

TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRRLIGI

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

G. A. Akgaýew

GEOMEHANIKA

Hünär: “Ýer üsti dag işleri”

Aşgabat 2010

Giriş.

Adamyň inženerçilik işleri bilen şertlenen ýer gabygynyň dinamikasynyň meseleleri dag işleriň göwrüminiň we çuňlugynyň giňden artmaklygy bilen ol ýa-da beýleki derejede baglydyr. Kömür we magdan karýerleriniň 70%-m töweregi 200m çuňlyga eýedir. Ýakyn gelejekde aýry-aýry karýerleriň çuňlygy 500-700m ýetmegi mümkin. Karýer meýdanlaryň käbir ýagdaýlardaky meýdany 20-30 inedördil km, dag jyns üşmeleriň meýdany bolsa 100 inedördil km-den artygrakdyr. Her ýyldaky ýer jümmüşinde çykarylýan milliartlarça kub metr dag jynslar örän giň meýdanlaryň geodinamiki ýagdaýynyň üýtgemekligine getirýändir.

Dag gazma işleriň çuňlugunyň artmaklygyna görä inžener-geologik ýagdaýy çylşyrymlaşýar , bu ýagdaýy ütgertýän hadysalar has çaltlaşýarlar we hil taýdan täze ýüze çykmarlar bilen utgaşýarlar hem-de dag gazma işleriniň howpsyzlygyny we geologik gurşawyň ýagdaýyny bozýarlar. Muňa baglylykda inžener-geologik ýagdaýa baha bermek, olaryň ösüşini çaklamak we dolandyrmak tärlerini işläp taýýarlamak şu esasy wezipeleri çözmekligi: dag jyns bitewilikleriň mehaniki häseýetlerini we struktur-mehaniki aýratynlyklaryny öwrenmek; bitewiliklerde dag gazma işlerinde ýüze çykýan mehaniki prosesleri we olaryň ýüze çykman mümkinçiligini (dag magdan basyşyň ýüze çykması) barlamak we çaklamak; bitewiligin ýagdaýyny bu ýagdaýy synlamak-derňemek tärlerini dag gazma işleriniň görnüşini we häsiýetini hem goşmak bilen dolandyrmaklygy göz önünde tutýandyr.

Dag jybs bitewiliklerinde dag gazma işleri geçirlende döreýän mehaniki hadysalara olaryň ýarsmaklygyna we owranmaklygyna geomehaniki hadysalar diýilip atlandyrylýar,

bu hadysalary öwrenýän, dag- magdan ylmyunyň bölümine bolsa dag-magdan geomehanika diýilýär.

Dag gazma işleriň netijesinde bitewiligiň dartgynly-ýarsma ýagdaýynyň üýtgemeginiň häsiýetini karýerleriň gaçy-kenarynyň durumlylygy olara berilen şekilini belli wagtyň dowamunda aňryçäk ýarşmalasynyň (owranmasynyň) ösmezliginde saklap bilmek ukyby (karýeriň, kenar gaçysynyň, basgançagynyň, gum üşmesiniň, gulluk möhleti).

Geomehanika, gidrogeologiýa, inžener-geologiýa, ekologiýa, ýokary matematika materiallaryň garşylygy, nazary mehanika, gurlyşyk mehanika dag-magdan önümçililiginiň ykdysadyýeti, şonyň ýaly-da hünär bekiji dersleri “Açyk dag işleriniň prosesleri”, “Açyk dag işleriň tehnalogiýasy (tilsimaty) we toparlaýyn mehanizimleşdirlişi” we “karierleri taslamak” bilen baglanşyklydyr.

Dag-tehnalogik çözümlerinde açyk dag işleriniň howosuzlygyny we ykdysady düşewintligini üpjün etmek maksady bilen geomehaniki esaslandyrylanda şu aşakdakylary;

- dag jynslary berklik we ýarşmaklyj häsiýetleriniň çuňlugyna görä ütgemeçligini;

- dag işleriniň dinamikasy bilen baglylykda garylaryň ýagdaýynyň wagt giňişlik boýunça üýtgemekligi;

- bitewilikleriň gapdallarynda ýarşmaklygyny toplanmagyna we dartgynlygynyň gaýtadan baýlanmagyna geologik-struktur aýratynlygynyň täsirini;

- gidrodinamiki şertleriň we degişlilikde jyns bitewiligini deslapky çalykdyrmaklygynyň ornunyň artmaklygyny;

- ýer jümmişinden çykarylýan peýdaly gazma baýlyklaryň gorlarynyň dolulygna talaplaryň, suw-toprak baýlyklary goramaklyga we bozulan meýdanlary çalt dikeltmegine talabyň ýokarlanmagyny göz önünde tutmak zerurdyr.

Açyk dag işleriň geomehanikasynyň orny öňki SSSR-iň we Rusiýa ylymlar akademiklarynyň N.W.Melnikowyň, W.W.Ržewskiniň, K.N.Trubeskiniň, Ý.I.Şemýakiniň, Russiýa ylymlar akademiýasynyň habarçy agzalary W.A.mirenenkonyň, professor G.L.Fisenkonyň, P.N.Panýrkobyň, I.I.Popowyň, W.I.Borş-Komnonisiň, I.P.Iwanowyň, A.G.Şaparyanyň, A.B.Fadeýewiň, M.E.Pewzneriň, Ýu.I.Turunsewanyň, W.N.Popowyň, WG.Zoteýewanyň, A.M.Deminanyň, A.I.Iliniň, E.L.Galustýanyň, W.S.Şpakowyň, Ýu.I.Kutepowyň, B.W.Nesmeýanowyň we beýlekileriniň işlerinde öz beýanyny tapandy.

Dag geomehanikasynyň meselelerini toparlarynyň barlamaklygyň umumy usulyýetlerini ulgamlayyn beýany profesorlar G.A.Kurpennikowyň we G.N. Kuznesobyň ýolbaşçylygynda ýerine ýetirilen we ýerasty dag işlerinde dag basyşyny dolandyrmaklyga başlanan işlerinde getirilendir. Profesor G.L.Fisenko tarapyndan ýazylan baplaryň birinde karirerleriň gapdal ýapysynyň otyrymlylygyny köp taraplardan bar;amagyň usuly getirilendir.

1992-nji ýylda G.L. Galustiýan açyk dag işleriniň geomehanikanyň gapdal yapıalarynyň, bashgançaklarynyň we gum üýşmekleriniň ýarsmaklygyny çaklamak bilan baglanşykly meseleleri boýunça maglumat gollamasyny çap edendir. Bu işde gumüýşmeleriň amatly ölçeg görkezijileri we gapdal yapıalaryny düzgünleşdirmegiň amatly kesiminiň musallary getirilendir.

1997-nji ýylda akedemik K.N. Trubeskonyň redaksiasy bilen “Dag ylymlary” diýen kitap çapdan çykyp onda geomehanika dag ylymlary toparyna degişli edilip “dag jümmiş öwreniliş” diýip atlandyrylandyr. Bu ylym özinde jummişiň dag senagat geologiýany, geometriany we kwalimetriasy (Markşeydr işlerini), dag jynslaryny

owratmaklygy, magdan agrogeodinamikany, dag teplofizikany jemländig. Bu işder ýerasty dag we gurluşyk serişdeler üçin deg geomehanikanyň esasy wezipeleri getirilendi. We illeri tutulýan ylmy ugur hökminde dag senagaty sebitlerde geomehaniki monitoring-çäklendirme görkezilendir.

Umumy geomehanikanyň möhim bölümi hökminde öňki SSSR-yň ylmy akedemiyasynyň habarçy agzasy N.A Sitowiç teýgumlaryň-mehanikasy tebigy külke jynslaryň mehanikasyny getirendir. Umumy geomehanikanyň düzümine N.A Sitowiç global we sebit geomehanikany, gaty dag jynslaryň mehanikasyny, pytyrangy dag jynslaryň (tebigy trýgumlaryň) mehanikasyny organiki we organik-mineral bitewilikleriň (gyrmançalar, torflar we beýlekiler.) mehanikasy girizilendir.

Teýgumlaryň mehanikasynyň kämillenmegi fransuz alymlary Ş.Kulowyň (1773) we Ž.Bussineskiň (1885), prifessor N.P.Puzyrewskiniň (1923), professor.K.Tersaginiň (1925, 1933, 1943, 1948, Germaniýa -ABŞ), SSSR ÝA-yň habary agzasy W.W.Sokolowskiniň (1942, 1961) professor S.S Goluşkewiçiň we W.G Berezansebiň (1948), professor N.N. Maslowyň (1949, 1968, 1982) we beýlekileriň atlary bilen baglydyr.

Teýgumlaryň mehanikasynyň esasy ylmyň täze pudagy hökmünde SSSR-de ilkinji bolup ykrar edilendigini belläp geçmek gerek we ders boýunça okuw kitaplar (N.A.Sytowiç, 1934, 19633, 1982 we beýlekiler) birnäçe gezek çapdan çykarlandyr.

N.A.Sytowiç professor Z.G.Termartirosýan bilen bilelikde 1981-nji ýylda “Gurluşykda amaly geomehanikanyň esaslary” diýen iş çap edendir. Bu işde ýer gabygynyň iri möçberli gurluşyk işler bilen şertlenen mehaniki prosesleriň mukdar barlaglaryň meselelerine seredilendir.

XX-nji asyryň soňky ýyllarynyň okuw edebiýatlaryndan professor S.B.Uhowyň (1994) redaksiýasy bilen Döwlet gurluşyk uniweristetiniň (öňki misi) köp awrotlarynyň gatnaşmagynda taýýarlanan “Teýgumlaryň mehanikasy, esaslar we binýatlar ” belläp geçmek zeruir. Bu okuw kitap “Senagat we raýat gurluşygy” hünäri üçin maksatnama boýunça ýazylandyr.

Teýgumlaryň mehanikasy we açykdag işleriň geomehanikasy arasynda dürli binalaryň esaslarynyň we gaçylarynyň ýarssmaklygy bilen baglansykly köp sanly umumy meseleleri çözmeklikde baglylyk bardyr. Açyk dag işleriň dag-tehniki gurluşynyň aýratynlygy karýerleriň ýapylarynyň we gum üşmeleriniň özleriniň düzümini we ýagdaýyny wagt we giňişlik boýunça üýtgedýän dinamiki ulgamlylygyndadyr. Professorlar.W.A.Mironenko we W.M.Şestakow (1974) tarpyndan döredilen tarap ylmy ugur – gidrogeomehanika bolup munda ýeketäk usuly nukdaý nazardan teýgumlaryň mehanikasy we ýerasty suwlaryň süzüjiligiň özara baglylygynyň kanunylyklary inžener-geologiýa ylymlaryň wezipesine baglylykda bile seredilýändir.

Gidrogeohimiýanyň dag işlerindäki wezipeleri Russiýanyň ylymlar akademiýasynyň habarçy agzasy W.A.Mironenkanyň , onuň kärdeşleriniň köp sanly çap edilen işlerinde seredilendir. W.A.Mironenkonyň ýerine ýetiren gidromehaniki derňew ýerasty suwlaryň karýerleriň ýapylaryna we gum toplanmalaryna täsiriniň üç esasy: bitewiligiň dartgynly ýagdaýynyň çykarylyş prosesiniň we dag jynslarynyň berklik häsiýetleriniň üýtgemekligi meselelerine seredilýär.

Suwa doýgun gaçylaryň durumlylygyna baha bermek üçin W.A.Mironenko gidrodinamiki güýçleriň göwrümini gabara serhedine ekwiwalwntlige getirmek ugra ýykgyň edendir. Munda, ýerasty suwlaryň täsir güýji süýşýän

bütewileriň gabara serhedi boýunça pýezometrik (dyňzowyň) belentlik bahasy bilen has aňsat aňladylýandyr. Bu amatly hasaplama täri gaçy binalaryň suwa doýgun gaçylaryň we garyndylaryň saklanylyşynyň durumlylyga bah berilende giňden ulanylýandyr.

Moskwanyň geologiýa barlag döwlet uniweristetiniň (MGGU-ňki misi) geolgiýa kafedrasynyň gidrogeomehaniki barlaglaryň mekany gowşak suwa doýgun esasyň üstünde ýatan (KMA. Kuzbas we beýlekiler) garyşyk dag jynslaryň aýry-aýry gum üýşmeleri bolup, KMA we zaporžýe demir – madgan ojaklarynyň magdan üsti galyňlyklarynyň çuňňur peselgilmegi netijesinde döreýän oýulma (deprasion) dykyzlaşmasy, ýuwulma tehnogen suwa doýgun gum üýşme bitewiligi we dürli-dag senagat sebitleriniň galyndylarynyň saklanyşy meseleleridir.

Çägesöw-toýunsow we ýarym bitewi gad jynslarynda karer ýapylarynyň gum üýşme bitewilikleriň uzak wagtlaýyn dowamlylygyny üpjün etmeklik dag işleriň dinamikasynda we oýluk dykyzlaşma geomehaniki prosesleriň arabaglanyşyna karer gaçylarynyň berkliginiň peselmegine süýşürilme ýarsmasyna ötüşine, aýry-aýry gum üýşmeleriniň we suwa doýgun dykyzlaşmaklygyny esaslanmalydyr.

Çuň suwa doýgun ojaklaryň özleşdirilişiniň möçberi onlarça km-e ýetýän oýluk – depresiýalaryň kämillenýänligi bilen utgaşýandyr. Gaçylaryň durumlylyk şertini gowulandyrmaklyga zeýkeşleriň täsirini, süýşgün (prizmanyň) bitewiliginiň çäginde hereket edýän gidrostatik we gidrodinamik güýçleriň ornuna umumy güýçleriň deňligi hökmünde baha bermek kabul edilendir. Munda dykyzlaşma oýlugunuň mehanizimi göz önünde tutulmaýar. Dykyzlaşma oýtugyň häsiýetli alamaty başlangyç gidrodinamiki basyşynyň peselmeginiň bölejikleriň dartgynlygynyň hasabyna mineral umumy basyşyň üütemezliginde artýanlygy mälimdir.

Suwly gatlaklaryň dyňzowynyň (50-100 m we artygrak) peselmegi bilen çägesow-toýunsow we ýarym bitewi daş jynslaryň käbir ýagdaýlarynda birnäçe metrlerçe ýetýän depression çökmekligi baglantyşyklydyr. Ýapy (bort) bitewiligiň depression basyşyň täsirinde geçýän berklenme hadysasyna ýapynyň ulanylyş möhletine täsir edýän dag jynslaryň berkliginiň we ýarsmaklygynyň ösmeginiň peselmeginiň, ýagny reologik prosesler üstüne goşulýandyr. Teýgumlaryň struktur mehanikasynyň göz ýetirmelerine degişlilikde ýarsmaklygy olaryň mineral bölejikleriniň arasyndaky baglanyşygyň bozulmagy we bu bölejikleriň süýşürülme ugryna gaýtadan urykmagy bilen şetrlenedir (Ý.U.K.Žareýskiý, S.S.Uýalow, 1971; L.Şukle, 1976; S.S.Wýabow, 1978; B.U.Osipow, 1979; Ýu.K.Zareskiý, 1988). Süýşüriji dartgynlylygynyň süýşýän hyýaly üst boýunça, süýşgüniň garşylygynyň uzak dowamly çäginde artyk täsirinde jynslarda ownuk jaýryklylygyň ösmegi, berkliginiň peselmegi we yzy-üzülmeýän (sönmeýän) süýşürilme ýarsmasy (süýrenjeňlik) ýüze çykýandyr gury dag jynslaryň we gidrawlik gum üýşmeleriniň ýadgaýynyň wagt boýunça üýtgemegi gum üýşmesiniň ýarsmagy ýapynyň durumllylygy we olaryň göterijilik ukybyny kesgitleýän dykyzlaşmasy bilen baglydyr. Gowşak struktur gurluşly suwa doýgun iki fazaly (mineral bölejikler-suw) jynslaryň gum üýşmeleriniň esasynyň dykyzlaşmasy suwuň öýjüklerden gysylýp çykmasyň hasabyna geçýändir. Gum üýşmeleriniň agram basyşy mineral bölekleriň we öýjük suwlaryň arasynda ýaýraýar, netijede öýjük suwunda artykmaç (öýjük) basyşy döreýär we dag jynslary durnuksyz (stabil) hala geçýändir. Dag jynslaryň dykyzlaşmaklygy we suwuň pes basyşly zolaklara akyp çykmasyna görä ýa-da zeýkeşlere jynsyň süýşürilge garşy artýandyr. Birmeňzeş fazala golaý jynslaryň dykyzlaşmaklygy mineral bölejikleriň şepbeşikli sürtülmesi

mineral durkunyň (pozuçestiý) bilen baglanyşdyrylýar munda dag jynslaryň süýgeşik ýarsmasy öňki mineral bölejikleriniň öňki durkuna gelmeýän süýşmeler (gaýtadan gurma) we olaryň arasynyň baglanyşygynyň bozulmagy bilen şertlenendir. Köp fazaly toýunsow jynslaryň hasaplanýş şekili (modeli) teýgumlaryň sebitleşmesiniň mysallaryny çözmeklikde amala aşyrylýandyr. (K.Tersadiý, N.M.Gersawano, W.A.Floren, N.A.Sitowiç, D.E.Polşen, W.G.Korotkin, M.N.Golşteýn, M.L.Werigin, Ýu.K.Zareskiý, M.N.Malyşew, M.Ýu.Abelýew, Z.G.Ter-Martirosýan, A.U.Ksenonta, M.Bio, N.Karello, R.Gibson, D.Taýlor we başgalar)

Ýokarda görkezilen geomehaniki prosesleriň işeňnirligi açyk dag işleriň tehnologiýasy tilsimaty bilen aýrylmaz baglanyşykly bolup olar ýapy raýysynyň we gum üýşmeleriniň kämilleniş dinamikasyny kesgitletýärler. Geomehaniki prosesleriň ösüş kanunylygy dag gazuw işleri bilen bozulan meýdanlary ulanmak; karýer raýyslarynyň ahyrky sudur serhedinde mümkin bolup biljek ýarşmalara baha bermek suwa doýgun ýapylarda gumüýşmeleri ýerleşdirmek, gum üýşmeleriň göterijilik ukybyna baha bermek we gaýtadan işlenilen gum üýşmeleriniň üstüniň ýarşmaklygynyň usullaryny kesgitlemek nukdaý nazardan ýnsi özyne çekýändir.

Karer senagatynyň möhüm meselesi dürli geologik şertlerde ýapyraýyşlaryň durumlylygyna baha bermekden ybaratdyr.

Gaçylaryň durumlylgyny öwrenmekligiň köp asyrlaýyn taryhy bardyr. Ýnha XV we XVI-nji asyrlaryň Nijegorod ýyl ýazgylarynyň awtorlary Nižniýnowgorod sebitlerinde Wolga kenarynda äpet uly süýşgünleri barada ýazypdyrlar. Ýyl ýazgylar “biziň günälerimize Alla gaharlanyp obalaryň üstüne äpet süýşgün abanyp 50 adamly malk-mülkli jaýlary ýok

edilendigne şaýatdyr” Wolga, Sura derýasynyň guýýan ýerinde 1523-nji ýylda esaslandyrlan Wasul-Sursk şäheri 1556-nji ýylda Wolga derýasynyň ýokary gayp duran kenarynyň süýsmekligi bilen doly weýran bolupdyr. Saratow, Simbiriskiý, Wolgagrad şäherleri hem köp derejede zyýan çekendirler. Süýşgünlerden ep-esli zeper çekýän sebitlerden Kawkazyň Gara deňiz kenarynyň Tuapsedon Suwhumy çebli aralygydyr.

Leonardo da winçi takmynan 1506-1508-ýylda diýip hasaplanýan (Kodeksi Leonardo ýa-da Hummer Kodeksi) işlerinde suwuň basyşynyň direg binalara, gaçylara täsirine üns berip olaryň suratsyny berendir.

Hasaplama usullary ilki başda direg diwarlaryň möçberini kesgitlemeklige gönükdirilipdir. Bu hili usul ilkinji gezek 1773-nji ýylda Ş.Klon tarapyndan hödürülenip ol süýşürilme surat we onuň göniçyzykly mümkinligi baradaky düşünjileri girizendir.

XIX-nji asyrd a gaçylaryň durumlylygynyň we teýgumlaryň direg diwarlara basyşynyň nazarynyň (nazarasynyň) matematiki esaslaryny işläp taýýarlamak başlanýandyr (U.Renkin, 1857). Garylaryň durumlylygyna usullaryň ösmeginde ep-esli ädim 1916-nji ýylda Şwed geotehniki topary tarapyndan hödürlenen süýşgünlik üstüniň tegelek silindiriligi baradaky çaklama esasynda ädildir. Süýşgün üstüniň tegelek silindiriligine esaslanan ilkinji inžener usuly W.Fellenus tarapyndan hödürlenedir. Ilteşme we sürtülme häsiýetli teýgumlardan duran gaçylary üçin süýşginiň haýallan çyzygyny Fellenusyň usuly boýunça saýlama (seljerme) täsiri bilen kesgitlemek göz önünde tutulýar.

Häzirki zamanda Russiýada we beýleki Garaşsyz döwletleriň arkalaşygy (GDA) ýurtlarynda Karýer gaçylaryň durumlylygyna baha berilende G.L Fisenkonyň we onuň ylmy

mekdebiň dowam etdirijileriň (Bitumu-iň usullary) hasaplama usullary we ýöntem suratlary ulanylýandyr.

Karýer kenarlarynyňdurumlylygyny wagt şertleri gözöňünde tutulýan barlaglar G.L. Fisenko, W.A. Weselkow, A.M. Moçolow, N.N. Kuwaýew, A.N. Megilko we başgalar tarabyndan geçirilendir. Üýşirilme jynslaryň we gidrawlik gaçylaryň wagta görä ýagdaýynyň üýtgemekligine baha bermeklige МГТУ, ВНИТИ, НИИК-та, УКРНИИ Проект А.А. Snoçenko adyndaky we beýlekiler institutlaryň i'leri bagşlanandyr. Kenarlaryň (bortowyh) we üýşme bitewiligi düzýän jynslaryň durumlylygyna we dykyzlaşmagyna baha berilende wagt şerti teýgumlaryň struktur mehanikasynyň, süzülişiň jebisleşmekligiň konsolodiyasynyň we miras düşer poezuçesi nazarynyň mysallaryny çözmegiň kömegi bilen amala aşyrylýar.

Şertli bellikler.

