuňlugyna baglydyr. Emma bu baglanyşyk örän çylşyrymlydyr we gönüçyzykly häsiýete eýe bolmaýar. Desganyň berkitmesine düşýän basyşy tejribe üsti bilen dinamometr (mehanik, gidrawlik, elektrik görnüşli) arkaly kesgitläp bolýar. Ölçeğ

geçirmezden öň abzal netijeleri dartgynlyk ölçeginde aňlatmak üçin sazlanylmalydyr.

Eger ýerasty desganyň ini giň bolsa, berkitmeleriniň berkligi ýeterlik bolmasa, dag jynslarynyň süýşmegi (üçegin bükülmegi, ýumrulmagy) mümkin. Şeýle süýşmeleriň ýeriniň ýüzüne ýetýän wagtlary seýrek bolmaýar. Ol süýşmeleri öňünden çaklamak üçin dag jynslarynyň jaýryklylygyny, süýgeşik ýarsmalara ukyplylygyny, ýerüsti dag işleriniň çuňlugyny, ýeriniň ýüzündäki ýarsmalaryň täsirini gowşadýan çägesow-toýunsow çökündi jynslaryň barlygy-ýoklugyny, galyňlygyny bilmek zerurdyr.

Umuman alanyňda dag jynslarynyň süýnüp-süýşmeleriniň nazary usullary ýeterlik derejede işlenip düzülen däl.

Zeýleme we oňa garşy göreş çäreleri

Eger teýgum suwlarynyň girdeji görkezijileri (gelýän ýerasty akym, ýerüsti suwlaryň we ygalyň ýere siňip teýgum suwlaryna goşulmagy, öýjüklerdäki buguň goýalyp, neme-damja öwrülmeşi, 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 zeykeş ulgamy arkaly çykarylmagy we başg.) artsa, teýgum suwlaryň derejesi tä howply (kritiki) derejä çenli ýokary galýär.

Bu howply çuňluk howaly zolakdaky jynslaryň kapillýarlygyna, suw süzdürijiligine baglydyr. Hususan, bu çuňluk ýerasty suwlaryň kapillýarlar bilen ýokary galýan mukdarynyň şol ýerdäki iň köp topraküsti bugaryşa barabarlyga ýeten derejesi bilen kesgitlenýär. 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 esaslaryna 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;

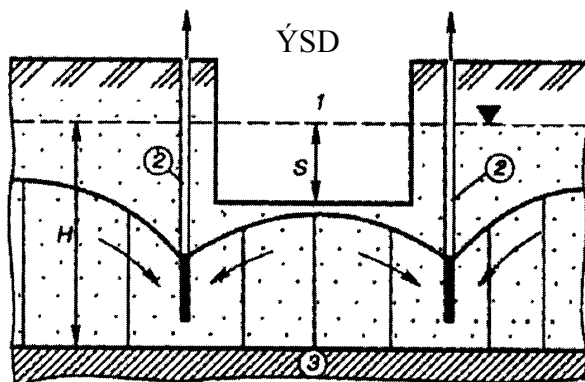
3) ýerasty suwlaryň artýan mukdaryny (zeýleme derejesine ýetirmezlik niýeti bilen) mümkinçilik bar ýerinde çykaryp alyp ulanmaly (ýerleri suwarmak, mallary suwa ýakmak üçin we ş.m.);

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 zeýläň 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 zeykeş guýulary arkaly pese düşürilişi:

1 – gurluşyk hendegi; 2 – zeykeş 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 örtülmegi 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 ýetişip bilmeýär. Azda-kände muňa Garagum derýasynyň hanasyndaky suwuň ýerasty suwlar bilen garpyşyp emele getiren ýerasty yşly (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 togtaýar ýa-da juda

azalýar. Sebäbi artykmaç suwlar kapillýar öýjükler arkaly ýeriň ýüzüne çenli ýokary galyp, howada bugaryp harçlanýarlar.

Bu örän oňaýsyz 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 zeylän 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 çöwlüğü (süzgüji) suwly gatlagyň aşaky böleginde, ýagny 20-50 m çuňlukda ýokary suwberijilikli çagyl gatlagynda ýerleşdirilen. Nasosyň sormagy netijesinde guýa baryan suw, ýeriň ýüzüne golaý ýatýan (2-10 m) az suwberijilikli çägesow-toýunsow gatlaklardan (dikligine) däl-de, esasan, aşakdaky çagylly gatlakdan keseligine gelýär. Netijede, ýerasty suwlaryň derejesi guýynyň töwereginde garaşylýan möçberde pese düşmeýär;

3. umuman alanyňda, 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 – çöwlüğü örtük suwly

gatlaklarda ýerleşdirilen zeýkeşlere geljek suwuň juda ujypsyz bolýanlygyndadyr.