C_y -jebisleşme koeffisiýenti m^2/sut ;
 D_i -gidrostatik basyşyň ,güýji,T;
 E_i -aýry blokyň gapdal üsti boýunça täsir edýän garyşyk bloklaryň reaksiýanyň güýji (deňtäsirli sürtilme we ilteşme güýçker),T;
 H -kenar kesiminiň beýikligi(karyýeriň,m;
 H_b -dik gaçynyň aňryçäk beýikligi,m;
 H_b^I -dik gaçynyň gatlaklary kesilendäki belentligi,m;
 H_o -duryly gaçynyň aňryçäk belentligi,m;
 H_{90} -bölünme jaýryklygynyň dik belentligi,m;
 H^I -sinmeklik aralygynyň şertli belentligi,m;
 K_ϕ -süzülme koeffisienti,m/sek;
 L -ýykylmagy mümkin bolan prizmanyň süýşürilme (hasaplama üstüň) umumy uzynlygy,m;
 N_i -aýry blogyň agramynyň adaty düzüjisi,T;
 P_i -ýakylmasy mümkin bolan prizmany dik granlara bölünen aýry blogyň agramy,T;
 T_i -aýry blogyň agramynyň galtaşma düzüjisi,T;
 α - ýer üsti boýunça (sekiniň,gaçynyň üstki meýdany),ýykylmasy mümkin bolan kenaryň prizmasynyň kenary (sekiniň gaçysy,gum üşmesi).
 α^I – bitewi nusgada jynsyňberkligine we jaýryklygynyň häsiýetine bagly koeffisiýenti;
 $f=tg\phi$ -içki sürtülme koeffisiýenti;
 $f_{kr}\approx T_0/100$ - m.m.Protodýakonow boýunça jynsyň berklik (gatylyk) koeffisiýenti;
 h^I -Galtaşma (bölüji jaýrygynyň çuňlygy) ýüzeçykýan süýşirilme meýdançanyň çuňlygy,M;
 i -oýuk egriligiň ýapgytlyk burçy, graduslar;
 k -bitewiligiň kenarýakasynyň suwadoýgunlygynyň häsiýetlendirýän koeffisiýenti;

L_i -süýşgün üstüň ähtimäl böleginiň uzynlygy (blogyň esasynyň uzynlygy),M;
 L_t -struktur bloklyryň ortaça möçberi,M;
 C -jynsyň ilteşmesi ,kg/sm³ ;
 C_0 –jyns nusgasyndaky (monolitde) ilteşigi, kg/sm²;
 C_m - jyns bitewiligindäki iltesme, kg/sm²;
 C_n -ätiýaşlyk durnuklylygy koeffisiýentiniň ulylygyna üýtgedilen bitewiligiň ilteşmesi, kg/sm²;
 C^I -gowşak üstleriň galtaşma jynslaryň ilteşigi, kg/sm²;
 Y -süýşme tizligi,mm/sek;
 α_{est} -dag jynslaryň tebigi gaçysynyň burçy,graduslar;
 α_i -aýry blogyň esasy bolan meýdançanyň eňnitlik burçy,graduslarda;
 β -ýapynyň eňnitliginiň burçy, gaçy serisiniň burçy, üýşme gaçynyň burçy, graduslarda;
 $(\rho)\gamma$ -dag jynsynyň dykzlygy, T/m³,r/sm³;
 γ_b -suwuň göwürüm birliginiň agramy (suwuň dykzlygy) r/sm³;
 $E=(45^\circ-4/2)$ -iň uly baş dartgynlygyň we süýşme meýdançasynyň arasyndaky burç (grad);
 Θ,Θ^I -süýşme üstleriň döwülme burçlary (grad);
 η -gaçynyň berkliginiň äýtiýaçlyk koeffisientleri;
 λ -bitewiligiň gowşamagynyň bitewiligiň gowşamagynyň struktur koeffisiýenti;
 ζ - owranmak üsti boýunça otnasitel süýşmeginiň aňryçäk ululygy;
 σ_n -berilen meýdança boýunça adaty dartgynlyk, T/m²;
 σ_0 -bikonly meýdança boýunça adaty dartgynlyk,T/m²;
 σ_p -jynsyň bölünmeklige garşylygy, kr/sm²;
 T_p -jynsyň bölünmeklige garşylygy, T/m²;
 T -berilen meýdança boýunça galtaşma dartgynlyk,T/m²;
 T_{max} -dag jynslaryň süýşürilmeklige umumy garşylygynyň maksimal bahasy,T/m²;

T -dartgynlygyň derejesi;
 ϕ -jynsyň içki sürtülme burçy, graduslarda;
 ϕ^I -gowşan üstler boýunça sürtülme burçy, gradlarda;
 ϕ_b -durumlylygyň ätiýaç koeffisient ululygyna üýtgedilen içki
 sürtülme burçy (hasaplanylýan ululyk), graduslarda;
 ψ -gowşak gatlagyňserhedinde süýşme üstüniň döwürme
 (izlom) burçy, graduslarda;
 $w=(45^0+)$ -süýşme üstüniň ýokarky böleginde eňňitlik burçy,
 graduslarda.(A.M.Galperin (2003) boýunça).

BAP I.

KERÝERLERDE GEOMEHANIKI PROSESLERIŇ UMUMY HÄSIÝETNAMASY

1.1.Karýer jyns bitewilikleriniň ýagdaýyny kesgitleýän şertler.

Deslagky maglumatlar

Karýerleriň dag jyns bitewiligi hereketdäki ulgam bolup giňişlikde we wagt birligunde üýtgeýändir. Onuň esasy elementleri – karýeriň kenar-ýapysy we gum üşmeleridir. Bitewiligiň ýagdaýy fiziki-geografiki, tebigy geologiki, gidrogeologiki, inžener-geologiki we dag-tehniki şertlere baglydyr,

Ýatagyň (ojagyň) sebitiniň klimat şertleri dag jynslaryň çyglylyk düzgünini kämilleşdirýär we olaryň tozap dagamaklyk hadysasynyň ösmegine ýardam berýär, şonuň bilen birlikde gaçylaryň dag jynslarynyň häsiýetini we olaryň durumlylygyny kesgitleýär.

Ýerasty suwlaryň, suw saklaýjylaryň we derýa torunyň bar bolmaklygy durumlylygyň peselmegine getirýär. Muny, gaçylara süzülip gelýän akymalaryň täsiri, ähtimal süýşme üst boýunça sürtülme güýjiniň kemelmegi bilen düşündirmek bolar. Atmosfera ygallaryň ýa-da ýerasty suwlaryň çyglyndyrmagyna dürli derejede litofisirlenen toýunsow jynslar has duýgur bolýarlar.

Karýer gaçylarynyň durumlylygynyň peselmegi gaça ýakyn zolakda ýerasty suwlaryň derejesiniň ýokarlanmagynda, dag jynslaryň süýşirilmeklige garşylygynyň kemelmeginde, gaçy beýikliginiň we onuň kertliginiň artmagynda, şonuň ýaly-da karýer seňnerlerine we gum üşmelerine goşmaça basyşyň ösmeginde ýüze çykýandyr. Dag jynslaryň bitewiliginde süýşirilmeklige garşylygy dag jyns nusgasynyň berkligi, dürli

tebigy gowşama üstleri we jaýryklygynyň barlygy bilen kesgitlenilýär. Nusgada dag jynsnyň berkligi jynsnyň litologik – petrografik aýratynlygy – maddy düzümi we struktur tektoniki alamatlaryna bilen baglydyr.

Tebigy (karýeriň kenar ýapysynda) we tehnogen (gum üýşürilmelerde) bitewilikleriň ýagdaýy ep-esli derejede dag-tehniki şertler – karýer meýdanlarynyň üstüniň açylyş tärleri, özleşdiriş we aýry önümçilik prosesleriň ulgamy bilen kesgitlenilýändir.

Peýdaly gazma baýlyk ojaklarynyň özleşdirilişiniň dag-geologik şertlerine dag jyns bitewiliginiň struktur aýratynlygy, P.N. Panýukow boýunça ýer gabygynyň struktur-aýratynlaşdyrylan bölegi hökmünde seredilýän inženerçilik işleriň mekanydyr we onuň serhetdeş böleginde bina gurmak we ony ulanmaklyk şerti bilen tapawutlydyr. Dag jyns bitewiliginiň struktur, inžener-geologik elementlerine: fiziki üstüň gurluşy, geologik kesimiň dag-geologik ýaruşlylygy, olaryň içki gurluşynyň aýratynlygy degişlidir. Bitewilikleriň serhedi geomorfologik, geologik - struktura we geodinamiki toplumlaryň alamatlary boýunça kesgitlenilýär.

Bort we gum üýşme bitewilikler kysymdaş şekiliniň ýazgysy düzülende şu aşakdakylar göz önünde tutulýar:

- Ojagyň sebitiniň geologik – struktur aýratynlygy
- Jynslaryň ýatyşynyň tektoniki şertleri;
- Litologik – stratigrafik häsiýeti;
- Jynslaryň fiziki-mehaniki häsiýetiniň görkezijileri;
- Ojak sebitiniň gidrogeologik häsiýeti;
- Meýilnamada karýeriň şekili.

Ýokarda getirilen şertler bitewiligiň ýarsmasynyň mehaniki şekilini, gaçynyň durumlylygynyň hasaplama suduryňy (shemasyny), bitewiligiň ýarsmaklygynyň mümkin bolan görnüşlerini, bitewilige gönükdirilen täsirlere we onuň

ýagdaýyna gözegçilik usullary saýlap almaklygy kesgitleýärler.

1.2. Fiziki - geografik we tebigy geologik şertler

Şertleriň bu toparyna:

- ojak sebitiniň relýefi, klimatik şertleri;
- dag - jynslaryň ýatyş şertleri;
- dag - geologik ýaruslaryň çäginde dag jynslaryň maddy düzümi we struktur - tekstur aýratynlygy;
- tebigy we tehnogen bitewilikleriň litologik düzümi degişlidir.

Sebitiň temperatura düzgüni, dag jynslaryň passylaýyn doňmaklygynyň we eremekligiň çuňlugy, gaçylaryň ekspoziýasy (gün şöhlesine degişlilikde ýerleşmesi - GA) bilen bilelikde gowşak durumly jynslaryň tozap dargamaklyk hadysasynyň güýjemegine, dökülmeleriň emele gelmegine, transport meýdançalaryň owranmagy we arassalanýan bermlere täsir edýändir.

Dag jynslaryň tebigy ýylylyk meýdanynyň kämillermegi tebigy şertleriň toplumynyň täsiri astynda geçýär: bir toprakdan ýeriň üstüne ýylylyk alyş çalyşy kesgitleýär radiasion düzgüniň aýratynlygy, örtügiň görnüşiniň (gar, ösümler) täsiri gatlagyň dag jynsynyň düzümi, ikinji tarapdan bolsa, bitewilige ýylylyk beriji prosesleri kesgitleýän dag jynslaryň düzümi we bitewiligiň gurluşy, onuň suwlylygy, geologik strukturalaryň we tektonik bozulmalaryň häsiýetleri. Temperatura düzgüni çaklamak aýratyn hem köpýyllyk doňan dag jynslaryň ýaýran sebäpleri üçin zerurdyr. Bu ýerlerde aşaky serhet şertleriniň üýtgemegi doň jyns bitewiliň doňunyň çözülmegine we olaryň göterijilik ukybynyň peselmegine, ýerasty suwlaryň böwsülmegine we beýleki amatsyz hadysalara getirip bilýändir.

Jyns bitewiliginde temperaturanyň passylaýyn yrgyldysynyň çuňlугy möhümdir, ýagny dag jynslaryň häsiýetini kesgitleýän temperatura dartgynlygynyň uly gerimi baglanşyklydyr. Pasyllaýyn yrgyldyly zolagyň galyňlygy ýer üstünde ýylylyk alyş-çalyş kesgitleýän şertlere baglydyr we ilkinji metrden onlarça metrlere çenlidir.

Ýerasty temperaturanyň ýaýraýşynyň we geotermik gradiýentiň (derejäniň) aýratynlygy geotermik meýdanyň kämillenmeginiň kanunylygyny aňladýandyr. Meýdanyň dartgynlygynyň görkezijisi bolup, temperaturanyň çuňluk boýunça ösmeginiň güýçliligini häsiýetlendirýän geotermik gradiýenti hyzmat edýändir.

Orogidrafik toruň täsiri karýer meýdanlarynyň üstüni açma boýunça tärleriniň meselesi çözülende, üsti açylanda çykarylýan dag jynslary ýerleşdirilşinde we peýdaly gazma baýlyklary aýryp baýlaşdyrmakda, karýerleriň bortynyň we gumüýşmeleriň kämillenmeginiň tilsimaty işlenilende duýulýandyr.

Suwsaklaýjylaryň tebigy üsti açyk dag gazmalarynyň suwa baýlaşmagyna gatnaşyp bilýärler. Dag gazmalary tarapyndan özüne sindirýän suwly gatlaklaryň süzüjilik arkaly iýmitlenişi emeli suw saklaýjylary (suw äkidiji ýaplar, suw howdanlar, suw-gum gaçylary we beýlekiler) döredilmeginiň netijesinde hem bellige alynandyr. Munda karýer bortynyň süýşürilme ýarsmaklygynyň süýşgün üsti suwagoýgun gatlaklaryň gatlaşmasyna utgaşýar, bölek zireli we kirşenli jynslaryň gaçysynyň ýuwulmasy görnüşde geçýändir.

Tebigy – geologik şertler tarapyndan gum üýşmeleriň durumllylygyna täsirini ýetirýänlerden teýkaryň (esasyň) relýefini we onuň geologik gurluşyny; ýerüsti akymyň aýratynlygyny; ygalyň mukdaryny we görnüşlerini bellemek zerurdyr.

Teýnaryň gum üýşme gaçysyna tarap eňnitligi, onuň durumlylygyny peseldýär, bu täsir haçanda gumüýşme esasynyň jynslarynyň süýşirmäge garşylygy, süýşiriji güýçden pes bolanda ep-esli güýçli geçýändir. Relyef, şonuň ýaly-da ýerüsti akymalaryň güýjini hem kesgitleyändir. Haçanda gum üýşmesiniň aşaky bortynda atmosfera ygallary toplananda gaçyny düzýän dag jynslaryň aşa çyglasmasy ýüze çykyp, olaryň süýşiri güýje garşylygyny peselýändir. Netijede gum üýşme gaçylaryň beýikligi we durumlylyk burçy kiçelýändir.

Klimat şertlerden gum üýşmeleriň durumlylygyna atmosfera ygallary we howanyň temperaturasynyň yrgyldyly üýtgemegi has uly täsir edýärler.

Atmosfera suwlary gum üýşme gaçysynyň dag jynslaryny suwa doýgunlaşdyrýarlar we süýşgünleriň, opurymalaryň, hökurdanlanmalaryň we beýleki amatsyz hadysalaryň döremegine, ösmegine ýardam berýärler.

Gum üýşmesi jynslaryň çyglasmasy, doly doýgunlyk zolagyň artmaklygy we oňa baglylykda gum üýşme jynslarynyň süýşirmeklige garşylygynyň peselmegine getirýär we netijede ýapy ara giňişliklere we beýleki gum üýşme üstüniň çöketliklerine atmosfera suwlaryň siňmekligi geçýär. A. M. Deminiň, W.K Aleksandrowyň we O. I. Suşkinanyň (1972, 1981) öňki SSSR-iň, GDR-yň, AHR-yň, G,SSR-iň, BHR-yň, FRG-yň, Italiýanyň Karýerleriň gaçylarynyň bozulmalaryny kysymlaşdyrmak boýunça geçiren işleri gaçylaryň ýarsmaklygynyň 25%-mi atmosfera ygallary bilen baglylygyny görkezendir. Atmosfera ygallaryň mukdary, ýagyşyň güýçliligi, gar örtügininiň galyňlygy we onuň dowamly eremegi çdägesow toýunsow jynslardan düzülen karýer bortynyň durumlylylygyna has uly täsir edýärler.

Klimat şertleriň täsiri aýratyn hem Russiýanyň dag we G.d gazaply klimat şertiň, pes otrisatel temperaturanyň uzak

wagt dowam edýän sebitlerinde duýulýandyr. Ýagýan ygalyň bölegi gum üýşmeleriniň güýz göwrüme gabat gelip, gum üýşmelerine siňip güýçli çyglylyk zolagy emele getirýär. Atmosfera ygallaryň siňmeginiň çuňlugy çägesow jynslarda ululygy, toýunsow jynslarda bolsa azlygy mälimdir. Gaty jyns bölekli gum üýşmelerde atmosfera ygallary onuň esasyňa çenli siňýändir. Howanyň otrisatel temperaturasynda gum üýşme jynslarynyň bir bölegi gaty geçýärler.

Buz emele gelmegi netijesinde gum üýşme jynslaryň içki baglanşygy artýandyr. Buz emele gelmekligiň tizligi we göwrümi jynsyň çyglygyna, onuň öýjükligine, öýjük erginleriniň mineral düzümine baglydyr. Gum üýşme jynslarynyň doňmaklyk hadysasynda oňa aşakda ýerleşen jynslardan ergin suwlar akyp gelyärler, suw akyp gelmesi ep-esli köpelende gum üýşme jynslarynda iri buz bölekleri, aýrym görnüşli buz gatlaklar emele gelyärler. Buz emele gelmeklikde dag jynsyň ilkinji struktur gurluşy, suwuň göwrümünde giňelmegi netijesinde bozulýar. Bu şertler gum üýşmelerinde gowşan üstleriň döremegine we eremeginde onuň berkleşmesi geçýändir.

Gum üýşmeleriniň gyş döwründe doňmaklygynyň çuňlugy howanyň temperaturasynda, dag jynslaryň suw-we ýylylyk fiziki häsiýetlerine, gar örtügininiň galyňlygyna we dykzlygyna baglydyr. Gum üýşmeleriniň doňmak çuňlugyny kesgitlemek üçin A. W. Paşkewiçiň empirik formulasy ulanylyp biliner, ol topurlar we gumbaýraklar üçin degişlilikde şu görnüşde.

$$h^{er}_{np} = (2,3 \sum T_m + 52), sm \quad (1,1)$$

$$h^{er}_{np} = 1,2 h^{er}_{np}, sm. \quad (1.2.)$$

Bu ýerde:

ΣT_m – orta aýlyk otrisatel gradusdaky temperaturanyň jemi.

Gum üýşme jynslarynyň ýaz döwründe eremenligi olaryň üstünden we sinňeriň üçeginden başlanýar we belli wagt aralygynda maksimal çuňluga ýetýändir. Bu bolsa ereýän gatlakda gum üýşme jynslarynyň berkliginiň güýçli kiçelmegine getirýär, çünki bu ýerde dag jynslar suwyň mukdarynyň köplügi gowşak strukturalylygy we buz gatlarynyň barlygy sebäpli akgyn ýa-da akgyna golaý haldadyr.

Doň toýsunow jynslar basyş astynda erände olarda öýjük basyşy ösýändir, onuň ululygy güýçli buzluklanan teýgumlaryň eremekliginiň jebislesmegi baradaky meseleler çözülende kesgitlenilýär. Tejribeleriň görkezişine görä ýuka gatlagyň ereme serhedine öýjük basyşy gaşky ýüküň doly ululygyna ýetýär we soňra (eremegin, serhedi aşak süýşmegi bilen) belli derejä çenli peselýär, ýagny iş ýüzünde ähli ergin zolakda eremek döwrüniň dowamynda hemişedir.

Gum üýşmegiň ekskowator tärinindäki gözegçiligiň görkezişine görä daňmaklyk eremeklik prosesi gum üýşmesinde gowşan üstleriň emele gelmeginde getirýändir. Şol sebäpli gum üýşme gaçysynyň durumlylygy gum üýşirme ädimine görä artýandyr we gum üýşmesiniň beýikliginiň peselmegine görä artýandyr.

Klimat we gidrogeologik şertleriň täsirine gum üýşmeleriň gaçylarynda gözegçilik edilýär hem-de uzak wagt aralygynda täzelenmeýän erozion işlerinde ýüze çykýandyr we we suwa doýgun gaçylar üçin örän möhümdir.

Gum üýşmeleriň durumlylygyna bu işleri geçirilýän meýdanlaryň mikroklimatynyň aýratynlygy, gaçynyň ekspozisiýasy, ýagny gün şöhlesine bolan gatnaşygy we agalyk ýelleriň ugry, şonuň ýaly-da ýer üstüniň relýefiniň bölekliigi

we eňnitligi hem-de gurşayan ýerleriň ylatlylygy täsir edýändir.

Ine, gaçynyň d-g-gy onuň g.o-syna garanynda has çuňluga çenli doň haldadyr; agalyk edýän ýerleriň ugry gar örtügiň ýaýramagyna ýardam edýärler.

Dag jyns bitewiligi (maksub) adalgany kesgitlemekde iki toparyň bölünýänligini bellemek bolar. Hünärmenleriň bir bölegi (L. Mýuller, P. N. Panýukow, L. I. Baron, M. W. Ras we beýlekiler) dag jynslar bitewiligini ýer gabygynyň inženerçilik täsirindäki gurşowyna düşünseler, beýlekileri (L. D. Belyý, G. S. Zolatarýew, G. A. Golodkowskaýa, L. W. Şaumýan, M. Matula, Ç. Džeger we beýlekiler) dag jynslar bitewiligine inžener desgalar bilen onuň özara täsiriniň barlygyna ýa-da ýoklugyna bagly bolmadyk geologik jisim hökmünde garaýarlar.

Dag geomehanikanyň meseleleriniň häsiýetinden ugur alyp bizbirinji kesgitlemäni aňlaýarys çünki munda dag jyns bitewilikleriň mehaniki häsiýetlerini (berklik we ýarsmaklyk) öwrenmeklikde dürli pikire eýerýän barlagçylaryň toplan tejribesini ulanmak maksada laýyk hasaplaýarys.

Dag jynslaryň nusgadaky mehaniki häsiýetlerine olaryň häzirki görnüşünde kämillän geologik prosesleriň netijesi hökmünde garamak bolar. Dag jynslaryň dürli toparlarynyň (gaty, baglaňşykly, bölek zireli) inžener-geologik aýratynlygy barada olaryň mehaniki häsiýetlerini hem jemläň maglumatlary “Gidrogeologiýa we inžener geologiýa” okuw kitabynda (A. M. Galperin we beýlekiler 1989) getirilendir.

Karýerlerde ýüze çykýan geomehaniki prosesleri çaklamaklygy dag jyns bitewilikleriň inžener geologiýasynyň we dag geomehakasynyň ýörelgeleri esasynda geçirmek zerurdyr.

P. N. Panýukoba görä bitewiligiň inžener-geologik kysymy geotektonik alamatlary boýunça bölünýändir, munda

ýer gabygynyň esasy geostruktur düzüjisi platformalar we dag ýygrylanmak oblastlardyr.

Fiziki üstüň strukturasynda bitewiligiň içki gurluşynyň we geodinamiki ýagdaýynyň köp alamatlary şekillenýändir. Bitewilik üstüniň wagtlaýyn şekillerini gowaklanma, süýşgünler we beýleki ekzodinamiki täze emele gelmeler, erozion-denudasion we akkumulatiw prosesleriň özmegi, şonuň ýaly-da ýer gabygynyň tektonikihereketleri bilen baglanşyklydyr.

Dürli kysymly gazmalaryň töwereginde bitewiligiň dörtgynly ýagdaýyna topografik şertleriň täsirini, tektonikany we denudasiýany göz önünde tutmak bilen B. Foýg tarapyndan geçirilen barlaglar bitewilik ýañledilende kese δ_1 we dik δ_2 dartgynlyklaryň özara gatnaşygyny şu görnüşdeligini görkezendir:

$$N = \frac{\ddot{O}_1}{\ddot{O}_2} \geq 1$$

Awstraliýada Heppi Džek (beýikligi 3500m) platosynda dartgynlygyň ölçegi, 340 m çuňlukda $N=2,6$ ululygyny görkezendir. Şeýlelikde dag işleriň geçirilýän sebitiniň relýefi bitewiligiň başlangyç dartgynly ýagdaýyna täsirini görýändir, bu bolsa şahtalar we karýer meýdanlary açmak boýunça çözgütleri saýlap almaklygy, we ýatagy özleşdirmegiň ulgamyny ulanmagy kesgitlenýändir.

Dag jyns bitewiligiň içki gurluşy göwrümli struktur elementleriň we olary bolýan üstleriň barlygyny häsiýetlendirýär, P. N. Panýukow bulary struktur alamatlary boýunça petroşejere, Petrotektonik tektonik we täze tektonik toparlara birigdirendir.

Bitewiligiň çäginde dag-tilsimat meselelerini çözmek üçin dag-geologik mertebeleri – bitewiligiň taryhynyň iri geologik tapgyrlaryna gabat gelýän jynslar we esasy dag-tehnikä häsiýetleri boýunça (üsti açylmanyň durumlylygy, özleşdirilişi, suw we gaz siňdirijiligi we beýlekiler) tapawutly jynslar toplumy bölünýändir.

Dag jynslar bitewilgi bir ýa-da birnäçe mertebeden ybarat bolup biler. Peýdaly gazma baýlyklary özünde saklaýan dag-geologik mertebä esasy diýip atlandyrylýar. Onuň üstüne örtýän we düşeýän dag jyns toplumlary deňgizlikde dag-geologik mertebedir. Bitewiligiň aýk we ýapyk kysymlary tapawutlandyrylýandyr. Aýk kysymyna esasy – geologik mertebe ýer üstüne çykýanlar ýa-da toprak elýuwianyň ýuka örtügi bilen örtülen deňgizlikdir. Geologik kesimde esasy mertebäniň ýerleşşi peýdaly gazma baýlyk ojagy özleşdirmegiň tärine kesgitleýändir.

Petrografik düzümi boýunça dag-geologik mertebeler tawutlandyryp, olaryň gurluşyna dag jynslaryň bir ýa-da birnäçe inžener-geologik synplary gatnaşýarlar. Dag geologik mertebeleri düzyän jynslaryň bir ýa-da birnäçe fasial topluma deňgizlikine baglylykda mono köp fasyaly bolup biler.

Dag jynslaryň ýatyşynyň tektoniki şertlerine baglylykda P. N. Panýukow tarapyndan dag-geologik mertebeleriň struktur-tekonik topary: tektoniki bozulan we tektoniki bozulmadyklara bölünendir. Bularyň soňkysy monoklinal (bir topara) ugrugan ýatyşly, çylşyrymly ýygirtlanma gurluşdyr.

Esasy täze tektonik ekzogen-grawitasion täze emele gelmeleriň jyns bitewiligiň dag-geologik mertebeleriň ganawuna: diapira we gysylyp çykarylan ýygirtlanmalar, gowaklanma bozulmalar, süýşgün bozulmalar deňgizlikdir.

Aýk dag işlerinde ekzogen-grawitasion ýygirtlanma kysymlaryň täsiri dag jynslaryň eňnit üstler ýa-da gatlaklanma

tekizlik boýunça süýşirilmeleriň döremegine ýardam berýändir. Kömür-toýunsow diaperalara utgaşýan gowşan üstler Dnepr goňur kömür basseýniň ýatagy özleşdirilende bellige alynandyr. Hekdaş binýatynda gowrak boşluklaryň opurulmalary Mooskwanyň kömr basseýninde döremegi kömür gatlagyň “ýalan tektonik” bozulma bilen şertlenendir.

Morenk çökündileriň arasynda görerijiligi pes bolan gyrmança meňzeş toýunsow gatlaklar duş gelýärler. Bu çökündilerde karýer bortlarynyň we gum üýşme gaçylaryň süýşmeleri selçen däl (mes. Borowiçiniň gyzgyn durumly toýun karýeriň ýarsmasy bolup biler)

Delýuwial çökündilerine gadymy süýşirme üstler utgaşandyr. Uly göwrümlü süýşmeler Özbekistan, Angren, Gazagystan, Zyrýanowssk sebitlerde gadymy delýuwial çökündiler kesilende ýüze çykandyr. Açyk dag işlerinde gömülip galan akar çöketlikleriň üsti açylanda süýşmeleriň dürli görnüşli karýer bortlarynda (KMA) geçenligi mälimdir.

1.3. Hidrogeologik we inžener – geologik şertler

Esasy hidrogeologik şertleriň sanawyna: suwly gatlaklaryň ýatýş çuňlugyny, suwa baýlygyny, dyňzowlylygyny gatlak arasynda gidrawlik baglanyşygyň bolmagyny, suwly gatlagyň gidrodinamiki häsiýetlerini deňişli edip bolar.

Gidrogeologik şertler şu aşakdakylary şertlendirýärler:

- çägesow-toýunsow dag jynslardan duran gaçylaryň ýerli ýarsmaklygyna, çişmekligine we berkliginiň peselmekligine getirýän ýerasty, ýagşy we ergin suw akymlary;

- gaçy bitewiligine süzülip gelýän ýerasty suwlaryň gidrodinamiki basyşy (onuň göwrüm güýji, ugry akym çyzygynyň ugryna gabat gelýär, dag jynsynyň göwrüm

birliğini ululygy üçin bolsa süzülüşiň güýji γ_b kesgitlenýär) bölek zireli we çägesow-toýunsow jyns gaçysynyň suwuklyk görnüşde süýşmegine getirýär;

- gidrostatik agramsyzlanma güýji bilen bilelikde täsir edýär;

- ownuk jyns bölejikleri çykarmaga ýardam berýän hokurdanlanma hadysasy;

- gowaklanma emele gelmeklige ýardam berýän şorlaşan çägesow-toýunsow jynslaryň, karbonatlaryň daş duzlaryň aşgarlanmasy;

- ýerasty suwlaryň gowak boşluklaryň üsti açylmagynyň ýa-da zeykeşiň düzgüniň bozulmagynyň netijesinde duýdansyz çogup çykmaklygy.

Çişmeklik prosesi montmorillonit düzümlü toýunsow jynslara mahsusdyr. Dag jynsynyň çişmeklige miýilliligini kolloid işeňňirlik koeffisiýenti (A_k) gytak görkezijidir:

$$A_k = \frac{M_n}{\Phi < 0,002} \quad (1.3.)$$

bu ýerde:

M_n – süýgeşikligiň sany, %-mde;

$\Phi < 0,002$ – toýunsow parçalaryň ($d < 0,002$ mm) %-mde saklanyşy.

Mineralogik düzümine baglylykda A_k koeffisiýent: montmorillonit toýunynda – 1,25-den artyk; gidroslýudaly toýunda 1,25-0,75 aralygynda; kaolinit toýunynda $< 0,75$ -den az möçberdendir.

Eger gaçynyň çägide gazylyan oýa tarap ýa-da kese ýatan jynslaryň litologik galtaşmasy suw bilen çyglasdyrylanda çişmeklik hadysagy süýrenjeňliklik prosesi bilen bilelikde geçýändir. KMA we Nikopol marganesli basseýniniň karýer şertleri üçin toýunsow jynslaryň çişmekligi 0,2-den 2 m çenli gowsandyr we çişmeklik hadysasy 2-6 aý dowam edendir. Toýunsow jynslaryň itergi güýçlere garçylygyna (c-ilteşme) we onuň çyglygynyň artmagyna çişmekligiň täsirine golaýlaýyn baha bermegi A.N.Mogilkonyň empirik formulasy (Ukrainanyň karýerlerinde ölçelen maglumatlaryň umumylaşdyрма esasynda alynan) geçirmek bolar.

$$C = C_0 \left[1 - Al^{B'(t)} \right] \quad (1.4.)$$

$$W = W_0 \left[1 + Kl^{m'(t)} \right] \quad (1.5.)$$

bu ýerde:

C_0 , W_0 - degişlilikde başlangyç ilteşme we çyglyk;

A , K - empirik koeffisiýentler (ýasylymtyr-çal paleogen toýunlary üçin $A = 0,72$; $K = 0,12$);

$$\beta'_1 = 0,54 - 0,12t \quad 0 < t < 0,6 \text{ aý bolanda}$$

$$\beta'_2 = 0,465 - 0,12t \quad 0 < t < 4 \text{ aý bolanda}$$

$$m' = 0,78 - 0,054t \quad 0 < t < 5 \text{ aý bolanda}$$

bu ýerde: t - wagt, aý.

Eger toýunsow jynslar gazma baýlygynyň topragynda ýatanlygynda we dyňzowly suw gatlagynyň ýokarky suwa bent gatlagy bolanda, onda bu gatlakda zeýkeş işlemeýär we çişmeklik ýüze çykar we iri süýşgünlere sebäp bolup biler.

Süýşirilmäniň ähtimal üsti boýunça täsir edýän **gidrostatik basyş** elementar bloklaryň agramynyň normal düzüjilerini peseldýär we degişlilikde gaçyny deň agramly ýagdaýda saklaýan sürtülme güýjüni kemeldýändir.

Gidrodinamiki basyş gidrostatik agramsyzlanma bilen bilelikde süzüliş gaçynyň umumy durumlylygy täsir edýär. Onuň ugry ýokarlygyna we süýşirilmesi mümkin boljak böleginiň dag jynslaryň göwrümüne deňdir we oýulma egriden aşakda ýerleşýändir. Gidrostatik agramsyzlygynyň we gidrodinamik basyş bilen bilelikdäki täsirini mümkin bolan süýşme üsti boýunça ýaýran gidrostatik basyş hökmünde goramak bolar we oňa normal ugrugandyr.

Gaçyny göniden-göni düşeýän jynslarda suwly gatlaklaryň bolmaklygy gum üýşmesiniň aşaky böleginiň kapillýar galmalaryň hasabyna çyglanmagyna getirýär we

netijede gaçy jynslaryň itergi güýçlere garçylygyny pese eýändir. Şu hili ýagdaýa suwly gatlagyň dyňzowynyň peselmegi hem gtirip biler.

Ýerasty suwlaryň gaçynyň esasyny düzýän toýunsow jynslara täsiri olarda dartgynlygyň güýjini peseldýär ýa-da toýunsow gatlagyň gidrawlik kesilmegi bilen bilelikde dyňzow suwuň böwsülmegi we suwýarsuw hadysasy ýüze çykmagy ähtimaldyr.

Garynyň üstünde akymyň deňölçegsizligi sebäpli we onuň ýuwujylyk täsirinde wagtyň geçmegi bilen gaçynyň tekizlenmesi geçýändir. Süýşgünler has aýdyň ýerasty suwlaryň gönükdirilen akymly meýdançada çäge gaçynyň eňňitlik burçy 20-25°-den artyklygynda görünýändir.

Hokurdanlanma, ýagny ýerasty suwlaryň süzüjiliş akymlaryň daçynyň ownuk mineral bölejikleri çykarmaklygy bolup, karýerlerde çägesow çökündiliň ($K_n > 15 - 20$) diňe ýokary meňzeşsizliginde ($K_n = d_{60} : d_{10}$) gözegçilik etmek bolýandyr. Süzüjilik derejesiniň has giň ýaýramagynda siňmeklik 0,2-den artyk bolmadyk meýdançalarda $K_n < 15$ bolan jynslar hokurdanlama weýrançylyga sezewar bolýan dälidir.

Karýere ýerasty suwlaryň duýdansyz böwsülmegi dyňzowly suw gatlaklaryň üsti açylanda mümkindir. Bularyň öňüni almak üçin suw basmaklygy mümkin bolan giňişlikdäki enjamlary çykarmak, suw akabalary taýýarlamak, şonuň ýaly-da ulanylýan suwuň derejesini pesedýän guýylary işe girizmek ýaly çäreleri görmek zerurdyr.

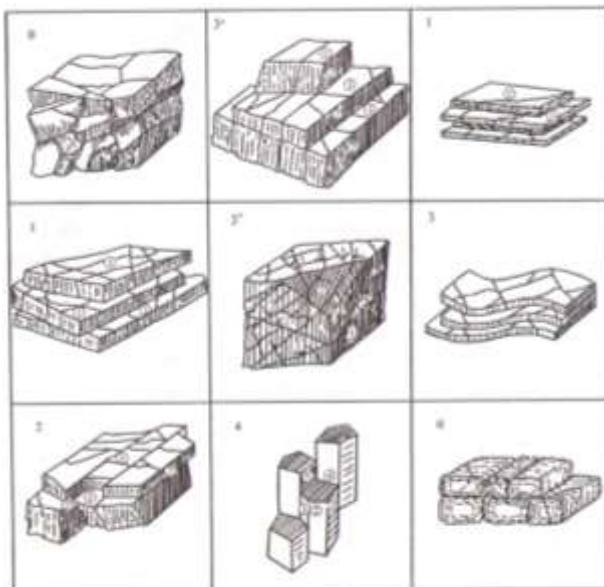
Golaý ýerleşen ýuwulyş desgalaryndan (gidrootwallardan we hwestohranilişlerden) süzüjilik ýitgilere garşy göreş çäreler ýeterlik geçirilmezliginde karýer meýdanlaryň çäginde ýerasty suwlar goşmaça iýmitlenip biler.

Inžener-geologik şertlere dag jyns nusgadaky berkligi olaryň tozap dargamaklygy we jaýryklylygy degişlidir. Berkligiň käbir ululygynda (G.L.Fisenko tarapyndan aňryçäk diýip atlandyrylan) onuň soňraky artmaklygy gaçy burçynyň ululygyna täsiri togtaýar, ýagny bitewilikde dag jynslaryň böleklenme häsiýeti kesgitleýji bolýanlygydyr. Şol sebäpli, dag jynsnyň nusgadaky berkligini jikme-jik öwrenmekligiň maksada laýyklygyny jynsnyň nusgadaky berkliginiň we onuň aňryçäk ululygynyň ara gatnaşyndan ugur alyp kesgitlemek gerek. Dag jynslaryň aňryçäk ululygy berilen bortyň beýikliginde we durumlylygyň ätiýaçlyk koeffisiýenti $\eta = 1,3$ bolanlygynda borta umumy eňňitlik burçyny 60° -deň bermekligi. G.L.Fisenko görkezendir (aýry-aýry seňňer gaçylaryň burçyny uzak wagt möhletli ulanylanda 65° çenli we bortyň düzgüt elementlerini-howpsyzlyk bermi, arassalamak bermi, ulag meýdançalary). Eger bitewidaş we ýarymbitewidaş jyns toplumynyň orta minimal sürtülme burçyny 34° , dyklylygynyň ortaça ululygyny $2,6 \text{ t/m}^3$ struktur gowşamasynyň ululygyny bolsa 2-5% çäginde (bortyň beýikligine, jaýryklylygyň ortaça güýçligine baglylykda) kabul edilse, onda bortyň beýikliginiň üýtgemegi 100-den – 500 m bolanlygynda aňry çäk ilteşmäniň ululygy 4-50 MPa çäginde nusga üçin we 2,1-10,5 MPa bitewilik üçin üýtgeýändir.

L.Mýullere görä gaty (bitewidaş) jynslaryň ähli üstüniň böleklenmegine we olaryň gapdalynda materiallaryň baglanşygy bozulmagyna açyklygyna ýa-da ýapyklygyna garamazdan onlarça metrler ýa-da birnäçe santimetrler ýaýran jaýryklyga düşünilýär.

Jaýryklylygyň inžener-geologik ýazgysy olaryň şejere kysymyny, ýaşyny we emele geliş yzygiderliligini, ugruny we möçberini, üstüniň häsiýetini, jaýrygy dolduryjysyny, güýçliligini (jaýryklylyk derejesi, struktur blogyň şekilini we möçberini göz önünde tutmalydyr.

Dürli jaýryk ulgamy massiwiň blok gurluşyny kesgitleýär (durumlylygynyň ätiýaçlyk koeffisiýenti – diýip gaçyny saklaýan güýçleriň jeminiň ony süýsirýän güýçleriň jemine bolan gatnaşygyna aýdylýar (jaýryk ulgamyna giňişlikde ýakyn ugurlara uzalan jaýryklar toparyna düşünilýändir. 1.1.-nji suratda bitewidaş jyns massiwleriniň bloklylygynyň baş kysymy (M. Matula, R.Holser boýunça) getirilendir.



Struktur blogyň şekilli onuň möçberi bilen bilelikde dag jyns massiwleriniň ýagdaýyny we häsiýetini, şonuň ýalyda olaryň inžener-desgalar bilen özara täsirindäki durumlylygyny kesgitleýändir.

1.1.-nji tablisada bir näçe jynslar üçin (WNIMI-iň maglumatlary boýunça gatlaklaryň galtaşmasy we jaýryklar boýunça sürtülme burçlary getirilýär.

**Gatlaklar galtaşmasy boýunça sürtülme burçlar
(WNIMI boýunça)**

1.1-nji tablisa

Dag jynslar	Üstüň häsiýetine baglylykda sürtülme burçlar, gradus			
	<i>Tekizdäl büdür- südür</i>	<i>Tekiz büdür- südür</i>	<i>Tekizdäl ýylma-nak</i>	<i>Tekiz ýylma-nak</i>
Porfirler, buýnuzlar, çägedaşlar	28-31	24-28	22-27	20-26
Ikilenji kwarsitler, granodioritler, kwars porfirler, granodiorit-porfirler, gabyk jynslar, sionitler, dioritler,	25-28	22-25	20-23	17-20

uglerolitler (kirşendaşlar)				
Hekdaşlar, metamorfik slanesler, magnetitler	24-27	23-25	20-22	16-19
Toýunsow slanesler, argillitler	23-26	21-23	18-20	15-18
Fillitler, talk-hloridliler we serisitly slanesler	23-25	20-22	13-15	9-12

Jaýryklar, gatlak galtaşmasy boýunça we dizýunnktiwi bozulmalar boýunça, şonuň ýaly-da sürtülme burçyň ululygynyň bortyň durumlylygynyň peselmegi (beýleki ugurlar bilen deňeşdirilende) bilen baglylykda, umuman bu gowşan üstler dag gзма işlerde kesilende olaryň gyşaryş burçlar gзма ugruna tarap üst boýunça sürtülme burçyndan artyk bolmadyk ýagdaýda üpjün edýändir; käbir seňnerler (stup) gowşan üstleri kesilende onuň gyşyrma burçy bu üstüň sürtülme burçyndan 4-6° artyk bolmadyk ýagdaýda durumlylygyny saklamagy mümkindir.

Tozap dargamaklygyň täsiri dag jynslaryň berkliginiň peselmegi we seňnerleriň üstünde dökülme jynslaryň toplanmagy bilen bagly bolup, munda rugsat edilmeyän beýik gaçylary kämillenýär we seňneri arassalamak talap edilýär. Dag jynslaryň tozap dargamaklygyna meýilliligine baha bermek üçin köpsanly görkeziler teklipl edilip olardan şu aşakdakylary bellemek amatlydyr:

- gaçynyň dürli wagtlarynda alynan nusgalaryň berkliginiň üýtgemegini häsiýetlendirýän umumylaşdyrylan durumlylyk koeffisiýenti (R.N.Panýukow boýunça);

- iri böleklenen elýuwiýany emele getirýän jynslar üçin tozamaklyk koeffisiýenti (W.B.Şwes boýunça);

- barabanda obradylanda bölekleriň böleklenme derejesiniň öwrenilýän jyns bölekleriň tebigi böleklenme derejesine bolan gatnaşygy.

Gaçy seňnerlerinde tozap dargamaklyga has tabyn bolýanlar toýunsow materiallary saklaýan litifisirlenen we meýdan şpatly çogan jynslardyr. Jaýryklylyk derejesiniň

artmagy dag jynslaryň tozap dargamaklygynyň güýçlenmegine ýardam berýändir.

Dag jynslaryň berkligine (R) tozap dargamaklyk prosesiniň täsirine mukdar baha bermeklik S.W. Kagermazowanyň empirik formulasy boýunça amala aşyrylýar:

$$R = R_0 e^{bt/h} \quad (1.6.)$$

bu ýerde:

R_0 - jynsyň başlandyç berkligi;

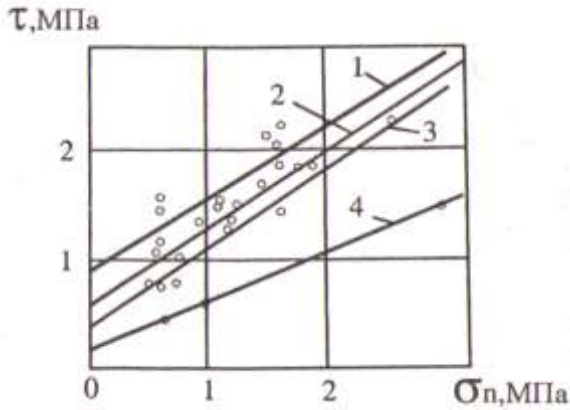
b - ewmpirik koeffisiýenti;

t - gaçynyň durýan wagty;

h - gaçynyň üstünden çuňlugy.

Köpýyllyk doňaklyk şertinde gaçylaryň durumlylygy hasaplanylanda galtaşmalaryň we beýleki gowşan üstleriň barlygyny anyklamak zerurdyr, çünki olaryň berkligi doň we ergin halynda örän tapawutlydyr.

1.2-nji suratda Ýakut karýerleriniň dag jynslaryny doň we ergin halynda geçirilen synaglaryň netijesinde hekdaşlaryň dürli galtaşma kysymlarynyň süýşirilmeclige garşylygy getirilendir.