Umuman alanyňda, 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 çöwlüjiniň (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 görkezişi 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 çözgüdini tapmak üçin 2001-nji ýylda Aşgabadyň aşagynda (ýagny 15-25 m çuňluk aralygynda) zeýakabaly-aragatnaşyk tonnelini gurnamak 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, çuňlugy 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 çagyly gatlakdaky suwuň ýokary dyňzawyny peseltmek üçin şahtanyň düýbünden hem çuňlugy 60 m dik zeýkeş guýusy burawlanmaly;

- şahta tebigy dyňzaw zerarly akyp gelýän bu suwlary has aşakdan geçýän tonneliň zeýsuw bölümüne 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.

11. Inžener-geologik gözlegler barada düşünje

11.1. 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-birleriniň üstüni ýetirýärler. Usullar utgaşmasynyň düzümi ýerli inžener-geologik şertleriň aýratynlyklary, gözleg edarasynyň tehniki mümkinçilikleri, buýrujynyň maliýe ýagdaýy, gözleg üçin göýberilen wagtyň möçberi bilen kesgitlenýär.

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-şejerediş 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.

Ýerüsti inžener-geologik gözegçilikler

Ýerüsti gözegçiliklerde inžener-geologik şertleriň göz-görtele görnüp 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 (kartalaşdyрма, сыомка) diýlip hem atlandyrylýar. Bu şertde inžener-geologik surata düşürmäniň önünde şeýle düýpli wezipeler goýulýar:

- 1) desgalaryň gurulmaly ýerine, binýadynyň amatly kysymyna, düzgüidine, gurluşyk işleriniň usullaryna, desganyň soňraky ulanyş düzgünine baha bermek;
- 2) inžener-geologik şertleriň aýry-aýry düzüм bölekleriniň arasyndaky baglanyşynlyklary öwrenmek;
- 3) inžener-geologik şertleriň giňişlikdäki üýtgewiniň kanunylyklaryna baha bermek;
- 4) tebigy prosesler bilen öneden bar bolan desgalaryň arasyndaky baglanyşyklary ýüze çykarmak;
- 5) inžener-geologik şertleriň tebigy ýagdaýda we gurulmaly desganyň täsiri bilen üýtgewini önünden çaklamak.

Elbetde, munuň ýaly düýpli wezipeler önede 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 düzüмçeleri: klimat, relýef, dag jynslary, toprak, ýerasty we ýerüsti suwlar, geologik hadysalar, ösümlükler we haýwanat dünýäsi biri-birleri bilen sazlaşykly aragatnaşygy saklaýar. Şol sebäpli ol ýerdäki

şertleriň görnetinini öwrenip, ýaşyrynlary hakda maglumat alyp bolýar. Görnetin düzümçe bolup, adatça, relýef we tebigy ösümlikleriň görnüşleri, utgaşmalary, ösgünligi, gürlügi hyzmat edýär. Bu usul alyslaýyn 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 belenmäge mynasyp düzümlerini (dag jynslarynyň, ýerasty suwlaryň ýüze çykmalaryny, geologik we inžener-geologik hadysalaryň duşýan ýerlerini, möçberlerini) meýdan işlerine çykmazdan oň taýýarlanan topografik planşetleriň, ýöntem inžener-geologik kartalaryň, deslapky ýorgudy geçirilen alyslaýyn suratlaryň ýüzüne geçirýär.

Geologik gurluş öwrenilende ene gatlaklaryň tebigy we emeli ýüze çykmalary barlanýar (gorplar, jarlar, hendekler, guýular, ýolýaka kert ernekler, 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, ýarsmalaryň duşýan ýerlerine aýratyn üns berilýär. Medeni zolakda ýörite barlanjak jaýlar, desgalar üçin oňünden ygtyýarnama alynýar. Zerur halatlarda jaýyň içki diwarlary, ýerzeminleri barlanýar, jaýyň diwarynyň daş ýüzünden barlag çukury gazylýar.

Ýerasty suwlaryň ýüze çykmalary (çeşmeler, kãrizler, guýular, ulanyş, zeýkeş guýulary (skwažinalary), açyk zeýkeşler) 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-ölçepleri, marşrutlary ýazylýan depderçedir. Gündelige esasy ýazgy hökmünde geologik gurluş, dag jynslarynyň düzümi, häsiýetleri, geomorfologik şertler hakdaky maglumatlar girizilýär. Gündelige ownuk gazma çukurlaryň (çukanaklaryň, sypymalaryň), ene gatlaklaryň, ýerasty suwlaryň ýüze çykmalarynyň, geologik hadysalaryň, jaý desgalaryň ýarşmalarynyň ýazgylary hem goşulýar.