1.2-nji surat. **Galtaşmalar boýunça hekdaşlaryň süýşirilişi garçylygy**

1 – galtaşma бүдүр-сүдүр, buz gatlajygy (2 mm) gatлага arasy

$t = -5^{\circ}$, $\varphi = 33^{\circ}$, $c = 8,7 \text{ kg/sm}^2$; 2 – galtaşma ýylmanak, buz

gatlajygy (2 mm) galtaşma arasy $t = -5^{\circ}$, $\varphi = 35^{\circ}$,
 $c = 5,8 \text{ kg/sm}^2$;

3 – galtaşma бүдүр-сүдүр, buz (tegnil dolduryjy) galtaşma arasy,

$t = -5^\circ$, $\varphi = 35^\circ$, $c = 3,9 \text{ kg/sm}^2$; 4 – galtaşma bűdür-sűdür,

buz

gatlayk, (2 mm) galtaşma arasy $t = -3,5^\circ + (-4,4)$ uak

synag

edilen, $\varphi = 22^\circ$, $c = 1,85 \text{ kg/sm}^2$;

Dag jynslaryň buz we doň toýun galtaşmasy boýunça we gury bűdür-sűdür galtaşmasynda sűrtűlme burçlar gysga wagtda kesilende ۆzara golaýlygyny barlaglar görkezýändir. Dag jynslaryň ilteşmesiniň buz we doň kűlke jyns galtaşmasy, gury bűdür-sűdür galtaşma garanynda 3-3,5 esse ýokarydyr. Şol bir wagtda tegmil dolduryjyly buz galtaşmasy ۆçin ilteşme gysga wagt synagda bitewi buzly gatlaklara garanda takmyn zesse pesdir, ýagny birinji ýagdaýda hakyky galtaşma ۆst kiçidir.

Gaçylaryň durumlylygyny hasaplanylanda ulanylýan dag jynslaryň nusgasyndan alynýan berklik hăsiýeti dag jyns massiwiniň hakyky struktur-mehaniki aýratynlyk şertleri gۆz ۆňűnde tutulan halatynda műmkindir. Dag jynslaryň nusgasyndan we massiwinden alynan hăsiýet gۆrkezijileriniň tapawudy şu esasy şertler bilen dűşűndirilip biliner:

a) mۆçberlilik nusgalaryň gۆwrűminiň, mۆçberiniň we şekilliniň tapawudy we massiwde jynsyň “elementar” gۆwrűmi we degişlilikde bu gۆwrűmler ۆçin defektleriň mukdary we hăsiýeti;

b) wagt birligi (jyns nusgasynyň, synagynyň dűrli dowamlylygy we dag gamasynyň ulanylyş wagty);

ç) geologik gurşowyň täsiri (özünde magdan sanlaýjy jynslar we olaryň

ýatyş şertleri) we gidrogeologik şertler);

d) massiwden dag jynsy çykarylanda onuň dartgynlylyk-ýarsmaklyk häsiýetiniň üýtgemegi.

Möçberlilik şertleri barlanylýan dag jynsyň göwrümini onuň möçberine (we şekiline) baglylykda inžener-petrografik häsiýetiniň üýtgemegini häsiýetlendirýär. Massiwde dag jynsynyň berklik derejesiniň peselmegi olaryň ýarsmaklyk häsiýetine, teksturasyna we struktur meňzeşsizligine we anizotropylygyna (häsiýetiniň köp taraplaýyn üýtgemegi) baglydyr.

Jaýryklanan massiwiň süýşirilmeklige garşylygyna takmynan baha bermek üçin struktur gowşamaklyk koeffisiýenti $\lambda = C_m / C_{nus.}$, ulanylýar, bu ýerde C_m we $C_{nus.}$ - deňşlilikde jynsyň massiwde we nusgada ilteşmesi (muňda sürtülme burçynyň üýtgewi hasaba alynmaýar, ýagny ol $\varphi_m \approx \varphi_{nus.}$ deň diýip kabul edilýär). G.L.Fisenko tarapyndan empirik formula hödürlenip, ol nusgada we massiwde ilteşmesiniň ara baglylygyny gowşan üsti galat gelmeýän üstler üçin aňladylandyr.

$$C_m = \frac{C_{nus.}}{L + \alpha \ln\left(\frac{H}{L}\right)}, \quad (1.7.)$$

bu ýerde:

α - monolit nusgadaky jynsyň berkligine we jaýryklylygyň häsiýetine bagly koeffisiýent (tablisa 1.2.);

$\frac{H}{L}$ - karýer bortynyň beýikliginiň H (massiwiň çykymynda) struktur bloklaryň L ortaça möçberine bolan gatnaşygy.

Käbir jynslar üçin gatlaklaryň galtaşmasy boýunça ilteşme 1.3-nji tablisada getirilendir.

**Dürli jynslar üçin α koeffisiýentiniň bahasy
(WNIMI-iň maglumatlary boýunça)**

1.2-nji tablisa

Jynslar topary	Jynslaryň ady we jaýryklygynyň häsiýeti	Monolitde jeteşme, MPa	Koeffisiýent α
I	Gowşak dykyzlanan we gowşak jaýryklanan çägesow-toýunsow, güýçli duran, doly kaolinirlenen çogan jynslar	0,4-0,9	0,5
	Dykyzlanan çägesow-toýunsow, esasan adaty kisişýän jaýryklylykly	1-2	2

II	Güýçli kaolinirlenen çogan jynslar	3-8	2
	Dykylanan çägesöw- toýunsow gyşyk kesişýan jaýryklylykly, kaolinirlenen çogan jynslar	3-8	3
	Aram berklikli gatlakly, köplenç adaty jaýryklylykly	10-15	4
		15-17	5
		17-20	6
III	Berk, köplenç adaty kesilen jaýryklylykly	20-30	6
	Berk çogan gyşyk kesişýan jaýryklylykly	30-20	7-10

**Gatlaklaryň galtaşmasy boýunça ilteşmäniň bahasy
(WNIMI-iň maglumaty boýunça)**

1.3-nji tablisa

Gowşan üstleriň häsiýeti	Galyňlygyň häsiýeti	Ulteşme C, MPa
Süýşme üst gatlaklaryň galtaşmasy boýunça	Dislosirlenen çökündi galyňlyk	0,02-0,05
Gatlaklaryň galtaşmalary	Dykyzlanmadyk dislosirlenmedik gowşak slaneslenen çökündi galyňlyk	50% ilteşmeden gatlaklanma burç astynda
	Dykyzlanan gowşak slaneslenen çökündi galyňlyk	0,1-0,18
	Metamorfirlenen çökündi galyňlyk	0,05-0,1
Bitewi göni bolmadyk jaýryklar we tektonik buzulmalar	Çogan we metamorfik jynslar massiwi	0,05-0,1

Ýakutiýanyň karýerleri barlananda geçirilen tejribeler (1.7.) formulany massiwiň doň jynslarynyň ilteşmesiniň ululygyny hasaplamak üçin ulanmagyň mümkinçiligi bloklaryň

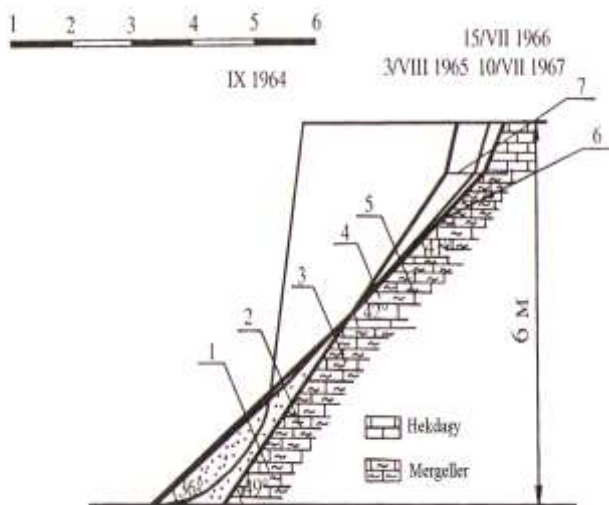
galtaşmasy boýunça doňmaklygy göz önünde tutýan b koeffisiýenti girizilmeliligini görkezendir:

$$C_m = \frac{C_{nus.}}{L + \alpha \ln\left(\frac{H}{L}\right) - db} \quad (1.8.)$$

G.R.Clozman we I.I.Ýermakow tarapyndan koeffisiýent b we struktur gowşama koeffisiýenti λ_t arasynyň empirik baglylyk ergin jynslar üçin alynandyr.

Doň pytrangy baglanşyksy we ýumşak jynslaryň ilteşmesiniň ululygy, şol jynslaryň ergin halyndaky ilteşmesiniň ululygyndan 10 esse artyklygyny bellemek zerurdyr. Nulgasy ergin we doň halynda pes öýjüklilik, berklik bilen häsiýetlendirilýan bitewidaş jyns nulgasy üçin (onuň çyglygy 0,2%-den kemliginde) iş düzümdä üýtgeşsizdir. Bu jynslar gury bolanlygynda doň haldadyr.

Berk ýarym bitewidaş we bitewidaş jynslary – diabazlardan, hekdaşly çägedaşlardan gatlaksy hekdaşlardan duran gaçylaryň sňneriniň ýarsmaklygynyň esasy sebäbi köpýyllyk doň jynslaryň eremegi we aýryklardaky buz gatlaklaryň eremegi bilen aýry-aýry bloklaryň süýşmekligidir.



1.3-nji surat. Üç ýylda geçen dökülme netişesinde (ustupyň) basgançagyň kese kesiminiň (profiliniň) üýtgemegi

Bir litologik dürli görnüşlerden düzülen basgançaklaryň dökülmesiniň güýçliligi dag jynslaryň fiziki-mehaniki häsiýetlerine, struktur aýratynlygyna we dag-tehniki şertlere baglylykda ep-esli yrgyldyly üýtgeýändir. Ýnha, basgançagyň mergellerden düzülen meýdançasý iki ýyl duranlygynda basgançagyň hekdaşlardan duran ýokary meýdançasýndan 1,8 esse çalt, aşaky mergellerden duran böleginde, basgançagyň güýçli jaýryklanan hekdaşlardan duran bölegine gazanda 3,7 esse çalt dökülýänligi mälimdir.

1.3-nji suratda mergellerde guralan “Aýkal” karýeri görkezilip, onda basgançagyň beýikligi boýunça 7 zeperden ybarat gözegçilik stansiýasydyr. Basgançagyň ýokarky gaşynyň ilkinji ýaz-tomus paslynda has güýçli ýarsýanlygy

görünýar (tozapdargamaklyk soňky pasyllara garanynda 5 esse çalt geçýändir).

Bu ýagdaý gaçy basgançagynyň burçynyň has kertligi we basgançagyň partlama işleri boulmagy netijesinde massiwa gor we ýagys suwlaryň siňmekligine ýardam berýanligi bilen şertlenendir.

1.4. Dag jyns dartgynly ýagdaýy

Islendik mehaniki ulgamyň durumlylygy berilen material üçin aňry çäk rugsat edilen dartgynlylygyň (aňry çäk berklik atlandyrylýan) we hakyky täsir edýan güýçleriň aragatnaşygy bilen kesgitlenýänligi mälim. Dag jynslarda dartgynlylyk içki güýçleriň meýdan birligine gatnaşygy bolup, berilen meýdan boýunça ýaýran daşky ýerüsti we göwrüm güýçleriň täsirine garşy durýandyr. Dartgynlylyk ýarsmaklyga getirýändir, ýagny dag jynslarynyň çyzykly möçberini we göwrümünü üýtgedýändir. Dartgynlylygyň we ýarsmaklygyň özara ysnyşykly täsirini göz önünde tutup, şonuň ýaly-da aňry çäk rugsat edilyän we bolup biljek ýarsmaklyga gözegçilik etmek mümkindir. Dag jynslar massiwiniň dörtgynlylyk – ýarsmaklyk halyny we olaryň berkligini (ýarsmaklygyny) öwrenmek dag geomehanikanyň we inžener-geologiýanyň esasy wezipesine degişlidir.

Dartgynlylyk-ýarsmaklyk halynyň kanunylygyny barlamaklyk şu aşadakylary özünde jemleýan ugurlar boýunça geçirilýär:

- a) natura-meýdan ölçegleri;
- b) şekillendirmek (fiziki, struktur, ekwiwalent, optiki-polýarlaşdyrma, tenzotor, EBDE we beýlekiler);

ç) amaly-hasaplama ýa-da analitik usullar (çeyelik süýgeşiklik, sowrulýan gurşawda, ahyrky elementler we beýlekiler).

Natura (meýdan) ölçegler obýektiw maglumat almaga ýardam berýar, emma ol hususy maglumatdyr. Şekillendirme we amaly-hasaplama usullary ulanylanda umumy we belli derejede mälum bolan anyk gurşow-şekiline esaslanan takyk (hakyky) meseleler çözülýär. Dag jynslar massiwiniň dartgynlylyk-ýarsmaklyk kanunylygyny barlamagyň çylşyrymlylygy şu aşakdaky sebäpler bilen düşündirilýär:

1. dürli dag jynslaryň (gyrmançalardan we suwýars-suwlardan jaýryklanan kristallik çogan jynslara çenli) real-hakyky dürli görnüşli häsiýetleriniň bolmaklygy;

2. dag jynslaryň tebigi ýatyşynda dürli fiziki-mehaniki häsiýeti boýunça gaýtalanmaýan ylalaşyklylygy;

3. dürli fiziki şertlerde we başy goýulyş düzgüninde dag jynslaryň häsiýetleriniň we ýagdaýynyň üýtgemegi;

4. birnäçe dürli güýçler şertleriň täsiri astynda dartgynlylyk ýarsma ýagdaýynyň kämillermegi.

Dag jyns massiwina umumy ýagdaýda güýçleriň ulgamy täsir edýändir, olaryň arasynda: grawitasion (jynsyň agramy), tektonik (şol sanda kosmik-we seýsmogen), gidrodinamiki, geotermiki we kristallaşma güýçler bölünýärler. Bu güýçleriň täsirinde dag jynslar göwrüm dartgynly ýagdaýdadyr.

Elementar blogyň kese kesiminde (S) döreýän dartgynlylyk onuň oky boýunça ters ugurda P güýjiň täsiri

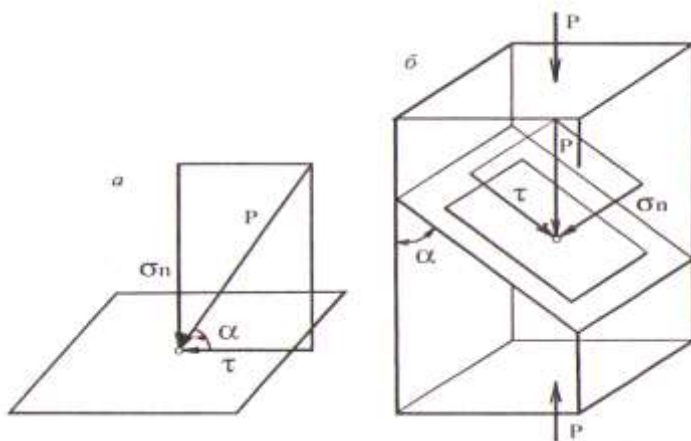
astynda geçip, ol $\sigma_1 = \frac{P}{S}$ baglanşyk boýunça kesgitlenilýär

(1.4-nji surat). Eger P güýç blogyň kesimine α burç astynda

ugruganda, onda $P = \sigma_1 \sin \alpha$ bolar. Onda bu meýdançada normal we galtaşyk dartgynlyk:

$$\sigma_n = \sigma_1 \sin \alpha \quad (1.9.)$$

$$\tau = \sigma_1 \sin \alpha \cos \alpha = 0,5 \sigma_1 \sin 2\alpha \quad (1.10.) \text{ bolar.}$$



1.4-nji surat. **P güýjiň täsiri astynda dag jynslarda ýüze çykýan dartgynlyk**

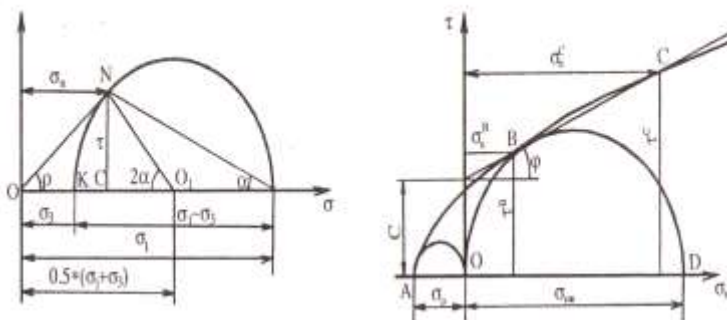
a - elementar meýdançada; b- elementar bitewlik

Bu meýdançada täsir edýän doly dartgynlyk bu meýdançada döreýän we oňa normal bolan α burçy astynda ugrukdyrylan P wektor (ugur) bilen kesgitlenilýär.

Islendik dartgynly jynsyň her bir nokadynda galtaşma dartgynlygy bolmaýan üç özara perpendikulýar meýdany (baş) geçirip bolar: olar boýunça üç esasy (baş) normal dartgynlyk

$\sigma_1 \geq \sigma_2 \geq \sigma_3$ täsir edýändir. Bularyň biri ýa-da ikisi nola deň bolmagy mümkin, bu bolsa tekizlik ýa-da çyzyklyk dartgynly hala gabat gelýändir.

Massiwdaky jynslar adatça, göwrüm dartgynly ýagdaýdadyr, çünki ähli taraplaýyn gysylyş şertindedir. Şol sebäpli gysyjy dartgynlyk položitel hasap edilýär. Dartgynlylygyň suratsy Moryň diagrammasynyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär (1.5-nji surat). Getirilen baglanşyklary (1.9.) we (1.10.) göz önünde tutmaklykda esasy dartgynlylygyň birine parallel meýdança boýunça σ_n dartgynlyk we τ galtaşma, düzýar (1.5-nji surat seret):



$$\sigma_n = \sigma_1 \sin^2 \alpha + \sigma_3 \cos^2 \alpha \quad (1.11.)$$

$$\tau = 0,5(\sigma_1 - \sigma_3)\sin^2 \alpha \quad (1.12.)$$

σ_2 parallel meýdança boýunça σ_n we τ dartgynlylyk σ_1 we σ_3 dartgynlyklaryň ahyrynda guralan Moryň tegeleginiň ordinat nokadynda kesgitlenilýär. σ_1 ýa-da σ_3 parallel meýdançalar boýunça dartgynlyk meňzeşlikde kesgitlenilýär. Haçan-da ähli üç esasy dartgynlylyk nola deň bolmadyk halatynda, alyp bilýäris:

$$\sigma_{n_{max}} = \sigma_1; \quad \sigma_{n_{min}} = \sigma_3;$$

$$\tau_{max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2}.$$

σ_1 ulalanda ýa-da σ_3 kiçelende Moryň tegelegi aňry çäk ýagdaýda bolýar, bu bolsa dag jynsynyň öwranma möhletine gabat gelýändir.

Dag jynslaryň berkligi esasan, Moryň giň ýaýran nazarasy bilen kesgitlenilýär. Bu nazara baglylykda materialyň owranmaklygy normal we galtaşma dartgynlylyklaryň aňry çäk gatnaşygynda geçýändir. Aňry çäk ýagdaý süýşirilme diagrammasy atlandyrylýan $\tau = f(\sigma_n)$ baglanşyk bilen häsiýetlendirilýär, dag jynsynyň berklik pasporty (1.6-njy surat). Umumy ýagdaýda $\tau = f(\sigma_n)$ baglanşyk egri çyzyklydyr.

Inženerçilik praktikasynda egrilýan aňryçäklik şu formula görnüşde ýazylýar göni çyzyga getirilýar (approksirlenýar):

$$\tau = C + \sigma_n \operatorname{tg} \varphi \quad (1.13.)$$

Bu deňleme fransu fizigi Ş.Kulon tarapyndan XVIII-nji asyrdan hödürilenidir. C we φ ululygy dag jynsynyň berklik ölçegidir we deňşililikde ilteşme we içki sürtülme burçy diýilip atlandyrylýarlar.

Moryň diagrammasyndan dag jynsynyň aňryçäk haly üçin, şu gatnaşyklar alynýandyr:

$$\alpha_n = 45^\circ - \frac{\varphi}{2}$$

$$\sigma_{sz} = 2C \operatorname{ctg} \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right) \quad (1.14.)$$

$$\sigma_r = \sigma_{sz} \operatorname{ctg}^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi}{2} \right),$$

bu ýerde:

α_n - aňry çäk meýdançanyň we esasy dartgynlygyň

σ_1 ugry arasyndaky burç;

σ_{sz} , σ_r - degişlilikde dag jynsynyň gysylandaky we süýndirilendäki aňry çäk berkligi (gysylmaklyga we süýndirilmä garşylygy).

Ýatak aýyk usul bilen özleşdirilende oýluklar gazylmagy netijesinde ýüzlerçe mln. tonna dag jyns çykarylmagynda gazmanyň düi we karýer bortlarynyň ýöküniň ýenlemegi geçýändir; öň hemmetaraplaýyn gysylma ýagdaýdaky dag jynslar işlenen giňişlige tarap ýarsmaklyga mümkinçilik alýarlar. Çalykdymagyň we suwy aýyrmaklygyň täsiri astynda ýerasty suwlaryň düzgüni çalt üýtgeýär, bu bolsa süzüliş prosesiniň güýçli ösmegini şertlendirýändir. Dag jynslaryň dartgynly-ýarsma ýagdaýynyň kämillenmeginde özleşdiriş tehnologiýasynyň ep-esli orny bardyr: mysal, bitewi partlatmalaryň dinamiki täsiri, dag transport serişdeleriň işlemeginde döreýan sarsmaklyklar we ş.m. Dag jynslaryň çuň gatlaklarynyň üstüniň açylmagy netijesinde olarda tozap dargamaklyk, çişmeklik we gaýtadan dykzlaşmaklyk prosesleriň ösmegi üçin şert döreýändir.

Şeýlelikde, karýere gös göni ýanaşýan dag jyns massiwi üçin grawitasion, süzüliş, tektoniki, seýsmiki (seýsmopartladys we temperaturany öz içine alýan) güýçler häsiýetli bolup, olaryň jemi täsirinde dartgynly ýagdaýyň kämillenmegi geçýändir.

Güýç täsiriniň ýüze çykmasyynyň şekilli we güýçliligi şu şertler: aýyk özleşdiriş ölçeg görkezijileri, massiwiň geologik gurluşy we strukturasy, dag jynslaryň jaýryklylygy, sebitiň tektonikasy, gidrogeologik, klimat şertler, dag jynslaryň litologiýasy, dag işleri alyp barmagyň tehnologiýasy, üstüni açmagyň täri we özleşdirişmegiň ulgamy ýaly şertler bilen kesgitlenilýär. Gaçynyň aňry çäk ýagdaýa (gurumlylyga baha bermek usullar, aglabasy şoňa esaslanan) geçmeginiň esasy şerti “süýşiriji” we “saklaýyjy” güýçleriň deňligidir, ýagny hereketdäki dartgynlylygyň berklik çägene

(süýgeşiklilige) ýetmekligi. Bu ýagdaýda, jisimiň çyzykly-ýarsmaklyk nazarasyny (çeýeligini) dartgynlylyk-ýarsmaklyk haly üçin ulanmaklyk ep-esli ýalňyşlyga getirer.

Häzirki wagtda dag jyns massiwiniň dartgynly ýagdaýynyň şu aşakdaky ylmy çaklamalary bardyr:

- gidrostatiki

$$\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3 = \gamma H_{st} \quad (1.15.)$$

- gapdal çat açylmasy

$$\sigma_1 = \gamma H_{st}; \quad \sigma_2 = \sigma_3 = m \gamma H_{st}, \quad (1.16.)$$

bu ýerde:

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - baş dartlylyklar, MPa;

H_{st} - jyns diwarynyň syn edilýan elementden üstüne çenli beýikligi, m;

γ - dag jynsynyň dyklyzlygy, t/m³;

m - gapdal çat açmanyň koeffisiýenti:

- çeýe materiallar üçin

$$m = \frac{\mu}{(1 - \mu)} \quad (1.17.)$$

- ürgün materiallar üçin

$$m = tg^2 \left(45 - \frac{\varphi}{2} \right), \quad (1.18.)$$

bu ýerde:

μ - Puassonyň koeffisiýenti;

φ - içki sürtülme burçy, gradus.

Emeli ganaw-karýerler şertinde, massiwiň tebigi dartgynly ýagdaýyna garamazdan, jyns işlenilen (gazylan) giňişlige tarap ýarýandyr. Munda has eňleşmäni garawyň düýbi duýýandyr. Düýbiň eňleşme ýarsmasy dik ýokary ugra gönüdüýär, ýapgynlyk böleginde bolsa – “öňe-ýokary”-lyga ugrugandyr.

Has çylşyrymly sypatlar karýer boltynda – eňletme ýarslanmasy “öňe-ýokatry” ugra gaçynyň belli ölçeglerde ugrudýandyr. Şoňa görä gaçynyň kertligine we ganawyň çuňlugyna (H) baglylykda çukuryň golaý üstüniň ýokary galmasy we açak çökmesine gözegçilik edilýändir. Umumy ýagdaýda ganaw gaçysynyň ýokarky bölegi “öňe-aşak”, aşaky bölegi – “öňe-ýokary” orun üýtgedýär. Ganawyň täsir zolagy meýilnamada onuň ýokarky gaçyndan $(1,5 - Z)H$ düzýär we çuňluk boýunça H -den ep-esli artykdyr.

Tektoniki güýçleriň täsiriniň barlygy ähli demir-magdan basseýnlerinde ýüze çykarylandyr (KMA, Kola ý.a., Ural we Gazagystan, Kriwoý rog).

Tektoniki dartgynlyk maglumatlaryň derňewi esasynda A.I.Ilin olaryň ýüze çykmaklygynyň esasy kanunlygyny umumylaşdyrandyr:

- tektoniki dartgynlyk kese tekizlik ýa-da oňa golaý tekizlik boýunça täsir edýändir;
- tektoniki dartgynlygyň täsir ugry berlen region üçin hemişedir;
- tektoniki dartgynlyk dag jyns bitewidaş massiwinde anyk görüňýandır;
- tektoniki dartgynlygyň ululygy hasap üçin takmin hemişelik diýip alynyp biliner, ýagny çuňlugyň artmagy bilen, ol dag jyns massiwiň agramyndan dik düzüjileriň ululygyň täsir etmeýär we ol eldegirilmedik massiwi üçin γH_{st} -deň kabul edilýär.

Getirilen kanunylyklardan eldegirilmedik massiw üçin dartgynlyk tenzoryny grawitasion we tektoniki güýçleriň täsirinden ugur alyp, bu baglanyşyklar şu görnüşde häsiýetlendirip bolar:

- a) ýumşak pytrangy galyňlyk üçin

$$\sigma_1 = \gamma H_{st}; \quad \sigma_2 = \sigma_3 = m\gamma H_{st},$$

bu ýerde:

γ - massiwiň jynslarynyň dykyzlygy, kg/m^3 ;

$m \leq 1$ - gapdala gyşarma (raspor) koeffisiýenti;

b) üýtgewsi bitewidaş galyňlyk üçin

$$\sigma_1 = \gamma H_{st}; \quad \sigma_2 = \sigma_t \geq \text{const}; \quad \sigma_3 = m\gamma H_{st},$$

bu ýerde:

$$m \geq 1.$$

Güýç meýdanlaryň jeminiň derňewi netijesinde şu aşakdakylary takyklyp bolar:

1. dürli güýç şertleriň belli ýagdaý üçin durnuklylygyň bozulmagynyň kämillermeginde paý gatnaşygyny;
2. aýry-aýry güýç şertleriň täsirini aradan aýyrmak;
3. ol ýa-da beýleki süýşmeklige garşy çäreleri ulanmagyň maksada laýyklygy;
4. ýarsmaklyk prosesiniň fiziki esasy we olaryň önüni almak we aradan aýyrmak çäreleri;
5. gaçynyň durnuklylygynyň kinematik we dinamiki boulmasynyň ösmekligi.

Getirilen maglumatlar dartgynlygyň tenzoryny düzýän kese düzüji esasan iki ugur boýunça: uzalma giňişligi we meýdanyň (KMA-yň) esasy geologik strukturasynyň uzalma giňişlige atanak täsir edýän tektoniki güýçler bilen şertlenenligi barada netijä gelmeklige mümkinçilik berýändir.

Meýdanyň güýçleriniň jeminiň derňewi netijesinde şu aşakdakylary anyklamak bolar:

1. belli ýagdaý üçin durnuklylygyň boulmagyna gatnaşýan dürli güýçleriň gatnaşyk paýyny;
2. aýry güýçleriň täsirini aradan aýyrmak ýa-da işjeňligini kemeltmek;
3. ol ýa-da beýleki süýşgüne garşy çäreleri ulanmaklygyň maksada laýyklygy;
4. ýarsmaklyk prosesiniň fiziki esaslary we olaryň önüni almaklygyň we aradan aýyrmaklygyň çärelerini;
5. gaçynyň durnuklylygyň boulmaklygynyň ösüşiniň kinematikasyny we dinamikasyny.

1.5. Karýerleriň kenar ýapylarynyň we gum üşmeleriň ýagdaýyna, dag işleriň tilsimatynyň täsiri

Açyk dag işleriň göwrüminiň artmaklygy bilen gaçylaryň durnuklylygyny üpjün edýän birnäçe aýratynlyklara baglydyr. Olaryň arasynda:

- açyk dag işleriň çuňlugynyň 300, 500 m, hatda 1000 m artmaklygynyň ykdysady maksadalaýyklygy;
- gaçylaryň durnuklylygynyň, ýatagy açmaklygyň, özleşdiriş ulgamynyň we dag işleri geçirmekligiň düzgüniniň meseleriniň özara baglanyşygy;
- dag-transport serişdeleriniň (rotor toplumynyň, uly ýük göteriji awtomaşynlaryň, ýokary göteriji konwerleriň kadaly iş şertlerini döretmek;
- gaçylaryň sudurynyň we ölçeg görkezijileriniň karýerler gurulanda we ulanylanda üýtgemegi;
- tehnologik şertleriň bitewideş dag jyns bitewilikleri iri möçberli pasdyr owradylanda (talap edilýän böleklemek derejesinde) kesgitleýji täsiri;
- uzak wagt, bir näçe onlarça ýyla çenli gaçylaryň hemişelik bortyny we gazmanyň üstüni açan dag jynslaryň durnukly ýagdaýy goldamak.

Durnuklylykmeseleleri dag-geologiki şertleriň dürliliginiň gaýtalanmazlygy olaryň has amatly gatnaşyny saýlap almak, açyk özleşdiriş aňry çäk çuňlugyny we gaçynyň eňňitlik burçyny kesgitlemek kyn meseledir. Şahtýurlaryň geologlaryň, gurluşykçylaryň ykdysatçylaryň bilelikdäki işleri XX-nji asyryň 70-nji ýyllaryň ortasynda täze ylmy ugrunyň-gaçylaryň karýerlerinde durnuklylygyny dolandyrmagyň, kämillermegine getirendir.

Köpsanly hünärmenler gaçylaryň durnuklylygyny dag-basyşynyň ýüze çykması hökmünde garaýarlar. Ýerasty

özleşdirmekde geomehanikada iki ugur boýunça özbaşdak ösýändir: arassalaýyş we gazmaklaryň taýýarlyk işlerinde dag basyşy, we açyk dag gazmalarda dag jynslaryň süýsmekliginde ýuze çykyandyr. Gaçylaryň durnuklylygynyň meseleleriniň umumylygy bilen bilelikde dag-magdan alyjy senagat pudagyna peýdaly gasma baýlyk ojagynyň 61abul61ir gurluşynyň, özleşdirmegiň tilsimatynyň we alynýak çygma bildirilýän talaplaryň aýratynlygy bilen şertlenen häsiýetli alamaty mahsusdyr.

Ine dürli we çylşyrymly gidrogeologik şerlerde ýerleşen gurluşyk materiallarynyň ojagy, deňeşdirerlik çuň bolmadyk (100 m çenli) we ýukagalyňlykly karýerde alynýandyr. Munda, tozanly we daşlary, jyglymy öndürmegiň we almaklygyň özleşdiriş tilsimatyna çäklendirme bildirilýär.

Kömür kesimleri, almaklygyň we üstüni açmak uly göwrümlerde şonuň ýaly-da ep-esli çuňluklarda (400-500 m çenli) gowşak ol ýarym bitewi daşlardan düzüldi ojaklar özleşdirilýänligi bilen tapawutlanýarlar. Karýer bortunyň häsiýetli ýarsmasy-galtaşyk-süýşdünleri bolup, ol esasan gatlakly gurluşy we önüm saklaýan bitewilik bilen şertlenendir. Şertlerde geçirilýän partladýş işleri süýşgün emele getiriji şert hasaplamak bolmaz.

Reňkli metallary we demir magdanlary almak üçin gazylyan karýerler inžener-geologik şertleri we özleşdiriş tilsimaty boýunça köp umumylyga eýedir. Şeýlede bolsa magdanly süňniň we ojagyň demirmagdan gorunyň ölçegleri reňkli metallaryň ojaklarynyň degişli görkezijilerinden bir näçe esse köpdür. Bu bolsa, patladýş işleriň möçberiniň üýtmegine we oňa bildirilýän talaplaryny ýokarlandyrmaklyga getirýändir. Reňkli metal magdanlaryň ýokary gymmatlygy süýşgüne garşy gymat bahaly çäreleri ulanmaklyga mümkinçi şertlendirýändir. Şol bir wagtda, demirmagan şertlerinde gymmat çäreleri görmek ykdysady taýdan maksada laýyk

bolmazlygy ähmitaldyr. Reňkli metallary almak boýunça karýerleriň arasynda daglyk-eňňitlik-karýeriniň ep-esli paýy bardyr, 62abul62ir magdanlar üçin häsiýetli dälidir.

Getirilen mysallar, geçirilen tejribeleri, barlaglaryň netijesini ulanmak mümkinçiligi diňe ojagyň geologiki gurluşyny däl, eýsem karýer bortunyň durnuklylygyny üpjün edýän ähli şertleri göz önünde tutmak arkaly amala aşyrylmaly. Ol şertlere klimat şertlerden tä tilsimatyň we ulanylyş wagt şertiniň aýratynlygy degişlidir.

Karýer bortunyň gaçysynyň wezipesine we onuň işleýiş wagtyna baglylykda gaçynyň 5 topary: gazmalary açýan gaçylar; goralýan mekana ýakyn hemişelik bortlar; transport ulgamlary saklamaýan wagtlaýyn – hemişelik bortlat; işçi seki gaçylary, tapawutlandyrylýar.

Gary sekisiniň burçy 25-30°-dan 90° çenli üýtgeýändir. Dürli wezipeler üçin goýulýan meýdançalary zerurlygynda bortyň gaçysynyň burçy düzgüt bilen kesgitlenýär we olar işçi bort üçin 10-25°, hemişelik bortlar we ganaw gaçysy üçin 15°-dan 45-50° düzyändir.

Gaçynyň duruş wagtyny we onuň wezipesini göz önünde tutup durgunlylygyň ätiýaç koeffisiýenti 1,1-den işçi bort üçin 1,3-1,5; karýer bortlaryň has möhüm meýdançasý üçin taslama hödürlenýän ätiýaçlyk koeffisiýentler 1.4-nji tablisada getirilendir.

Karýer gaçylarynyň durnuklylygynyň ätiýäçlyk koeffisiýenti

1.4-nji tablisa

Topar	Gaçynyň häsiýeti	Gulluk möhleti	Ýarsmaklyga garşy göreş çäreler	Hödürlenýän n durumlylyk koeffisiýenti
I	Gazmany açýan gaçylar, konweýerleri, ýokary göterijileri, ýer asty ötelgeleri, ýapgyt diregleri saklaýan meýdanlar	40-50 ýyl	Tehniki mümkin bolan we ykdysady maksada laýyk işlendik çäreler	1,3-1,5
II	Hemişelik bortlar, olaryň golaýynda goralýan mekanlar-öňüni alyş gum (selik) suw saklaýjylar, ylatly nokat, magistral we beýlekiler	şol bir möhleti	Tehniki ykdysady hasaplamalar bilen kesgitlenýär	1,2-1,4

III	Transport serişdeleri saklamaýan hemişelik bortlar	aňry çäk kontury nyň emele gelmegi boýunça	Gaçy aňry süzüjilik basyşy – kanawa, zeýkeş, gerşi ösümlik bilen berkitmek	1,2-1,3
IV	Wagtlaýyn – hemişelik bortlar	10-15 ýyl	Gaçy aňry, süzüjilik basyş, zeýkeş	1,15-1,2
V	Işçi sekiler	-	Ýapgytlyk burçy we belentligi bilen kadalaşdyrylýar, zeýkeşi ulanmak we beýlekiler	1,1-1,2

Dag jynslaryň bortlarda we gaçylarda özünü alyp barysyny kesgitleýän tilsimat şertler toparyny üstüni açyş tärleri, özleşdiriş ulgamlary, şonuň ýaly-da önümçilik prosesleri düzýärler.

Özleşdirme ulgamy – bu üstüni açyş, magdan alyş we dag-taýýarlyk işleri geçirmegiň yzygiderlilikidir. Karýer bortlary boýunça işçi zolaklary ýaýratmak derejesini kesgitleýär. Giňişlikde dag işleriň ösüşiniň ugruny massiwiň inžener-geologik strukturasyň göz önünde tutup saýlamak zerurdyr, çünki olar karýer meýdanynyň aýry-aýry meýdançasýnda gaçynyň ýarsmaklyk mümkinçiligini we häsiýetini kesgitleýändir. Karýerleriň bortunyň we gaçynyň

işçi sekisiniň durnuklylygyny tilsimat ölçeg görkezijileriniň toplумы – dag işleriň öňe gitmeklik tizligi bilen baha berilmeli. Bortyň dag jyns massiwiniň ýarsmaklygynyň ösüş häsiýetiniň we berkliginiň wagt boýunça üýtgemegi gaçylaryň durnuklylygy nukdaý nazardan dag işleriň amatlylygyny meýillemäge mümkinçilik berýändir. Bu meseleler G.L.Fisenkowanyň, W.T.Sapožnikowanyň, I.I.Ýermakowanyň we W.G.Pusgarýewiň ylmy işlerinde seredilendir.

Dag işleriň düzgüni (ýagny, taslamada kesgitlenen üstüni açyş we alyş işleriň yzygiderli ýerine ýetirilişi) bortyň suduryňyň we dag-tehniki desgalaryň işlemeýän bortyň kämilleniş pursaty kesgitlemäge mümkinçilik berýändir. Bu desgalara gaçylaryň durnuklylygyny üpjün etmek boýunça ýokarlandyrylan talaplar bildirilýändir. Şol sebäpli karýer meýdanlaryny inžener-geologik sebitleşdirmekligiň netijesi boýunça dag işleriň amatly düzgünini 65abul etmek maksada laýykdyr.

Tilsimat proseslerinden bitewidaş we ýarym bitewidaş jynslaryň gaçysynyň durnuklylygyna we bortyň ýapgyt burçynyň ululygyna in uly täsiri buraw-partladyş işleri ýetirýändir.

Partlama uly bolmadyk ýer titremekligi şekillekdirýär we onuň merkezi partlama zarýadynyň goýulan ýerindedir. Partladyşda $(10-30) \cdot 10^{-3}$ Mpa-deň dartgynlyk impulsy göreýär. Zarýadyň golaýynda şu zolaklar kämillenýändir: **süýgeşiklik ýarsmasy zolagy**, munda dartgynlylyk dg jynslaryň gysylmadaky aňry çäk berkliginden artyk; **çeýe-süýgeşik ýarsmaklyk**, munda owranmaklyk dag jyns struktur bitewiliginiň bibatlygy (jaýryklylyk) boýunça geçýär, dartgynlylyk bozulan strukturanyň süýndirilendäki aňry çäk berkliginden ýokarydyr; jaýryk şekilli we çeýe yrgyldylaryň golaýynda guýylarda bölünme zolagy ýüze çykýarlar, munda

partlamadan soňra süýşme-orun üýtgemeler bilen bilelikde iri jaýryklar döreýärler.

Dag-transport serişdeleriň işinden dinamiki basyşyň täsir zolagy daýanç elementleriň (düşenli maşyn (tank), daýanç plitasy, binýat) ölçegine bara-bardyr we bortyň durnuklylygyna diňe bir täsiri bolman, eýsem aýry sekä hem täsiri ýokdyr. Şeýlede bolsa amatsy şertlerde (tektonik jaýryklaryň barlygy, dag jynsynyň ýatyşy, çişmeklikligiň hasabyna berligiň peselmegine meýillilik we beýlekiler) aýry-aýry meýdançalarda ýarsmalaryň döremegi we soňraky dag-transport serişdeleriniň heläkçiligi döremegi mümkindir.

Gumüýşme massiwiň ýagdaýynyň tehnologik şertler toparyna baglylygyna gaçy emele getiriliş täsirleri, özleşdiriş ulgamyň elementleri, dag we gümüýşirme işleriň düzgüni degişlidir. Gum üýşmeleriň durnuklylygyna mehanizmleriň serişdeleriň işleriniň döredýän dinamiki basyşynyň hem täsiri bardyr.

BAP II

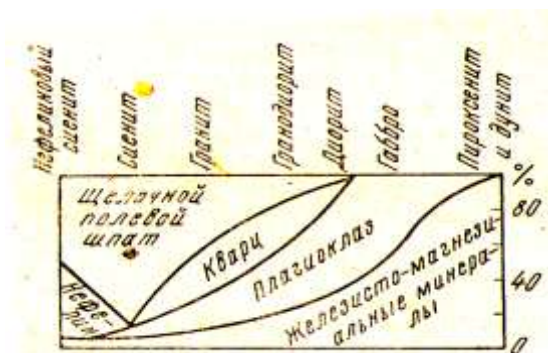
INŽENER-GEOLOGIÝANYŇ GEOMEHANIKA BILEN BAGLY KÄBIR MESELELERI

2.1. Magmatik dag jynslaryň inžener-geologik aýratynlyklary

Geologik – petrografik aýratynlygy

Magmatik dag jynslar gaty jyns toparyna degişlidir. Bularyň umumy alamaty dargamaklyga (pyramaklyga) ýokary garşylyk görkezýänligi, çýelik we beýleki gaty jisimlere mahsus bolan häsiýetlilikidir. Şeýle bolsa magmatik jynslaryň häsiýeti esasy olaryň maddy (mineral) düzümine we gurluşyna baglylykda giň aralyklarda üýtgeýändir.

Maddy düzümi. Esasy jyns emele getiriji minerallaryň saklanyşy boýunça magmatik jynslar yzy üzübmeýän hatar döredip, olaryň çet (serhet) raýatlary-granit we ultra esas jynslar biri-birine özara ýuwar-ýuwar geçmeklige eýedir (surat).



2.1-nji surat. Magmatik dag jynslarynyň möhüm kysymlary we esasy jyns emele getiriji minerallaryň deňeşdirerlikli çaklanyşy (A.N. Zawariskiý boýunça).

Bu hataryň ilkinji agzalara üçin (turşy jynslar) silikatlaryň abs, agdyklyk häsiýetli “dagynyk-ýumşak” karkas gurluşynda öýjükler bolup, olar özara gaty we berk kowalent baglanyşyklydyr. Bu hataryň ahyrky agzalary demirsew-magnezial silikat zynjyryndan (piroksenler we amfilollar) we “ada” görnüşde ýaýran strukturadan (oliwin) düzülendir. Bularyň düzüminde tas hemişe diýen ýaly magdan minerallar (magnetik, hromit we beýlekiler) bardyr, olaryň magdan ojaklaryň sebitinde saklanyşy ep-eslidir.

Mineral düzüminiň bellenilen üýtgemeleri bilen dag jynslaryň dykzlygynyň we şepbeşikliginiň ýokarlanmagy, olaryň turşylygynyň kemelmegi bilen şertlenendir. Magmatik jynslaryň turşy toparynda olaryň fiziki häsiýetleriniň ep-esli yrgyldyly üýtgemesi gatlakly struktur gurluşly (slýudalar) minerallaryň saklanyşy bilen baglydyr.

Struktura. (dag jynsyň jisim ara gurluşy – G.A). Magmatik dag jynslaryň intruziw fasiýasy doly kristallaşandyr. Effuziw fasiýa jynslarda ol wulkanik aýnadan düzülendir.

Mineral maddanyň kristallaşma derejesi magmatik jynslaryň mehaniki hwsýetlerine täsir edýändir. Inha, kristallik däneleriň abs. Möçberine baglylykda dag jynsynyň berkligi 1,5-20 we ondan-da artyk üýtgäp bilýändir.

Magmatik jynslarda struktur baglanyşyk olaryň kristallik tebigaty bilen baglydyr.