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 dälidir.

Teýgumlardan alynýan nusgalar tebigy durky bozulan ýa-da bozulmadyk bolýar. Eger nusga teýgumuň tebigy durky (öýjükliigi, 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 (грунтонос) ulanylýar.

Eger inžener-geologik buraw guýusy ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyna ýetse, ol çuňluk ýörite gural-gürpüldewaç (хлопушка) dakylan ölçeg 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 (üzüksiz) nusga alynmaly;
- guýudan teýgumlaryň nusgalaryny durkuny bozman alynmaly;
- guýulary, adatça, 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 aşakdaky şertler täsir edýär:

- buraw guýusynyň niýetlenýän maksady;
- buraw guýusynyň geçilmeli çuňlугy;
- 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, bitewidaş jynslaryň we dagynyk teýgumlaryň araçağı kesgitlenende, gözlegleriň başlangyç tapgyrlarında ulanylýarlar. Olaryň çuňlугy köplenç 5-10 m-e çenli bolýar.

Barlag guýulary (разведочные скважины) geologik kesimi jikme-jik öwrenip, dag jynslarynyň adyny, görnüşliklerini, ýatyş şertlerini, içki gurluşyny, dykzlygyny, çyglylygyny, durky-halyny (gaty – ýumşaklygyny), suwlulygyny barlamak üçin burawlanýar.

Barlag guýularynda dürli synaglar, barlaglar, tejribeler geçirilýär. Olara aşakdakylar degişlidirler:

1) meýdan gidrogeologik synaglary (ýerasty suwlaryň akýan ugruny, tizligini kesgitlemek, suw siňdiriş 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 karotaž 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

enamlary 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).

Çuňlугy boýunça inžener-geologik buraw guýulary 4 topara bölünýärler:

- 1) ýalpak guýular (çuňlугy 10 m-e çenli);
- 2) aram çuňlukly guýular (çuňlугy 10-30 m aralygynda);
- 3) çuň guýular (çuňlугy 30-100 m aralygynda);
- 4) aşa çuň guýular (çuňlугy 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 degişlidi.

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 çuňlугy pes, diametri kiçi bolsa, burawlanylmalý ýer daryşgan bolsa we ş.m..

2) **rotorly we urganly – urgy usuly** – burawlama wagty diňe palçyga öwürülen 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 öndürjilikli, kemçilikleri – teýgumun durky bozulýar, gatlagyň çalşygyny kesgitlemek kyn, iribölekli teýgumlarda burawlama çäkli.

5) **sarsgynly burawlama** – örän ýokary öndürjilikli, 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 mehanizirlеме 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 ýatýş 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 – çuňluga 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, eňnitleriň 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 çuňlугy 2 m-e çenli bolýar.

Ştolnyalar ýerasty kese barlag desgalary bolup, adatça, 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 şurfun kese kesimi gönüburçly bolsa, onda dag jynslarynyň ýatış şertlerini takyk kesgitlemek ýeňilleşýär. Şurflaryň kese kesiminiň meýdany çuňluga baglylykda, 0,8 m²-den 4 m²-e çenli üýtgeýär, çuňlугy 1,5-2 m-den 40 m-e çenli bolýar. Türkmenistanda iň çuň şurf (38,5 m) Gäwers düzlüginde gazylyan (1972 ý.). Eger şurfun çuňlугy 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 gazylyp hemme barlag – synag işleri tamamlanandan soň, kada boýunça, terslin gömülmelidir (her çuňluk aralykdan çykan gumlary şol ýere atmaly).

Şahta çuňlугy 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 ulanylyan 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, çuňlugy, 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 çuňlugy, 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 çuňlugy, geçirilmeli derňewleriň görnüşleri, usulyýeti görkezilýär.

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, ýatyş şertlerini, ýerasty suwlaryň ýatýan çuňlugyny, duzlulygyny, geologik we inžener-geologik prosesleri öwrenip bolýar.

Inžener-geofiziki barlaglaryň düzüminde köplenç seýsmik barlaglar we elektrik barlaglary ulanylýar.

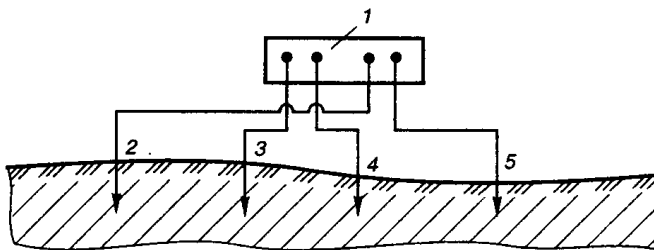
Seýsmik usullary tebigy sebäplere görä ýa-da emeli çeşmelerden dörän (sarsgyndan, partlatmadan) maýyşgak yrgyldylaryň ýaýraw tizligine esaslanýar. Inžener-geologik maksatlar üçin bir kanally mikroseyşmik enjam ulanylýar. Onuň kömegi bilen ýerasty suwlaryň we ene gatlaklaryň ýatýan çuňlugyny, derýalaryň 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 meýdançasysynda şol garşylyklaryň näçe tapawutlary uly bolsa, elektrik barlaglaryň netijeliligi şonça ýokary bolýar.

Inžener geologiýasynda, köplenç, elektrik kesme we dik elektrik sünjümlere 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 sünjümlere (вертикальное электрическое зондирование) ene gatlaklaryň, ýerasty suwlaryň, gadymky derýalaryň köne hanalarynyň düýbünüň ýatýan çuňlugyny, dag jynslarynyň çalşygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bu usulyň – abzalyň işleýşi şuňa esaslanýar: tok barýan A we B elektrodлары (simli gazyklaryň) arasyny uzaltdygyňça, toguň akym çyzyklary has aşakdan geçýär. Şol sebäpli elektrik sünjümleniň 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.

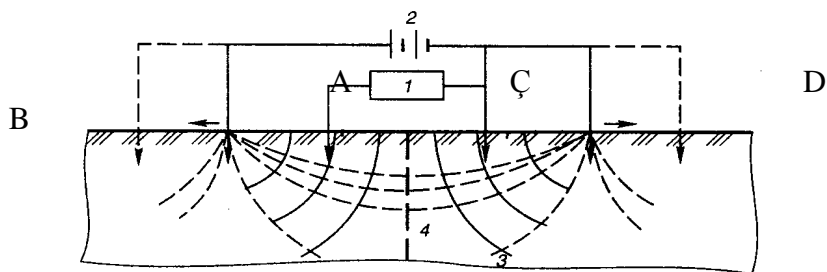


43-nji surat. Dag jynslarynyň elektrik kesme usuly bilen
öwrenilişi: 1 – abzal; 2-5 – elektrodlar

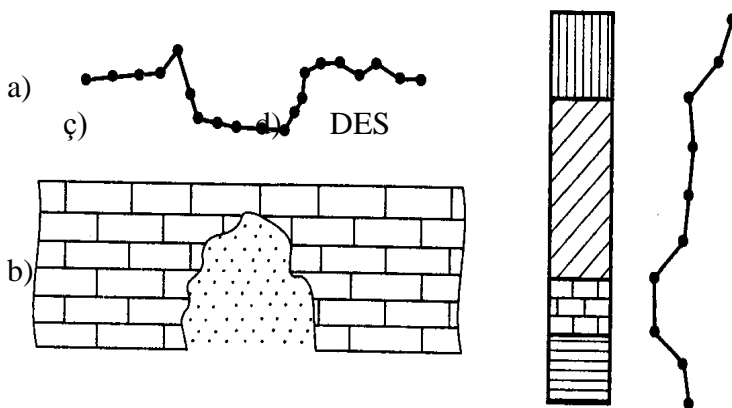
Tok berýän A we B elektrodларыň arasyndaky toguň güýjüni kesgitläp hem-de Ç we D elektrodларыň arasyndaky potentsiallaryň tapawudyny ölçäp, dag jynslarynyň elektrik garşylygyny bilip bolýar (44-nji surat). Şol maglumatlaryň netijesinde geologik kesim düzülýär. Usulyň takmynylygy göz önünde tutulyp, bu ýerde, elbetde, goşmaça has anyk bolan burawlama usuly hem ulanylýar. 45-nji suratda dik elektrik sünjümleme (DES) usuly bilen burawlamanyň netijeleriniň deňşirilip deňşdirilmesiniň 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.

Radioaktiw usullar, adatça, meýdan şertlerinde (barlag çukurynda, skwažinalarda, sünjümleme bilen utgaşdyrylan görnüşde) dag jynslarynyň içinden geçen aýry-aýry şöhleleriň ýazgysy (karotaž) görnüşinde geçirilýär: gamma (γ) karotaž, gamma-gamma (γ - γ) karotaž, neýtron-neýtron (n-n) karotaž we başg.