Tektura. (dag jynslaryň jisim ara ýerleşiş G.A). Magmatik dag jynslaryň teksturasy düzgünleşmedik we ugurlaýyn bolup bilýändir. Ugurlaýyn teksturanyň (zolaklaýyn, gneýs görnüşli we ş.m) ýüze çykmagy bilen dag jynsy meňzeşsizlik tekstura eýe bolýarlar. Düzgünleşmedik tekstura ýagdaýda jyns meňzeşe golaý jisim hökmünde diýip hasap etmek bolar.

Magmatik jynslar, adatça gizlin we göze görünýän açyk jaýryklanandyr. Bu olaryň arasynda: magma ergini sowap gatanda döredýän tektonik jaýryklar (tektonikanyň döredýän dartgynlygynyň we ýarsmaklygyň täsirinde emele gelen jaýryklar-GA); Dag jynbslaryň tozamaklygyň (fiziki-mehaniki) döredýän jaýryklary hem häsiýetlidir. Bular tozamaklyk gabygynda ösýändir, jynslaryň jaýryklanma derejesinde dik zolaklyk görünýändir.

Ýokary berkinli jynslaryň bitewiliginiň ýarsmakda ýeke-täk bitewi hökmünde mälum. Munda ýarsmaklyk bölekleriň özara orun üýtgemesinden ybaratdyr. Süýgeşikli ýarsmanyň umumy çökmekligi jaýryk ulgamlary bilen süýşmeklikde görünýändir.

2.2. Dykzlyk görkezijisi-öýjüklilik

Dag jynslaryň dykzlygy islendik beýleki jisimleriňki ýaly-göwrüm birligindäki agramydyr (massasy), ýagny göwrüm agramydyr. Şonuň ýaly-da mineral däneleriň dykzlygy δ_0 (P_s) tapawutlandyrylyp, ol udel agrama san taýdan deňdir. Ýagny göwrüm birliginde mineral maddanyň agramydyr. Öýjüklilik başgaça-boşluklyk öýjükliligiň koeffisiýentini (E) we öýjüklilik (n) bilen häsiýetlendirilýär we olaryň bahalary şu aşakda getirilen baglanşyklardan alynýar:

$$\Sigma = \frac{\delta_0 - \delta}{\delta_0} \text{ we } n = \frac{\delta_0 - \delta}{\delta} \quad \text{ýa} - da$$

$$\Sigma = \frac{\rho_s - \rho_d}{\rho_d} \text{ we } n = \frac{\rho_s - \rho - d}{\rho_s} 100 \%$$

Bu ýerde:

δ_0 (P_s) – mineral bölekleriň dykyzlygy;

δ_0 (P_d) – göwrüm agramy ýa-da öýjükleriň göwrümi ýa-da jynsnyň çyglylygyny göz önünde tutulsa:

$$\Sigma = \frac{\delta_0(1-w)\delta w}{\delta w} \text{ we } n = \frac{\delta_0(1-w)\delta w}{\delta_0(1-w)}$$

bu ýerde:

δ_0 - tebigy çyglykly jynsnyň göwrüm agramy;

W-jynsnyň terezide çekilen agramy.

Öýjükligiň koeffisiýenti (E) birligiň üleşinde, öýjüklilik (n) %-imde aňladylýar.

Öýjüklilik we dykyzlyk görkezijileriniň yrgyldyly üýtgemekligi dag jynslarynyň beýleki utgaşýandyr. Bu babatda olary inžener-petrografik häsiýetli topara degişli hasap etmek bolar. Şol bir wagtda bu häsiýetler dag jynsynyň maddy düzüminiň we gurluşynyň üýtgemekligi bilen gös-göni baglydyr, ýagny fiziki häsiýetiniň üýtgemeginiň netijesidir.

Emma dykyzlyk görkezijiniň öýjüklilik bilen analitik görnüşde baglylygy bir topardan, dürli fiziki häsiýetleri bilen beýleki topardan örän çylşyrymly we diňe öýjükliginiň abs. bahasyna däl, eýsem öýjük boşluklaryň strukturasyna hem baglydyr. Şu sebäpden öýjükligiň abs. bahaly meňzeş jynslar suw geçirijiliginiň berkliginiň, ýarsmaklygynyň dürli görkezijisi bolýanlygy mälimdir.

Magmatik dag jynslarynyň morfologik alamatlary boýunça dürli öýjüklilik (boşluk) ulgamlary tapawutlandyryp, olaryň esasylyry:

1. Kristal – däneli jynslaryň kristalara (däne are) öýjükligi;

2. Jaýryk-öýjükligi;
3. Köp sanly effuziw (çogup çykan) jynslara mahsus bolan köpürjik öýjükliginden ybaratdyr.

Hakyky dag jynslarda iki ýa-da üç öýjük ulgamlary bardyr. ,mysal, magmatik jynslarda-effuziw fasiýasynda jaýryklanma öýjüklilik ulgamy, köpürjik bilen, intruziwi jynslarda-däne ara öýjüklilik bilen utgaşýanlygyny ýatlamak ýeterlidir.

2.3.Gaty dag jynslaryň mehaniki häsiýetleri

Dag jynslaryň mehaniki häsiýeti olaryň ol ýa-da beýleki daşky (mehaniki) güýjüň täsirine garşylyk ukyby bilen häsiýetlendirilýär. Belli çäklerde bu ukyplylyk çyýe-dolanyş (öňki kaddyna ýetme – G.A) häsiýetli göwrüm ýarsmasynda ýüze çykýandyr.

Dartgynlygyň ösmegi we ýarslandyryjy güýçleriň täsiriniň dowamly artmaklygy bilen ol dolanmaýan-süýgeşiklik we şepbeşik-süýgeşiklik ýarsmasyna ösüp ýetýändir. Soňraky ýarsma dag jynsynyň bitewi-tutuşlygynyň owranmagyna, ýagny sepbeşik-süýgeşik akgyn hala geçýändir. Owranyp dargamaklyk suratnyň çyýe böleginde (port temperatur pytramaklyk) hem geçip bilýändir. Mikrostruktur derňewleriň görkezmegine görä süýgeşiklik ýarsma baglylykda belli owranýş merkezleriň döremegi bilen baglydyr we muňa dag jynsynyň içki gurluşy – dartgynlygy özünde saklaýan – jaýryklylyk bilen baglydyr. Şu sebäpden, dag jynslaryň ähli mehaniki prosesleri az energiýa sarp etmeginde ýüze çykýandyr.

Görkezilen sebäplere görä öňki kaddyna dolanmaýan süýgeşiklik ýarsma gaty jynslarda güýç goýulyşyň ilkinji tapgyrynda ýüze çykýar we ýarsdyryjy güýçleriň täsiriniň dowamlylygy we dartgynlygyň ösmegi bilen artýandyr. Bu

sebäpden täsirli dartgynlyk we ýarsmaklyk arasyndaky baglanşyk göni çyzyksyzdyr we dag jynslaryň takyk aňladylan berklik çägi ýokdur. Degişlilikde dag jynslaryň dartgynlyk we ýarsmaklyk suratsy çey-e-süýgeşik jisimleriňkä meňzeşdir (surat). Umuman dag jynslara şu aşakda getirilenler häsiýetlidir:

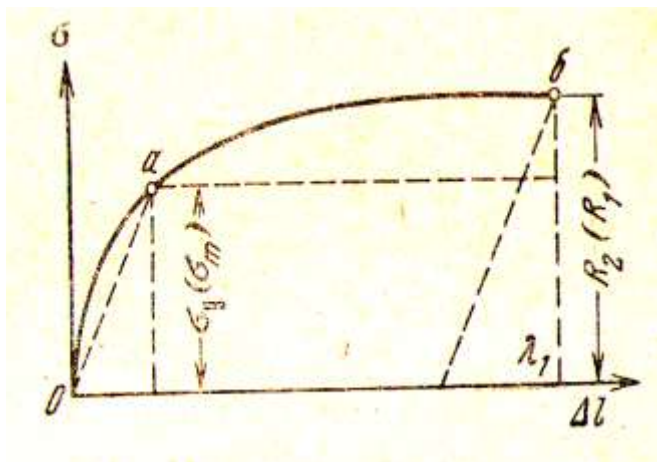
1) Çyzykly çey-e ýarsma, tas göz-açyp ýumasy pursatda goýulan basyşyň yzy bilen ýüze çykýar çey-e

ýarsmanyň tizligi $v = \sqrt{\frac{Eg^1}{\delta}}$, bu ýerde E-çeyeligiň moduly;

g-agram güýjiniň tizlenmesi; δ -jynsyň göwrüm agramy we öňki kaddyna golanyş häsiýetlidir.

2) Çyzyksyz – çey-e ýarsma, munuň aýratynlygy dartgynlyk we ýarsma arasyndaky egri çyzykly baglylykdyr. Egrilik, egri basyş haýal aýrylanda ters tarapa yzygiderli üýtgeýär we o nokada gaýdyp gelýär. Muňa täsirden soňky (göni aşaklaýan çyzyk – basyşly, ters – basyş aýrylanfda) täsir diýilýär. Täsirden soňky täsiriň aýratynlygy onuň diňe basyşyň ululygyna däl, eýsem ol täsiriň dowamlylygyna baglydyr.

3) Süýgeşiklik ýarsmak basyş goýulmagynda uzak wagt dowamly geçýär we öňki kaddyna dolanmaýan (galyndy ýarsmasy) häsiýete eýedir. Süýgeşiklik ýarsmasy täsiriň dowamlylygyna, dartgynlygyň ululygyna we tizligine baglydyr.



2.2-nji surat. Çeýe süýgeşik jisimler üçin
“dartgynlyk-ýarsmaklyk” diagrammasy. Bu çeýelik çägi,
 $R_2 (R_1)$ -gysylma berklikk çäge

Ýarsmaklygyň çeýe bölegi minerallaryň kristallik gözeneginiň göwrüm ýarsmasy (gysylma, süýndirilme) bilen baglydyr.

Doly kristallaşan jisimleriň çeýe bolmadyk (süýgeşiklik) ýarsmalary, esasan şu prosesleriň netijesidir:

1) Mineral däneleriň süýşirilme ýarsmasy kristal içi süýşmeler, egrelme, plastina şekilli hadysalar;

2) Diffuziýa hadysasy, atomlar bilen eýelenmedik kristal boş ýerleri eýelemekde ýarsdyryjy güýjiň ugry boýunça ýüze çykýandyр.

3) Mineral däneleriň we bölekleriň jebislik tekizlik boýunça deneşdirerlik orun üýtgemeklik hadysasy.

Eger, süýgeşiklik ýarsmasyny döredýän dartgynlyk öz ululygy boýunça berklik çägindeň artyk bolmasa hemişelik,

süýgeşiklik akymyň tizligi wagtyň geçmeginde peselýär ýagny jyns berkleşýär.

Öňki kaddyna dolanmaýan süýgeşiklik ýarsma hadysasynda hemişelik ýökde yzy üzülmeýän ýarsmaklygyň ösmegi bolup biler, muňa süýrenjilik ukyby, süýrenjeňlik diýilýär. Süýrenjeňlik haýwan kanun boýunça üýtgeýän ýüik arkaly döräp bilmegi mälimdir. Umumylaşdyrylan egrik görnüşli süýrenjeňli süýgeşiklik ýarsmanyň üç tapgyryna gabat gelýän üç kesimden ybaratdyr.

Gaty jisimleriň süýrenjeňliiniň diagrammasy. Ab-egri süýrenjeňlik kesim adaty gözaçyp-ýumasy wagtda goýulan basyşda ýarsma prosesi hökmünde häsiýetlendirýär, munda ýarsmanyň ösmeginiň tizligi peselýär. Bç-egri kesim düzgünleşen süýgeşiklik akymy, süýrenjeňli tizligi hemişe halyny häsiýetlendirýär.

Üçünji Çe-egri kesim ýarsmanyň tizliginiň ösmegini we materialyň (d nokatda) owranyşyny häsiýetlendirýär.

Süýgeşiklik ýarsma hadysasynda ýarsmaklygyň ululygynyň saklanmagynda dartgynlygyň yzy üzülmeýän aşaklmagy, ýagny galyndy relaksasiýa hadysasy ýüze çykmagy mümkindir.

Bu hadysanyň esasynda ýarslandyrylýan jisimde toplangyr süýşirilme energiýanyň çäýe dargamagy ýatandyr. Galyndylar (relaksasiýa) hadysasy jisimiň bölejikleriniň ýylylyk hereketi bilen aýrylmaz baglydyr; ol temperaturanyň ýokarlanmagy bilen artýandyr; ýylylyk hereketi ýaly, galyndy hadysa daşky täsirsiz döreýär we entropiý häsiýeti diýip atlandyrylýar.

Süýgeşiklik ýarsmany hadysasy galyndylyk döwri diýip atlandyrylýar. Ö degişlilikde berilýän güýjiň dowamlylygynda, ýagny bu wagtyň dowamynda süýşiriji çäýe dartgynlygyň ep-esli peselende ýüze çykýar (galyndylyk

wagty) $\ddot{O}=1/e$ süýşirme çeyé dartgynlyk wagtyň dowamynda $1/e$ gezek başlangyç dartgynlyk bilen deňeşdireniňde peselýändir. Galyndylyk (relaksasiýa) wagty şepbeşiklik koefesiýentine we süýşirme modula baglylykdadyr. $G:\ddot{O}=\eta/g$. Eger relaksasiýa wagty umumy gözegçilik döwüriniňkiden örän uzak bolsa jisim çeyé ýa-da portdyr. Beýleki gatnaşyklarda tejribe döwrüň galyndy döwürden dowamly bolsa gaty jisim çeyé-şepbeşik, şepbeşik süýgeşik ýa-da suwuk hallaryň birine gabat geler. Dartgynlygyň relaksiýasy ýarsmanlygyň energiýasynyň süýgeşiklik ýa-da şepbeşik akym energiýasyn geçmek prosesidir. Başga sözler bilen aýdylanda *relaksasiýa prosesi dartgynlykdaky süýrenjeňli berkligiň peselmesi bolup, ol wagt boýunça öňki Kaddyna dolanmaýan ýarsmaklyga proporsional peselýändir*.

Çeyé we süýgeşiklik arasynyň serhedi akgynlyk çäGINE gabat gelýändir, şol bir wagtda ol çeyélegiň hem çägidir. Akgynlygyň çägi süýşirilme dartgynlygyň çägi (τ ki) hökmünde kesgitlenilýär. Ýokarda häsiýetlendirilen ýarsmaklyk prosesler gaty dag jynslaryň berkliginiň tebigaty barada pikir ýöretmäge mümkinçilik döredýärler. Mälim boluşy ýaly dag jynslar mineral dänelerden we olaryň biri-biri bilen struktur baglanşykly ýokary berklikli we durumly düzüjilerden düzüldendir. Daşky güýjiň täsirinde ilki bilen mineral däneler ýarsýarlar, içki kristallik süýşme tekizligi dartgynlyga has amatly ugrygandyr.

Emma bu hili däneler, goňşy däneler bilen struktur bagly berklenip gysylandyр we olaryň içki kristallik süýşirme tekizligi başgaça ugrugandyr. Synalýan däne daşky güýjiň täsirinde ýarsmaklyga ymtylыp, goňşy dänelere basyş berip olary aýlanmaga mejbur edýändir, boşluklaryň bar bolmak ýagdaýыnda bolsa ýarsdyryjy güýjiň ugry boýunça orun üýtgemesi geçер muňa, struktur baglanşyk we sürtülme güýji garşylyk görkezýändir we bu däneleriň hemişelik garşylygy

olaryň ilkinji ýagdaýynyň üýtgemegine getirýändir. Bu güýçler ýeňip geçilende has berk we ownyk däneler saklanyp galar, has iri we port däneler pytraýandyr. Soňra pytran däneler iri tekizlikler döretmäge ymtylýarlar, olar ýarsdyryjy güýçleriň täsir ugruna ugrugýandyr. Munda, plastina emele gelme prosesi ýüze çykmagy mümkindir.

Şeýlelikde, her-bir mineral däne prosesiň başynda çylşyrymly dartgynly ýagdaýda bolandyr we süýşirilmä garşylyk görkezýändir. Gaty dag jynslaryň başlangyç berkligi şu sebäplidir. Mineral däneleriň ýerleşişiniň tertipleşmesi we gaýtadan ugurlanmasy, şonuň ýaly-da struktur baglylygynyň bozulmagy jynsyň ýarsmaklygyny ýeňilleşdirýär. Süýgeşiklik ýarsmasy prosesinde jynsyň berkliginiň peselmeginiň tebigaty şundan ybarat.

Berklige adatça dag jyns nusgasynyň owranmazlyga çenli kabul edip bilýän maksimal ýük bilen baha berilýär. **Bu ýüke berkligiň çägi diýilýär.** Berkligi bu hili garamaklyk dag jynsyň owranmaklугy aňry çäk häsiýeti bilen baglydyr, ýagny owrap pytramaklyk ýarsmaklyk prosesini düzýän haýsydyr bir ölçeg görkeziji, meselem, normal (dik) ýa-da galtaşma dartgynlyk aňry çäk baha ýetende ýüze çykýandyr.

Berklik görkezijileriň esaslaryna: gysylmanlyga wagtlaýyn garşylyk (σ сж), süýndirmekligi (δp) we süýşirmeklige ($\delta \epsilon$) degişlidir, ýagny görkezilen dartgynlyk ýagdaýynda jynsyň berklik çägidir. Tejribeleriň maglumatyna görä gaty dag jynslaryň berklik görkezijileri dartgynlygynyň hiline baglydyr. Ululygy boýunça iň uly bahasyna gysylmanlyga wagtlaýyn garşylyk iň pes baha bolsa süýndirmeklik eýedir.

Dag jynslaryň berkligi bir okly gysylma garanynda iki okly gysylanda ep-esli ýokarydyr. Hemme taraplaýyn gysylmada bolsa dag jynsyň berkligi has ýokarlanýandyr.

Dykyz gaty dag jynslar hemme taraplaýyn gysylanda örän uly basyş astynda hem öwrenýän dälidir.

Magmatik dag jynslaryň gysylmadaky (δ сж) berkligi örän giň çäklerde: 1000-1200-dan (2000-2800)·10⁵ H/m² çenli üýtgeýändir we esasan, kristallaşma derejesine we mineral düzümine baglydyr. Mysal ownyk zireli granitiň berkligi onuň iri zireli görnüşinden (300-350)·10⁵M/m² ýokarydyr (5-nji tablisa), kristallaşmadyk mineral maddanyň (wulkanik aýna) saklнышы 20%-den ýokary bolanda jynsyň berkligi 1,5 esse peselýändir.

5-nji. Magmatik jynslaryň birnäçe toparlarynyň gysylmaklyga wagtlaýyn garşylygy.

Dag jyns kysymçasy	Struktur aýratynlygy	Jyns topary	Gysylmaklyga wagtlaýyn garşylyk 10 ⁵ ·t/m ²
Çuňluk (intruziw)	Deň ölçegli kristallaşan, ownuk we aram zireli	Granitler Dioritler Sionitler	1200-2400 1400-2800 1000-2200
	Porfir görnüşli we iri däneli	Granitler Dioritler Gabbro	800-2800 1600-3100 1900-3200
Çogup çykan (effuziw)	Paleo (gadymy) kysymly	Porfiritletler	1300-2600
	Kaýno (soňraky) kysymly	Andezitler Bazaltlar	800-2600 900-4600

Magmatik dag jynslaryň berkliginiň peselmekligine olaryň düzüminde gatlakly strukturaly minerallaryň (slýudanyň) saklanyşy we oňa barabar kwarsyň saklanyşynyň azalmagynda hem syn etmek bolar.

G.S.Senatskiýanyz maglumaty boýunça granitlerde biotitiň saklanyşy 4-5-den 15-17% çenli artanda we kwarsyň saklanyşy 38-den 28%-ne çenli gysylmaklyga wagtlaýyn garşylyk 2200-den $800 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$ çenli kemelýändir.

Magmatik dag jynslaryň ýumşamaklygy (ýumşamaklyk bu dag jynslaryň suw doýgun halyna berkligini ýetirmeklik ukybydyr. Bu ýumşaklyk koeffisiýenti:

$$K_p = \frac{\delta_{\text{сж}}^e m}{\delta_{\text{сж}}^c m}$$

bu ýerde:

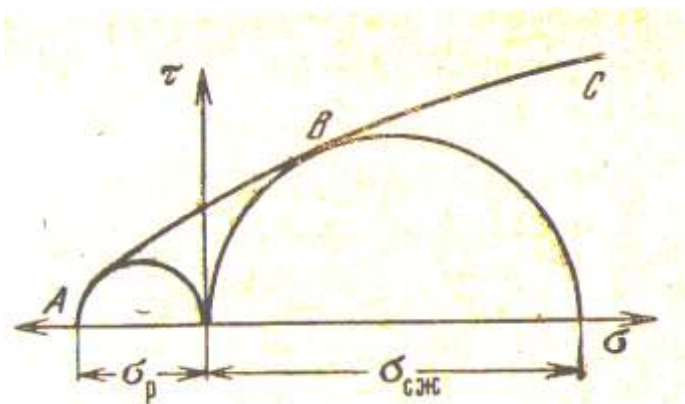
δ_{sm}^b suwa doýgun halda gysylmaklyga wagtlaýyn garşylyk $\delta_{\text{сж}}^e$ гury jynsyň gysylma wagtlaýyn garşylygy. Ýumşamaklygyň ululygy boýunça magmatik jynslar gowşak ýumşayan jynslar degişlidir $K_p > 0,9$. Gatlakly strukturaly minerallaryň (slýudanyň) saklanyşynyň artmaklygy we kwarsyň çaklanyşynyň kemelmegi bilen magmatik jynslaryň ýumşamaklygy birneme karlanýandyr.

2.4. Dag jynslaryň berklik pasporty

Dagmagdan tehnikasynda dag jynslaryň berkligi, adatça O.Moryn berklik nazerýetinden ugur alynyp düzülen berklik pasporty bilen häsiýetlendirilýär. Bu nazara baglylykda materialyň owranmaklygy (port ýa-da süýgeşik süýşme) haçan-da galtaşma dartgynlyk süýşme tekizliginde artyp bir näçe çäk ululyklara ýetende ýa-da normal süýndiriji

dartgynlyk belli bir ululyga ýeten halatynda geçýändir. Munda, süýşme tekizligindäki galtaşma dartgynlyk normal dartgynlygyň δ_n ululygyna bagly hasap edilýär. Bu baglylyk normal δ_n we galtaşma dartgynlyk koordinat ulgamynda mooryň baş dartgynlyk tegeleginiň öwrülişdenlemesi bilen aňladylýar. Bular boýunça berkligiň göwrüm görkezijileri: içki sürtülme koeffisiýenti (tgy)-kesgitlenip, ol Normal we galtaşma dartgynlyk.