44-nji surat. Dik elektrik sünjüleme usuly bilen
dag jynslaryň gatlaklaryny öwrenmek
1 – potensiometr; 2 – tok çeşmesi; A, B, Ç, D – elektrodlar;
3 – ekwipotensial (birmeňzeş potensially) çyzyklar; 4 – tok
çyzyklary



45-nji surat. Gatlarlar ulgamynyň elektrik barlagy
a) içi çägeden dolan gowakly ýerden geçýän elektrik kesimi;
b) hekdaşlaryň üsti ýapyk gowakly ýeri;
ç) guýynyň dik kesimi;
d) DES-iň egrisi

Gamma-karotaž. Tebigy şertlerde dürli dag jynslarynyň dürli radioaktiwligi bar, mysal üçin, toýunda kân, çägede az. Şeýlelik bilen, tebigi radioaktiw fony öwrenip, şol ýerde ýatan gatlaklary çaklap bolýar.

Gamma-gamma karotaž. Bu usulda gamma şöhleler emeli çeşme arkaly göýberilýär. Bu usulda γ şöhleleriň geçýän ýolundaky teýgumlar dykyz bolsa, ol şöhleler pytraýar, dykyzlyk pes bolsa, γ 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 molekulalary, wodorodyň atomlary köp bolsa, ol neýtronlar tizligini şonça peseldýärler. Şeýlelik bilen, bu usulyň kömegi bilen, teýgumlaryň çyglylygyny kesgitlemäge mümkinçilik döreýär.

Magnit barlaglarynyň kenar ýapylarynda, eňnitlerde süýşgünleriň hereketini öwrenmek üçin ulanylan ýerleri bar.

Umuman, inžener geologiýasynda ulanylýan geofiziki usullaryň esasy aýratynlyklary şulardan ybarat:

1) öwrenilýän ýokarky gatlar (15-20 m çuňluk) örän giň gerimde üýtgeýär. Şol sebäpli inžener geologiýasynda ulanylýan geofiziki usullaryň aýyl-saýyllygy ýokary bolmaly;

2) dag jynslarynyň düzümi, durky-haly, häsiýetleri örän çalt üýtgeýär. Şol sebäpli geofiziki ölçeg nokatlarynyň aralary ýygý 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.

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 esasyňy 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 birligi 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;

- çägeleriň dykyzlygynyň, toýunsow jynslaryň gaty-ýumşaklygynyň (durky-halynyň), ýarsma modulynyň, içki sürtülmesiniň mukdar görkezijileriniň takmyny bahalaryny kesgitlemäge;

- gumdan üşürilip ýa-da palçykdan guýlup ýasalan gaçylaryň dykyzlandyrylma derejesini kesgitlemäge.

Bu usul gazykly binýatlaryň ulanylmaly ýerlerinde has amatly bolýar.

Siňňin sünjümlemede 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 (maýyllyk baglanyşyklaryny) kesgitläp 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 deňşirilip, deňeşdirilip, sünçgi sazlanýar.

Sarsgynly sünjümleme

Bu usul kakylyp girizilýän süňçgä teýgumuň görkezýän garşylygyny ölçemek bilen bagly. Bu garşylyk teýgumlaryň süňçginiň kakylmagyna we süňçgini 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 (maýyllygy) kesgitlemäge.

Sarsgynly sünjümlemäniň netijesi **girew** diýlip atlandyrylýan şertli ululyk bilen häsiýetlendirilýär. Ol süňçgini 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.

Süňjümleme-karotaž işleri

Bu işler teýgumlaryň fiziki-mehaniki häsiýetlerini olaryň tebigy ýatan ýerinde öwrenmegiň bir usulydyr.

Bu usul siňňin süňjümleme usulynyň geofiziki, hususan-da, γ -karotaž, γ - γ karotaž, n-n karotaž usullar bilen utgaşmasydyr. Bu usul arkaly 1-2 awtoulagyň üstünde ýerleşdirilen siňňin süňjümleýji abzallaryň, içine radioaktiw izotoplary goýlan süňçgüleriň kömegi bilen, dag jynslarynyň dykyzlygy, çyglylygy hakdaky üznüksiz maglumaty, hiç hili

barlag guýularyny geçmezden, laborator tejribelerini geçirmezden, alyp bolýar. Bu usul şeýle-de γ -karotažyň, dag jynslarynyň tebigy gamma fonunyň üsti bilen ýokary tizlikde 10-15 m çuňluk üçin dik litologik kesim gurmaga mümkinçilik berýär.

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 yerinden laborator derňewine çenli geçýän ýoly kesgitli kadalar bilen resmileşdirilýär (TDS-12071-84, TDS-24481-80 we başgalar).