Ilteşme üstler boýunça birikdirýän we normal dartgynlygyň iň uly galtaşma dartgynlygy $\tau=0$ aňladýandyr. (2.3 –nji surat)



2. 3-nji surat. **Bir meňzeş dag jynsnyň berklik pasportlarty.**

Meňzeş bolmadyk dag jynslaryň dargamaklyk şerti tekstur ýa-da jaýryklylyk meňzeşsizlik ugry dürliliginde meýdanyň gapdalynda bir meňzeş bolýanlygy mälimdir.

2.4-nji surat-göniçyzykly egrelýän güýçli jaýryklanan
 gaty we ürgün jynslaryň çäk ýagdaýyny beýan edýär. Ol,
 kulanyň belli deňlemesi bilen aňladylýar:

$$\tau = \delta t g \varphi - c \quad (1.1)$$
$$(\tau)^m = \mathcal{L} (\delta + H) \quad (1-2)$$

2.4-nji b surat – parabola şekilli egrelýän.

Bu ýerde:

H – iki okly dartgynlykda jynsnyň çäk berkligi 1-gapdala giňelme koeffisiýenti, we $1 < m \leq 2$. Sikiloid şekilli egrelýän (2.4-nji ç) δ we t koordinatlarda parametrik görnüşde.

ç) sinloid şekilli:

$$\delta + H = \frac{1}{2} k * (4\varphi + \sin 4\varphi)$$

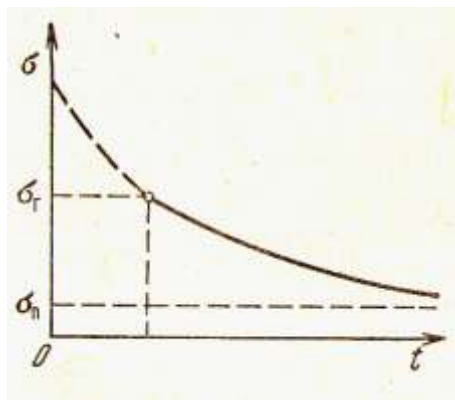
$$|\tau| = \frac{1}{2} k * (1 - \cos\varphi)$$

Bu ýerde:

k^* - hemişelik güýç birligiň güýç meýdan birligiň tapawudy we $0 = \varphi \leq \frac{T}{4}$ (bu şert gysylma dartgynlygy ýaramlydyr)

2.5. Dag jynslaryň dowamly berkligi

Ýarsdyryjy güýçleriň dowamly täsiriniň artmaklygy bilen dag jynslary owranmaklyga garşylyk ukybyny peseldýärler. Ol ýa-da beýleki dowamlygy basyşyň täsirine gabat gelyän berklige dowamly berklik diýilýär. Onuň esasy häsiýeti tejribe maglumatlary boýunça wagtlaýyn garşylyk – wagt koordinatlarynda düzülen diagramma bilen häsiýetlendirilýär (2.5-njy surat).



2.5-njy surat. **Dowamly berkligiň diagrammasy.**

Dowamly berkligiň minimal bahasy δ_{\min} dowamly berkligiň egri ordinaty bilen birikmegine dowamly berkligiň çägi diýilýär. Dowamly berklik ilteşme koeffisiýentiniň 1,5-2,5 esse kiçelmekligine getirýär. Gysylmaklyga wagtlaýyn garşylyň koeffisiýentiniň peselmegi magmatik jynslarda adatça 0,7-0,8 deňdir.

Çeýe durumlylyk çäginde mehaniki häsiýetleriň esasy ýarsma görkezijisi çeýelik moduly we Puassonyň koeffisiýentidir. Gaty dag jynslaryň ählisinde diýen ýaly çeýe durumlylyk owradyjylaryň 70-75%-ne çenli bolan dartgynlylyga çenli saklanýandyr. (Zareskiý Ý.u.k, Wýalow C.C).

Görkezilen ýagdaýlarda dag jynslaryň ýarsma özüni alyp barmaklygy çeýelik madaly E_1 süýşirilme moduly C , köp taraply gysylyş moduly K we Puassonyň koeffisiýenti μ^z bilen häsiýetlendirilýändir.

Süýşirilme moduly we hemme taraplaýyn gysylmaklyk çeýelik moduly we Puassonyň koeffisiýenti bilen bilelikde şu baglanşyklardan alynýar:

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} \text{ we } K = \frac{E}{3(1-2\mu)},$$

Çeýelik moduly we Puassonyň koeffisiýentiniň abs. bahasy statik (hasaplama) ýa-da dinamiki (üýtgew) usullary arkaly kesgitlenip biliner. Statik synaglarda çeýelik häsiýetini jynsnyň goýular basyşyň täsiri astyndaky ýarsmanyň ululygy boýunça alynýar.

Dinamiki, usul çeýe urgyldylaryň ýaýraýyş tizliginiň gurşowyň çeýe häsiýetine baglylygyna esaslanandyr. Çeýe modulyň E_d we Puassonyň koeffisiýentiniň μ_d hasaby bu ýagdaýda şu aňlatmalar boýunça geçirilýär:

$$E_d = \delta V \frac{2}{p} \frac{(1+\mu)(1-2\mu)}{1-\mu},$$

$$\mu_d = \frac{2 - \left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)^2}{2 - 2 \left(\frac{\partial p}{\partial s}\right)^2}$$

Bu ýerde:

ϑ_p we ϑ_s çeýe urgyldylaryň yzaboýyna we keselegine ýaýraýyş tizligi.

Ekseriment – tejribe synaglaryň maglumaty boýunça dinamiki E_d we statik E_{CT} modullar arasyndaky şu gatnaşyk tapylandyr.

$$E_d = K E_{CT} + b \quad (1.3)$$

Bu ýerde K we b kömekçi koeffisiýentler bolup, olaryň ortaça bahalary: $K=0,83$; $b=0,97 \cdot 10^{10} \text{ H/m}^2$

Dykyz gowşak jaýryklanan magmatyň jynslaryň çeýe dinamiki moduly statik usul bilen kesgitlenen statik moduldan

20-30% artykdyr. Dag jynsynyň boşluklarynyň armaklygy bilen E-iň we E-iň ara tapawudy 70-100 we ondan-da artyga ýetýändir.

Bellik:

Çeyelik modula E uzaboýyna (gysylma we süýndirme) dartgynlygy we oňa degişli ýarsmaklygyň arasyndaky proporsionallyk koeffisiýentidir.

Süýşirilme moduly G-galtaşma dartgynlyk T we oňa gabat gelýän ýarsmaklyk arasyndaky proporsionallyk koeffisiýentidir.

Puassonyň koeffisiýenti M-deňeşdirerlik uzaboýyna we keseleýin ýarsmaklyk arasyndaky proporsionallyk koeffisiýentidir.

Modullaryň normal hatarynda ep-esli ýokarlanýanlygyna gözegçilik edip bolýandyр: Granit-ultra esas jyns, munuň jynsyň mineral dykzlygy bilen baglylygy mälimdir.

E_d -iň bahasynyň peselmeginde dinamiki we statik modullaryň tapawudy artýandygy bellige alynandyр.

Dinamiki we statiki çeyelik modulyň tapawudyny şertlendirýän sebäplere (şertlere) mineral dykzlygy we çeyligiň netijesi hadysalary degişlidir. Soňraky hadysalar statik modulyň ululygyny ep-esli peseldýärler, dinamika modula bolsa täsir edýän däldir.

Çeylelik moduly ähli taraplaýyn gysylmaklygyň artmagy bilen artýandyр. Bu şertlerde temperaturanyň ýokarlanmagy çeyelik modulyň peselmegine getirýändir.

BAP III.

METAMORFIK DAG JYNGLARYŇ INŽENER- GEOLOGIK AÝRATYNLYKLARY.

3.1. Geologik. Petrografiki aýratynlygy

Metamorfik dag jynslaryň düzüminde:

1) enelik jynslardan (çökünci ýa-da magmatik) miras galan minerallara reliktni minerallar;

2) metamorfizm prosesinde döwür metomorfik gelip çykyşly minerallar tapawutlandyrylýar. Bular, metamorfizmiň berilen tapgyrynda we berilen termodinamiki we geohimiki şertlerde deňagramlylyga ýeten mineral ulgamlary emele getirýändir. Bu ulgamlar metamorfik dag jynslarynyň mineral faziýalary hökmünde mälimdir;

3) dag jynslaryň ikinji üýtgemeklik prosesinde gaýtadan emele gelen minerallar.

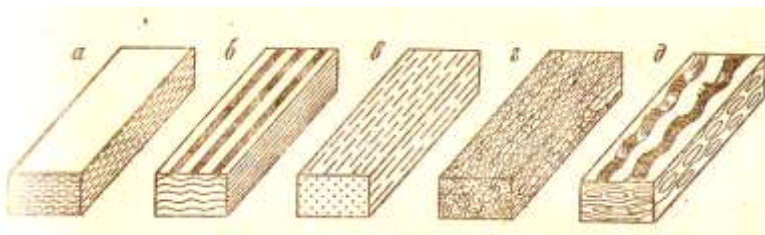
Relikt (miras) minerallaryň arasynda metamorfizmiň ähli derejelerini geçen aýratyn durumlý (mes.kwars) minerallar tapawutlanýar we şol sebäpli olara geçiş mineralary diýilýär. Olaryň saklanyş mukdarynyň artmagy jynsyň durumlýlygynyň abraziwligini we gatylygynyň ýokarlanmagyna getirýär.

Metamorfik jynslaryň mineral faziýalary metamorfizmiň kesgitli derejesi üçin häsiýetli kysym şekil minerallardan durýandyr. Metamorfizmiň başlangyç we orta tapgyrlarynda mineral emele gelmek prosesinde bir-birine deňşililikde tipleri ýerleşen zynjyr we gatlak strukturaly minerallaryň ýaýramagy bilen häsiýetlendirilýär. Muňa bir taraplaýyn basyş jynsyň süýgeşik ýarsma ýagdaýy we kristallaryň ösüşiniň meňzeşsizlik güýçleri ýardam berýändir. Netijede, kristal blastik strukturaly (blastos-rostok-grekçe) we ugurlaýyn teksturaly dag jynslary ýüze çykýarlar.

Metamorfizmiň has ýokary derejeleri köpülenç grano blastik deň ölçegli we deň ölçegsiz (porfir blastik) strukturaly dag jynslaryň ýaýramagy bilen utgaşýandyr. Hemme taraplaýyn gidrostatik (suwuň hemişelik) basyşy şertlerinde geçýän metamorfizmiň ýokary derejesinde karkas strukturaly minerallar (jynslarda meýdan şpaty we granit-eklogit fasiýaly mineral toparlary) ösüşe eýe bolýarlar. Bu minerallara “aga” strukturaly minerallar (oliwin) hem häsiýetlidir.

Metamorfik jynslar kristallaşan struktur baglylykly kysymly gaty jyns synpyna degişlidir. Metamorfik jynslaryň esasy tekstur aýratynlygyna olaryň slanesliligidir.

Ýokarda bellenen, metamorfizmiň başlangyç we orta tapgyrlarynda özboluşly mineral emele gelmeklik şertleri dürli slanesleşme kysymlaryň ösmegine amatly täsir edýändir (1-njy surat). Metamorfik jynslaryň esasy slanesleşme kysymlary (A.N. Ýelisew boýunça).



3.1-njy surat. **Metamorfik jynslaryň skaneşmesiniň esasy kysymlary**

a-tekiz parallel slanesleşme; b-tolkunly slanesleşme; ç-çyzykly, ýa-da parallel çyzykly; d-sütünli, ýa-da galam; e-çyzykly aýlymly.

Metamorfizmiň has ýokary tapgyryna gneýs görnüşli we bitewili tekstura häsiýetlidir.

Slanesleşmekligiň çökünci dag jynslaryň ilkinji gatlaklanmasynda ösmekligi seýrek dälçir. Bu ýagdaýda ol gatlanma slanesleşme diýilip atlandyrylýar.

3.2. Dykzylyk we öýjüklilik.

Mineral düzümine we metamorfizm derejesine baglylykda metamorfik jynslaryň dykzylygy örän giň aralyklarda üýtgeýändir (6-njy tablisa)

Metamorfik jynslaryň dykzylygy.

6-njy tablisa.

Metamorfizm derejesi	Dag jynslar	Dykzylyk δ_1 10^3 kg/m^3
Pes	Kwars-serisit slanesler	2,42-2,88
	Kwars-hlorit slanesler	2,62-2,60
	Serisit slanesler	2,61-2,72
	Hlorit slanesler	2,57-2,61
Orta	Biotit slanesler	2,67-2,66
	Grafit slanesler	2,44-2,99
	Amfibol slanesler	2,97-3,00
Ýokary	Gneýsler bitit-	2,63-2,73
	plagioklar	2,80-2,85
	Gneýsler granit-biotit	2,86-3,07
	Gneýsler amfibolit	2,72-3,22
	Amfibolitler	2,68-2,70
	Magmatitler	2,68-2,71
	Mramorlar	2,57-2,68
	Kwarsitler	2,63-2,82
	Boýnuzlar	2,87-3,47
	Skarnlar	

Ilkinji çökündi jynslar, ilkinji magmatik jynslardan has pes dykzyzlygy bilen tapawutlanýarlar. Sebitiň tektonik ýagdaýy belli täsir edýändir. Mysal, geoantiklinal zolaga utgaşan we çökündi jynslaryň hasabyna emele gelen amfobolitler, geosinklinal zolaga utgaşan amfilolitlere garynda $(2,93-3,06) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, has pes dykzyzlygy $(2,72-2,88) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bilen tapawutlanýandyr, metamorfik dykzyzlygyna struktur-tekstur şertleriň täsirini uly dälendir.

Ultra metamorfizm we graniteleşmek hadysalar dag jynsyň dykzyzlygynyň gowşamagyna getirýärler. Dag jynslaryň dykzyzlygynyň gowşamagy gneýsleriň we amfobolitleriň yzagaýdar (regresiýa) metamorfizm hadysalarda geçýändir.

Metamorfik jynslaryň öýjükliigi esasan jaýryklylykdyr we 1-2%-den ýokary dälendir. Şol sebäpden bu jynslaryň berkligi mineralogik berklige ($\delta \approx \delta_0$) ýakyndyr.

3.3. Mehaniki häsiýetleri

Berkligiň iň ýokary bahalar şu aşakda getirilen metamorfik jynslarda: jespelit we kwarsit [$\delta_{\text{сж}}=(4500-5000) \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$] magnetik-amfilornalar [$5800 \cdot 10^5 \text{ H/mt}$ çenli] bellige alynandyr. Kristallik slanesleriň berkligi $1000 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ -den artyk, emma meselem gneýslerde $800-900 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ çenli peselýär.

Metamorfik jynslaryň aglabasy üçin tekstur meňzeşizlik häsiýetleridir. Olaryň sekstur meňzeşlik koeffisiýenti 3-5 ýetýär. Dinamiki E_d we statik $E_{\text{ст}}$ çeýelik modullaryň aragatnaşygy metamorfik jynslaryň käbir wekilleriniň häsiýeti 7-nji tablisade getirilendir

**Metamorfik jynslar üçün E we E arasyndaky degişlilik
(W.S. Ýamşikow boýunça).**

7-nji tablisa.

<i>Dag jynslar</i>	$E_{ct}, 10^{10}$ H/m_2	$E_{\phi}, 10^{10}$ H/m^2	$\frac{E_{ct} - E_{\phi}}{E_{ct}} \cdot 100\%$
Toýunsow slanes	1,2 – 1,3	2,4- 2,7	100 – 106
Serisit slanes	0,9	1,9	100
Biotit slanes	4,2	6,0	43
Kwars slanesleşen	1,4	2,24	60

BAP IV.

ÇÖKÜNDİ DAG JYNGLARYŇ INŽENER – GEOLOGIKI AÝRATYNLYGY.

4.1. Umumy maglumat.

Mineral düzümi. Çökünci dag jynslaryň minerallary enelik jynslaryň mehaniki owranmalarynyň himiki we biohimiki özgermeleriniň we olaryň birleşmeleriniň önümidir. Mehaniki owranmaklygyň önümleri böleklenen dag jynslaryň esasyny düzýärler. Bularyň düzüminde gaty we berk karkas sstrukturaly minerallar (kwars, meýdan şpatlary) agdyklyk edýändir. Olar minerallaryň allotigen toparyny emele getirýärler [allotigenler – dag jynsyndan öň dörän we onuň düzümine girýän minerallardyr]. Himiki we biohimiki dargamaklygyň önümine minerallaryň autigen topary degişlidir.

[Autigenler – ekzogen mineral emele gelmek prosesinde emele gelen täze minerallardyr]. Olaryň düzümine gatlakly minerallardan (toýunsow minerallar, hloritler we beýlekiler), “ada” (karbonatlar) we koordinasiýa strukturaly (galit, silwin) minerallardan ybaratdyr.

Bularyň birinjisi hemişelik toýunsow düzüjileri, ikinjisi – himiki –organogen jynslardyr.

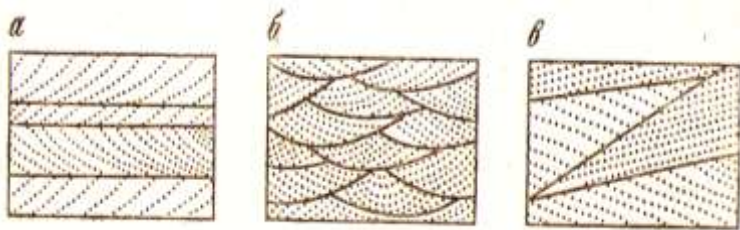
Çökünci jynslaryň umumy göwrüminiň Karkas strukturaly minerallaryň paýyna takmyn 40%, gatlaklylara 30% we “ada” 10% düşýänligi hasaplanylandyr.

Autigen mineral emele gelme köpülenç minerallaryň kristallyk gözeneginiň atom ara kowalent baglylygynyň, ion – kowalentler, ionlar, wodarodlar bilen ýagny pes berklige we durumlylyga çalyşmagy bilen utgaşyklydyr. Bular, çökünci jynslaryň düzüminde autigen minerallaryň saklaanyşynyň (aýran-da gatlakly minerallary) ýokarlanmagynda, olaryň

berkliginiň we durumlylygynyň peselmekligini belli derejede kesgitleýändir.

Çökünci dag jynslaryň arasynda düzümi bir mineralardan duran ýa-da bir düzüjiniň agdyklyk edýän jynsyň göwrüminiň 75-den 90% çenlisini eýeleýän we bir neme mukdarda tabyn minerallar, ýagny monominerallydyr.

Tekstura. Çökünci dag jynslaryň esasy tekstura häsiýeti olaryň dürli kysymly gatlaklylygy (parallel, linza-aýtym-ýaý, pahna (klin) we ş.m häsiýetlilikidir).

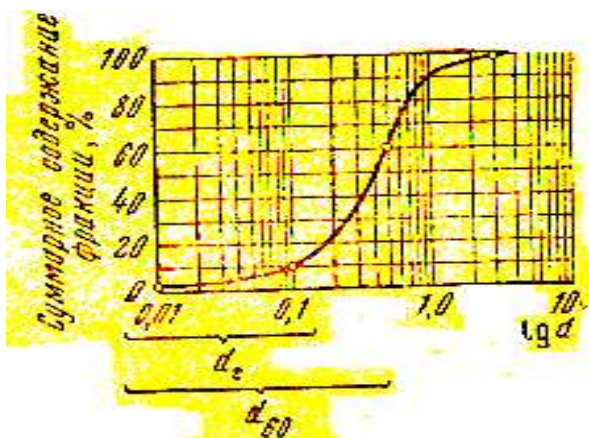


4.1-nji surat **Çökünci dag jynslarynyň gatlaklylygynyň kysymlyry (R. Şraka boýunça)**

Bulardan başga-da gatlaksyz – bitewi görnüşde ýatan jynslar mälimdir. Çökünci dag jynslarynyň gatlaklylygyny olaryň gatlaklanmasyny tapawutlandyrmak zerurdyr. Çökünci jynslar ýokarsyndan we aşagyndan çäklenen gatlaklardan düzüldir. Gatlaklary bölýän üst gowşama üstidir. Çökünci dag jynslaryň gatlaklanmasy gatlaklaryň gaýtalanyp ýatmaklygydyr.

Struktur – şejere alamaty çökünci dag jynslary esasy üç topara: böleklenen, toýunsow we himiki organik bölmeklige hyzmat edýändir. Böleklenen jynslaryň strukturasy zire düzümi, şekili we böleklenen önümiň ýulmenmeklik (burçlylyk) derejesi bilen häsiýetlendirilýär. Zire düzümi boýunça olaryň iri böleklenen, aram böleklenen we ownuk

böleklenen jynslary bölünip, biri-birinden bir ýa-da birnäçe parçalaryň jeminiň agdyklyk edýänligi bilen tapawutlanýarlar.



4.2-nji surat. Däne düzüminiň egriliginiň jemi.
(Ýarym lagarifiň möçberinde)
Böleklenen jynslaryň zire düzümi boýunça toparlanyşy.

(9-njy tablisa).

Dag jynslar	Dag jynslaryň dürli görnüşleri	Dag jynsyň gury agramyndan parçalaryň %-de ýaýraýşy
<i>Iri böleklenen</i>	Harsan – çagyldaş we daşlar	10 mm-den iri parçalaryň agramy 50%-den artyk.
	Ownyk çagyl – çägesow we jyglymly	2 mm-den iri parçalaryň agramy 50% we artygrak
<i>Aram – ownuk böleklenen</i>	Iri zireli çägeler	0,5 mm-den iri parçalaryň agramy 50% we artygrak
	Ownuk – külke zireli çägeler	0,1 mm-den iri parçalaryň agramy 75% we artygrak
	Kirşenleşen çägeler	0,05-0,002 parçalaryň agramy 0,5 mm-den iri parçalaryň saklanyşy artyk.
	Dürli zireli çägeler	Agdyklyk edýän parçalar ýek.

Zire düzüminiň möhüm häsiýeti onuň meňzeşsizlik koeffisiýentidir (K meod). Ol zire düzüminiň adaty ýa-da ýarym logoritm möçberde düzülen jemi boýunça egrilik (kamulýatiw) bilen kesgitlenýär . Ol we beýleki ýagdaýda ordinat oky boýunça parçalaryň belli irilikden az jemi

saklanyşy (agramy %-mde), absis oky boýunça – zireleriň ölçegi (mm-den) ýa-da olaryň logarifmi görkezilýär.