Meýdan synaglary

Teýgumlaryň gurluşyk üçin zerur häsiýetlerini kesgitlemek üçin, adatça, laborator tejribeleriniň netijeleri ulanylýar (şol sanda Türkmenistanda). Emma teýgumlaryň laboratoriyada 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 süýşmä garşylygy, gysylma ukybyny ýeterlik derejedäki takyklyk bilen kesgitlemäge mümkinçilik bolmaýar. Läbiklerden, akgyn, akgyn-süýgeşik haldaky toýunsow jynslardan, suwdan doýgun çägelere 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 göwrüminden müňlerçe 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 görkezijilerini

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-çağşamagy, 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 gönüçyzykly häsiýete eýe bolýar (9-njy surat).

Ikinji tapgyrda binýadyň teýkarynda (şampyň aşagynda) ýerli süýşmeler başlanýar, ýagny teýgum basyşyň köp düşýän ýerinden az basyşly ýere tarap süýşüp başlaýar. Bu şertde agzalan baglanyşyk $S=f(P)$ üýtgäp, egriçyzykla 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 gönüçyzykly bölegi ulanylyp, ýarsma moduly hasaplanýar.

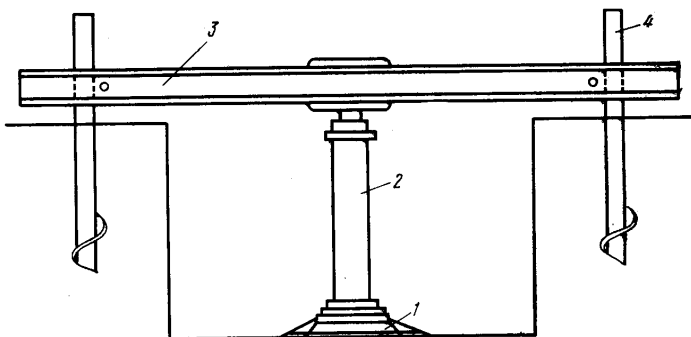
Meýdan şertlerinde teýgumlaryň ýarşmalarynyň agzalan görnüşlerini öwrenmek üçin geologik gurluşa, gidrogeologik şertlere, teýgumlaryň düzümine we durky-halyna baglylykda synaglar ýörite şampalar ulanylyp şurfda ýa-da skwažinada geçirilýär.

Teýgumlaryň şurflarda ýük astynda geçirilýän synaglary „TDS-12374-77. Teýgumlar. Siňňin goýlan ýükler bilen meýdan synag usuly“ standart laýyklykda, 15 m çuňluga çenli teýgum suwlarynyň ýatýan çuňlugynda ýa-da ondan ýokarda geçirilýär.

Ştampa berilýän basyş gidrawlik ýa-da mehaniki domkratyň üsti bilen, käte başga usul arkaly berilýär. Ştampyň çöküş 0,1 mm takyklykda ýörite gural bilen ölçelýär. Şurfda ulanylýan synag desgasynyň düzgüdi ýylsaýyn kämilleşdirilýär. Bu synag desgasynyň umumylaşdyrylan görnüş 46-njy suratda görkezilýär.

Şynaga taýýarlanan şurf (guýy) ştampyň goýuljak ýerine 0,3 m ýetirmän gazylýar. Şurfuň diwaryndan, teýgumuň fiziki häsiýetlerini we düzümini kesgitlemek üçin, nusgalar alynýar. Şurfuň düýbünden ştampyň goýuljak ýeriniň beýleräginde laborator tejribesi üçin bitewi nusga alynýar. Şurfuň düýbünde goýlan ýuka gatlak aýrylýar, düýbi endigan tekizlenip, üstüne ştamp goýulýar (onuň meýdany teýgumuň görnüşine we hiline baglylykda, 1000-10000 sm² 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 ýarşma şertleýin kyparlaşýança garaşylýar (teýguma baglylykda 0,5-3 sagat). Basyş basgançagy goýlandan soň ýarşma ölçejji abzaldan ölçegler her 10-30 minutdan geçirilýär.



46-njy surat. Teýgumlaryň meýdan şertlerinde şurfda ýük (şamp) astynda synalyşynyň umumy görnüşi
1 – şamp; 2 – domkrat; 3 – direk sütün germewi; 4 – hyrly ankerler (gazyklar).

Synag gutarandan soň, şampyň çökmesiniň basyşa baglylygynyň çyzgysy gurulýar we şeýle formula boýunça ýarsma moduly hasaplanýar:

$$E = \frac{(1 - \mu^2) \omega \cdot d \cdot \Delta P}{\Delta S}$$

bu ýerde:

ΔP – şampa berilýän basyş tapawudy ($\Delta P = P_1 - P_0$), MPa;

ΔS – ýarsma tapawudy, sm;

μ - Puassonyň koeffisiýenti (teýguma baglylykda, tablisadan alynýar);

ω - 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, takyklygynyň 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 çukurynyň düýbünde (ortasynda) goýlan bitewi nusgany ölçelýän basyş bilen gapdala süýşürmek; 3) skwažinadaky ýumşak teýguma (süýgeşik, süýgeşik-akgyn, akgyn toýunsow teýguma, suwdan doýgun çägä) ganatly periň 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.

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 ýatyş çuňlugy, duzlulygy, himiki düzümi, temperaturasy;
- geologik we inžener-geologik prosesleriň ýaýrawy, ösüş depgini (çägeləriň 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 öňünden 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 kiçenräk meýdança saýlanyp alynýar we ol ýerde zerur proses jikme-jik öwrenilýär. Ýüze çykarylan kanunylyklar, olaryň esasynda düzülen ündemeler бүтін sebite ýaýradylýar (suwarymly ýerlerde şorlaşmanyň garşysyna göreşmek üçin nemgeçirme, massageçirme prosesleri öwrenilende, çägelereň süýşmesi, ýer titremeleri öňünden çaklamak mümkinçilikleri öwrenilende we başg.);

2) **Sebitleýin öwrany barlaglar.** Bu usulda öwrany barlaglar sebitiň hemme ýerinde deňölçegli 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 ýatyş çuňlugynyň, duzlulygynyň we himiki düzüminiň öwrany barlaglary mysal bolup bilýär.

11.2. Inžener-geologik işleriň netijeleriniň resmileşdirilişi

Inžener-geologik gözlegleriň döwürleri

Inžener-geologik işleriň her tapgyry 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 tassyklanandan 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.

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 için esaslandırma, 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. Ýazgysy 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 şejeresi, geologik ýaşy, ýatys şertleri boýunça toparlanyşy berilýär. Gidrogeologik şertler boýunça esasy üns ýerasty suwlaryň kysymlaryna, ýatys 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 çököň, 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 belleniýär.

Çykarylýan netijeler bölümçede sebiti halk hojalygynda bähbitli ulanmak, taslanýan desganyň geologik gurşaw bilen amatly sazlaşygyny gazanmak barada teklipler berilýär. Şeýlede bu ahyrky bölümçede mundan beýläk goşmaça gözlegleri geçirmegiň zerurlygy, taslama çözgütlerini 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 arihiwlerinde 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) hasabatnyň (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, hasabatynyň 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 düzüm, 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 teklpler 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 toplumy, inžener-geologik kesimler we başg. girýär;
- 9) zerur şertlerde ýer titremäniň, näsaz çökmeleriň taslanýan desga täsirini azaltmaga niýetlenip düzülen ündemeler (rekomendasiýalar) berilýär.

EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusíýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň 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” gazetiniň, 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. Ýokary mekdepler üçin okuw kitaby. Aşgabat, TDNG, 2008.
11. Nurgeldiýew N., Orazdurdyýew D. Umumy gidrogeologiýa dersiniň amaly işleri boýunça okuw gollanmasy (çapda).

12. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Инженерная геология . М., Высшая школа, 2007.
13. Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии. Изд. МГУ, 2007.
14. Геология. Часть III. Гидрогеология (А.М.Гальперин и др.). МГГУ, 2008.
15. Гордеев П.В., Шемелин В.А., Шулякова О.К. Гидрогеология. М., Высшая школа, 1990.
16. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Павлов А.Н. Общая гидрогеология. М., Недра, 1988.
17. Климентов П.П., Богданов Г.Я. Общая гидрогеология. М., Недра, 1977.
18. Фролов А.Ф., Коротких И.В. Инженерная геология. М., Недра, 1983
19. Шварцев С.Л. Общая гидрогеология. М., Недра, 1996
20. Экологическая гидрогеология (А.П.Белоусова и др.). М., Академкнига, 2006.

Mazmuny

I bölüm. Hidrogeologiýa

1. Hidrogeologiýanyň manysy, mazmuny, düzümi, çözüň meseleleri, ösüş taryhy, ylmy we amaly ähmiýeti, gaýry ylmlar bilen özara baglanyşygy.	7
2. Tebigatda suw	13
2.1. Ýerde suwuň ýaýraýşy we gidrosfera barada düşünje.	
Tebigatda suwuň aýlanyşygy	13
2.2. Ýerasty suwlaryň döreýşi	24
2.3. Suwly we suwabent jynslar barada düşünje	26
3. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri we himiki düzümi	28
3.1. Ýerasty suwlaryň fiziki häsiýetleri	28
3.2. Ýerasty suwlaryň himiki düzümi	31
3.3. Ýerasty suwlaryň gurluşyk konstruksiýalaryny iýijilik täsiri	38
3.4. Suwuň himiki derňewleriniň görnüşleri we olaryň şekilendirilişi	41
4. Ýerasty suwlaryň synplanyşy	48
4.1. Gidrosferanyň gurluşy	48
4.2. Ýerasty suwlaryň toparlanyşy	50
4.3. Wagytlaýyn we teýgum suwlary	53
4.4. Dyňzawly (artezian) suwlar	61
5. Ýerasty suwlaryň hereketi	68
5.1. Dag jynslarda suwuň hereketiniň esasy görnüşleri	68
5.2. Ýerasty suwlaryň esasy süzülme kanuny (Darsiniň kanuny)	70
5.3. Süzülme koeffisiýenti we onuň kesgitleniş usullary	75
5.4. Dag jynslarynyň we suwly gatlaklarynyň	80

süzülme görkezijileri	
5.5. Suwalgyçlara akyp geljek suwy önünden hasaplamak	82
6. Hidrogeologik işleriň usulyýeti	90
6.1. Hidrogeologik işleriň esasy görnüşleri we tapgyrlary	90
6.2. Hidrogeologik sýomka	96
6.3. Barlag-agtaryş işleri	101
6.4. Süzülmäniň meýdan şertlerinde öwrenilişi	106
7. Ýerasty suw ýataklary barada düşünje	112
7.1. Ýerasty suw ýataklary barada düşünje	112
7.2. Ýerasty suwlaryň gorlarynyň kategoriýalary	115
II bölüm. Inžener geologiýasy	119
8. Inžener geologiýasynyň manysy, mazmuny, düzümi, çözüň meseleleri, ösüş taryhy, ylmy we amaly ähmiýeti, gaýry ylymlar bilen özara baglanyşygy	119
8.1. Inžener geologiýasynyň manysy	119
8.2. Inžener-geologiýasynyň ösüş taryhy	120
8.3. Inžener geologiýasynyň düzümi	126
8.4. Inžener geologiýasynyň başga ylymlar bilen baglanyşygy	128
9. Teýgum öwreniş	131
9.1. Teýgumlaryň madda düzümi	131
9.2. Teýgumlaryň strukturasy we teksturasy hakda düşünje	136
9.3. Teýgumlaryň zire düzümi	140
9.4. Teýgumuň düzüminde gazlar	151
9.5. Suwuk jisim	154
9.6. Teýgumlarda janly jisim	157
9.7. Teýgumlaryň fiziki häsiýetleri	159
9.8. Toýunsow teýgumlaryň süýgeşikligi	174
9.9. Teýgumlaryň suwatabyn häsiýetleri:	177

	suwda durnuklylygy, suwsygymy, suw süzdürijiligi	
9.10.	Teýgumlaryň mehaniki häsiýetleri	191
9.11.	Teýgumlaryň synplanyşy	205
9.12.	Özboluşly we amatsyz teýgumlaryň häsiýetnamasy we olaryň bähbitsiz häsiýetlerini gowulandyrmagyň ýollary hakda düşünje	213
10.	Inžener geodinamikasy	222
10.1.	Inžener geologiýasynda geologik prosesleriň öwrenilişi we olaryň synplanyşy	222
10.2.	Klimat bilen bagly prosesler we hadysalar: dag jynslarynyň weýranlaşmasy, doňaklyk hadysalary, ýeletabyň hadysalar	228
10.3.	Ygal we ýerüsti suwlar bilen bagly prosesler we hadysalar: tekiz ýuwulma, jaraňlaşma we källeşme, derýalaryň geologik işi, abraziýa, siller	239
10.4.	Ýerasty we ýerüsti suwlaryň täsiri bilen döreýän geologik prosesler we hadysalar: hokurdanlaşma, suwýarsuwar, yzgarlamadan çökmeler, gowaklama	248
10.5.	Eňňitlik hadysalary: süýşgünler, opurylmalar	265
10.6.	Ýer titremeleri hakda düşünje, onuň döreýiş sebäpleri, güýjüniň kesgitlenişi, öňünden çaklanyşy, seýsmiki etraplarda gurluşyk	270
10.7.	Inžener geologik prosesler: desgalaryň teýkarynyň ýarşmagy, zeýleme	279
11.	Inžener-geologik gözlegler barada düşünje	293
11.1.	Inžener-geologik maglumatlary almagyň	293

usullary	
11.2. Inžener-geologik işleriň netijeleriniň resmileşdirilişi	319
EDEBİYATLAR	325