Meñzeşsizlik koeffisiýenti (K_{neod}) 60 we 10% gabat gelýän ordinatlaryň zireleriň inine gatnaşygyna deňdir.

$$K_{neod} = \frac{d_{60}}{d_{10}} \quad (1,4)$$

d_{10} – ululygy effektiv (işçi) diametri diýilýär, ol zire diametrda gabat gelip düzümi boýunça birmeñzeş bolmadyk jynslarda ondan kiçi zireleriň jemi saklanyşy 10%-dir. Değişlilikde d_{60} zire diametri bolup, ondan kiçi zireleriň çaklanyşy ähli zireleriň jeminiň 60%-ne deňdir.

Meñzeşsizlik barada saplanma derejesi boýunça hem pikir ýöretmek bolar. Saplanmaklyk koeffisiýenti S_0 zireleriň ortaça ölçegi dep we ortaça diametrden orta agramy çekilen tapawytly arasyndaky gatnaşyga deňdir.

$$S_0 = \frac{d_{cp} - \sum \delta_0 V_i}{d_{cp}} \quad (1.5)$$

V_i -de zire bölejikleriň saklanyş paýy. Böleklenen önümiň şekili teleklik koeffisiýenti P bilen häsiýetlendirilýär. Ol san taýdan ziräniň egrilik radiusynyň ziräniň çyzýan maksimal tegeleginiň radiusynyň R gatnaşygyna deňdir, ýagny

$$P = \frac{z}{R}$$

P ulylygy boýunça böleklenen önümiň şekili aşakdaky 10-njy tablisade getirilendir.

Zire şekili	P	Zire şekili	P
Ýiti burçly	0,15	Ýulmelen	0,50 -0,70
Burçly	0,15 – 0,30	Dýüpli	0,70- 1.00
Ýarym baglak	0,30 – 0,50	ýülmenen	

Sementleşen bölek dag jynslary üçin goşmaça möhüm struktur häsiýet sementiň kysymy we sementleşýäni jisimiň strukturasy görkezilýär.

Toýunsow jynslaryň strukturasy ilkinji (çökündi emele gelende) we ikilenji (çökündi dag jynsyna geçende – guramaklyk, dykyzlaşma, sementleşme) bolup biler.

Hemogen we organogen jynslara ikilenji strukturalyk çökündiniň gaýtadan kristallaşmasy, sementleşmesi netijesinde) mahsusdyr. Mysal fitogen ösümliklerden, zoogen, haýwan galyndylardan jynslaryň Biomorf, detrus, gizlin biomorf strukturalary getirmek bolar.

Öýjük boşluklaryň strukturasy. Çökündi dag jynslarynda örän dürli dürlidir. Böleklenen we toýunsow jynslarda zirelara boşluklardan we krypto gizlin öýjükliklikden başga-da olaryň käbiri üçin uly öýjükliklik lýos jynslar gowaklaşýanlar üçin – aşgar boşluklar, ahyrda çökündi jynslaryň ähli gaty we ýarym gaty jynslary üçin – jaýryklylyk boşluklar häsiýetlidir. Emma, çökündi dag jynslar iki we ondan-da artyk esasy öýjükliklik ulgamyna eýe bolýarlar. Toýunsow jynslaryň gizlin öýjüklikliginiň üýjük we öýjük üwtün görnüşli kysymlary, zire era we aşgar boşluklary bilelikde ýaýraýanlygy mälimdir. Boşluklaryň ilkinji we ikilenji görnüşleri hem seýrek dälidir. Bulara, tektonik jaýryklylyk we dag jynslaryň tozamaklyk jaýryklylyk mysal bolup biler. Boşluklaryň ölçegi, olaryň ini (diametri), jaýryklylyk boşluklar bolsa – jaýryklaryň uzynlygy, olaryň açyklyk derejesi we gürlügi bilen häsiýetlendirilýändir.

Çökündi dag jynslaryň boşluklygyna olaryň boşluklarynyň daşky gurşaw bilen özara gatnaşykly açyklyk kysymy degişlidir. Dag jynsynyň göwrümünde boşluklaryň ýaýraýyşy deň ölçegli ýa-da deň ölçegsiz, tertipleşen bolmagy seýrek dälidir. Soňky görnüşi (tertipleşeni) jaýryk ulgamlary bilen bagly tertipleşen (mes gatlakly) tekstura häsýetlidir. Bu ýagdaý jynslaryň jaýryklanma ýa-da meňzeşsizlik tekstura häsiýeti şertlenendir.

Struktur baglanyşyk tebigaty boýunça: gaty, toýunsow we bölek däneli fiziki synplara bölünýändir.

A. **Gaty çökündi jynslara** – karbonatly, karbonat – toýunsow (mergel), daşlaşan toýunsow we çägesow toýunsow, sementleşen böleklenen we galogen jynslar degişlidir. Bu jynslaryň struktur baglanyşygy sement, kristal we garyşyk görnüşidir.

Sementleýän maddalar düzümi boýunça dürli mineral düzümlü we külkelik derejeli polimin (dürli sementiň gatnaşmagynda – G.A), birmeňzeş (mes, opal, karbonat, sulfat sementi) we garyşyk (karbonat-toýunsow, sulfat-toýunsow sement) tapawutlandyrylýar. Sementleýji maddalaryň ýaýraýyş häsiýeti boýunça bazaltly we galtaşma sementleşen strukturalar, öýjük sementleşmesi we garyşyk sementleşme tapawutlanýandyr (19-njy surat böleklenen jynslaryň sementleşme kysymlary M.S. Şwesow boýunça)

- a) – bazalt sementi we şol wagtda iýiji (korroziýaby);
- b) - bazalt sementi we şol wagtda goýulanmaly (deňölçegsiz ýaýran);
- c) - öýjük sementi;
- d) - galtaşma sementi;
- e) - öýjükleri sementiň doldurmagy;
- f) - tertipsiz zire-kristallik sement;
- g) - jyns töwereгинi sement artýar we ş.m

4.2. Karbonatly jynslar.

Esasy jyns emele getiriji minerallar kalsitden we dolomitden ybarat, emma siderit, sulfatly (gips we anhidrit) we toýunsow minerallar hem gatnaşýandyr. Toýunsow minerallaryň garyndylarynyň saklanyşynyň ýokarlanmasy karbonat jynslar toýunsow hekdaşlaryň üsti bilen mergellere geçmegi baglydyr. Struktur alamatlary boýunça: pelit şekilli oolit, kristallik – zireli, böleklenen-detrusly, öýjükli (boseun) we beýleki karbonatly jynslar tapawutlandyrylýar. Bu dag jynslaryň gurluşy – bitewi daş we harsal gatlaklydan çä ownyk plitalylyga çenlidir. Olara jaýryklylyk we gowaklanma häsiýetidir. Karbonat jynslaryň öýjükliçiligi giň aralyklarda 10-15-den 35% we artyk üýtgeýär

Karbonatly jynslaryň öýjükliçiliginiň bahalary

(11-nji tablisa)

Dag jynslar	δ, 10kg/m³ bahalaryň häsiýeti	
	<i>Yrgyldy çäkleri</i>	<i>Has ýygy duş gelyänleri</i>
<i>Hekdaşlar</i>	1,80 -2,,90	2,60 – 2,70
<i>Dolomitler</i>	1,90 – 3.00	2,60 – 2,80
<i>Mergelleşen hekdaşy</i>	1,50 – 2,80	2,20 – 2,40

Iň uly berklik ownuk we has ownuk zireli we pelit şekilli strukturaly jynslar eýedir, olaryň gysylmaklyga wagtlaýyn garşylygy $2000 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ ýatmegi seýrek dälidir. Iri däneli böleklenen jynslaryň berkligi her inedördil metr onlarça Nýutonlara çenli kemelýändir. Karbonatly jynslaryň düzüminde toýunsow garyndylaryň ýüze çykmagy olaryň ýumşamagynyň ýokarlanmasyna we berkliginiň peselmegine getirýär.

Gaýtadan kristallaşma we brekçirlenme prosesi jynsyň öýjükligini 10-15% çenli ýokarlandyrmak we berkligini 1000.10 SH/m^2 ýenli we ondan artyk kemelmegi bilen utgaşykly geçýändir.

Hekdaşlaryň gysylmaklyga wagtlaýyn garşylygynyň bahalary

12-nji tablisa

Dagjynslar y	Struktura				
	<i>mikrozirel i</i>	<i>ownu k zireli</i>	<i>orta zirel i</i>	<i>iri zirel i</i>	<i>brekçileşe n</i>
Kremniýli	2400	1400-			
Bitumli	-	1500	-	-	-
Kristallik	-	900	750	-	-
däneli	-	850-	650	50	250-30
Toýunsow	-	950	-	-	-
		350			

Hekdaşlaryň we dolomitleriň gysylmaklyga wagtlaýyn garşylygynyň bahasynyň häsiýetli üýtgew aralyklary 13-nji tablisade tablisade getirendir.

Karbonatly jynslaryň gysylmaklyga wagtlaýyn garşylygynyň bahasy.

13-nji tablisa.

Hekdaşlar	$\delta_{сж}$ 10 H/m ²	Dolomitler	$\delta_{сж}$ 10 ⁵ H/m ²
Ownuk zireli	1000-1800	Monolit – bitewi	500-1500
Iri zireli	270-700	Mikrojaýrykly	500-900
Bitumeleşen	750-900	Detrusly garym	600-120
Detrusly we garym detrusly	2150	detrusly	

Karbonat jynslaryň birkligine jaýryklaryň böleklenme ep-esli täsir edýändir. Sibir platformasynyň mikrojaýrykly paleozoý dolomitleriniň berkligi L.W.Şaumýanyň maglumaty boýunça (500-600) 10 H/m² dan artyk bolman, haçanda bitewi dolomitlerde berklik 1200-1300 10 H/m² ýetýändir.

Çeýeligiň ölçeg görkezijisi mikrojaýryklylyk bilen baglydyr. Ownuk däneli bitewi dolomitleriň statik çeýelik moduly Est. $1,2 \cdot 10^9$ H/m² güýçli jaýryklananyda bolsa $7,5 \cdot 10^9$ H/m² üýtgeýändir.

4.3. Hekleşen-toýunsow jynslar (mergeller).

Karbonaty 25-den 75% çenli saklaýan mergeller karbonatly-toýunsow jynslar toparyna degişlidir. Toýunsow düzüjileriň has ýokary saklanmagynda jynsa mergelleşen hekdaşy, olaryň saklanyşy pes bolanlygynda bolsa – toýunsow mergel diýip atlandyrylýar.

Özleriniň bir näçe häsiýetleri (ýokary derejede ýumşamaklyk, gidrofilliklik, çişmeklik we gysylma ýarsmany

berýänligi) boýunça mergeller karbonat sementi toýunsow jynslara golaýlaşýandyr.

Mergelleriň mineral düzümi karbonatlary ýokary derejede saklamagy bilen, kristallaşan tebigaty bolan struktur baglanyşykly kalsit kristallary emele getirýändir. Karbonatlary az saklaýan mergellerde kalsit sementleýji jisim bolup hyzmat wdýändir. Munda, külkelik derejesi peselýär we jynsyň toýunsow agregatlyk düzüjileri artýar. Bitewilikde mergeliň içki jaýrykly kä halatda ýuka plitaly gurluşlydyr. Ýer üstüne çykmalarynda olar gurap jaýryklanýar, ýokary orun üýtgeýän dökülmeler emele getirýärler.

Çyglan we ýokary öýjüklenen mergelleriň berkligi adatça $(60-70)10^5 \text{ H/m}^2$ artyk däl, emma çyglylyk 6-7% çenli we öýjükliligi 35%-den artyk bolmanlygynda, olaryň berkligi $(250-300) \times 10^5 \text{ H/m}^2$ ýetýändir.

Özleriniň birnäçe häsiýetleri boýunça mel we mele meňzeş jynslar mergelleşen jynslara ýakynlaşýandyr. Olar, kalsit ишдугт sementlenen heklesen mikro organizimleriniň sudur (skelet) böleginden durandyr.

Sementleşme gowşak we durumsyzdyr. Şol sebäpden jyns çyg halynda el bilen owradylanda aňsat böleklenýändir. Tebigy strukturasy bozulanda suwa doýgun mel tiksotrop suw ýarslyga eýe bolýar.

Gury howa halda mel ýeterlik berk jynslardyr: öýjükliligi 40%-den ýokary bolmazlykda gysylmagyna wagtlaýyn garşylygy $(150-170) \times 10^5 \text{ H/m}^2$ ýetýär, çyglylygyň we öýjükliligiň artmagy bilen berklik peselýändir.

Zire düzümi boýunça mel-ownuk külke jynsdyr, onda agdyklyk edýän parçalar 0,05-0,005 mm, saklanyşy 80% ýetýär. Terrigen (çägesow-toýunsow) materallaryň artmagy bilen jynsyň, öýjükliligi peselýär we birliginiň baglylykda artmagynda jyns mele meňzeş mergele geçýändir.

4.4. Daşlaşan toýunsow we çägesow toýunsow jynslar.

Bu toparyň jynslary garylma kömürleriň aram we ýokary derejede kömürleşen (metamorfizmleşen) baýlyklaryň hemişelik hemrasydyr, şonuň ýaly-da dag ýygirtlanma sebitleriň çägesow-toýunsow terrigen gatlagyna mahsusdyr.

Olar, platforma sebitleriň çökündi jyns galyňlyklarynda hem ýaýrandyr, adatça olar 500-600 m we ondan artyk çuňluklarda ýatýarlar.

Bu topar toýunsow we çägesow-toýunsow slaneslerden, argillitlerden we alewrolitlerden ybarat bolup, olaryň dykzylygy 14-nji tablisade häsiýetlendirilendir.

Toýunsow we çägesow toýunsow jynslaryň dykzylygynyň bahalary.

14-nji tablisa.

Dag jynslar	Yrgyldy çäkleri $\delta, 10^5 \text{kg/m}^2$	Has ýygy duş gelyän bahalar $\delta, 10^5 \text{kg/m}^2$
Toýunsow slanesler	2,30-3,00	2,40-2,60
Argillitler	1,70-2,90	2,30-2,40
Alewrolitler	1,80-2,80	2,30-2,50

Bu dag jynslaryň dykzylygy böleklenen materiallaryň we aksessor minerallaryň (mes siderit, pirit we beýlekiler) litofirleniş derejesine baglydyr.

Daşlaşan toýunsow jynslaryň struktur baglanyşygy olaryň sementleniş häsiýetlidigindedir. Donsbasda kömürsaklaýjy jynslar esasan, toýunsow slaneslerden, argillitlerden we alewrolitlerden ybaratdyr. Olaryň litofirleniş derejesi we berkligi kömür bitewiliň metamorfirlenme derejesi

bilen deňeşdirilýär. S.Y. Malininiň barlaglary boýunça kömür baseýniň toýunsow jynslaryň gysylmaklyga wagtlaýyn garşylygy katagenez tapgyrda 120-den $180 \cdot 10^5 \text{H/m}^2$ çenli, soňra bolsa $370 \cdot 10^5 \text{H/m}^2$ ýetýär.

4.5. Sementleşen böleklenen jynslar.

Bu toparyň düzümine dürli çägedaşlar, konglomeratlar sementleşme tebigaty we struktur baglylykdaky, grabilit we brakçiler girýändir. Bularyň häsiýetine täsir edýän esasy şertler dag jynslaryň sementiniň düzümi we kysymydyr. Pes berklik toýunsow sementli, iň uly berklik-kremnili sementli jynslara mahsusdyr. Dag jynslaryň berkligine jynsyň dykzlygy hem täsir edýändir, olaryň dykzlyk bahalary 17-nji tablisada berilendir.

Sementleşen böleklenen dag jynslaryň dykzlygynyň bahasy

17-nji tablisa.

Dag jynslary	$\delta, 10^3 \text{kg/m}^3$	
	<i>çenli</i>	<i>Ýygy duşýanlary</i>
Çäge daşlary	2,0-2,90	2,50-2,60
Çägesow slanesler	2,30-3,00	2,60-2,70
Konglomeratlar we brekçiýa	1,60-3,00	-

Garagum kömür baseýniniň çägedaşlary orta we ownuk zireli we dürli zireli, kwars meýdan şpatlardan durandyr. Sementi toýunsow karbonat we karbonat düzümlü. Sementiň kysymy galtaşma-öýjükli, olaryň saklanyşy 20%. Böleklenen materialyň petrografik düzümine, sementine we

onuň kysymyna baglylykda berklik häsiýetleri giň aralykda üýtgeýändir.

Garagandabaseýniniň çägedaşlarynyň wagtlaýyn garşylygy (M. Kandybaýewa boýunça)

19-njy tablisa

Çägedaşlaryň litologik görnüşleri	Ýatyş çuňlugy, M	Wagtlaýyn garşylygyň üýtgew çäkleri $\delta \cdot 10^5 \text{H/m}^2$	
		$\delta_{сж}$	δ_p
Dürli däneli gowşak sementlenen, demirsowi	150 çenli	$\frac{50 - 100(\text{min})}{350 - 470(\text{min})}$	$\frac{10 - 20}{50 - 65}$
Polimint we kwars meýdan şpatly	150-500	$\frac{370 - 400}{550 - 600}$	$\frac{45 - 70}{110 - 130}$
Orta we ownuk zireli	500-1000	$\frac{450 - 570}{820 - 922}$	$\frac{80 - 120}{145 - 160}$

Berklik görkezijileriň ep esli üýtgemekliginde olaryň çuňluk boýunça artmaklygyna gözegçilik edip bolýandyr. Kandybaýewanyň maglumaty boýunça 500-600 m çuňluk aralykda $200-300 \cdot 10^5 \text{H/m}^2$ peselen bahasy görünýär, muny jynsyň petrografik häsiýetiniň çuňlukda üýtgemegi bilen düşündirmek bolar.

4.6. Galogen jynslar

Bu toparyň düzüminde şorlaşan lagunalaryň we duzly kölleriniň hemogen çökündileriniň häsiýetli kysymlyry-daş we kaliý duzlary, gips we angidrit girýändir. Bularyň jyns emele getiriji minerallary galit, silwin, gips we angidrit we beýlekilerdir. Garyndylar hökmünde karbonatlar, toýunsow minerallar, demiriň gidrookisleri we bitumlaşan maddalar gatnaşýandyr. Galyňlygy ýüzlerçe metrler bilen ölçenilýän, gatlak şekilli, linza şekilli, şekilsiz bitewlikler görnüşde ýatýarlar bular, köpülenç diapira duz epilmeleriniň ýadrosyny-özenini düzýärler.

Galogen jynslar strukturasy boýunça dürlidir. Olaryň arasynda struktur çalyşmaly, ýagnaýjy kristallaşma, gizlik kristally aýratynlyklary tapawutlandyrmak bolar. Galogen jynslaryň umumy alamaty – suwda ýokary erejiligidinden (Galit) literde 300gr. çenli we artyk 30°C temperaturada, süýgeşikliginden gidroskoplighinden we örän ýaramaz elektrik garşylygyndan (onlarça we ýüzlerçe mün O m.m) ybaratdyr. Kaliý duzlaryň känleri gazlydyr. Gaz çykmalary duýdansyz duz çogmalary (zyňylmasy) bilen utgaşýandyr. Gazlaryň düzüminde azot, kömürturşy gaz, ýanyjy gazlar (H , CH_4 , bilen uglewodorodlar) we asylyly (blagorydynyň) gazlar (esasan aron) agdynlyk edýärler.

Gatlak ara galtaşmasy we dürli düzümlü gatlary we strukturasy adatça örän gowşandyr. Şol sebäpli dag magdan gazmalaryň üçegi beýik gümez şekile eýe bolýandyr. Bitewi tekstura dürliligi şol bir şertlerde haýal süýgeşik egrelmelere sezewar bolýarlar.

Galogen jynslaryň fiziki-mehaniki häsiýetleriniň belli durumlylygy ünsi özüne çekýändir (20-nji tablisa).

Daş duzlarynyň we angidritleriň fiziki-mehaniki häsiýetleri.
(D.S. Pisarýewiň maglumaty boýunça)

20-nji tablisa.

Görkezijileriň ady we olaryň ölçeg birligi	Daş duzy			Angidrit		
	Yrgyldynyň ynanyç çäkleri		Orta arif baha	Yrgyldynyň ynanyç çäkleri		Orta arif baha
	Aşaky	Ýokarky		Aşaky	Ýokarky	
Mineralogik dykyzlyk $\delta_0, 10^3 \text{kg/m}^3$	2,19	2,20	2,20	2,85	2,90	2,87
Göwrüm agramy $\delta_0, 10^3 \text{kg/m}^3$	2,08	2,10	2,09	2,63	2,75	2,69
Öýjüklilik $n_l, \%$	4,66	5,50	5,08	4,07	5,75	4,92
Çyglylyk $W, \%$	0,26	0,31	0,28	0,33	0,53	0,43
Gysylmaga wagtlaýyn garşylygy $\delta_{\text{сж}}, 10^5 \text{H/m}^2$	268	282	275	706	864	785
Sündirilmä wagtlaýyn	14	15	14,5	-	-	-

garşylygy $\delta_p, 10^5 \text{H/m}^2$						
Kesilmä wagtlaýyn garşylygy $\delta_{cp}, 10^5 \text{H/m}^2$	68	73	68	211	259	285
Çeýe yrgyldynyň tizligi ϑ , m/s	4,14	4,25	4,94	5,46	5,98	5,67
Puassonyň koeffisiýenti μ	0,27	0,29	0,28	-	-	-
Çeýelik moduly E, 10^{10} H/m^2	2,74	2,95	2,87	-	-	-
Süýşirilme moduly G 10^{10} H/m^2	1,09	1,17	1,09	-	-	-
Hemme taraplaýyn gysylma moduly K, 10^{10}H/m^2	-	-	2,31	-	-	-

Ýer üstünden 100-120 m-den çuň bolmadyk çuňluklarda angidritde adaty gidratlaşýar we gipsa geçýär. Angidritiň suwlanmasyna (gidratasiýa) duzly bitewiliklerde şerebe linzalaryň barlygynda gözegçilik edip bolýandyr. Gipsiň angidrit bilen gözekleşip ýatýanlygy hem mälimdir. Angidrit suwa baýlaşanda jynsyň ilkinji göwrümi 64,9% çenli artýandyr. Gips guraklaşanda tersine sündirme jaýryk bilen ugurdaş göwrüm gysylmasy geçýär. Angidrit suwa doýgun halyna gysylma jaýryklanmasy ýüze çykýandyr.

Duzly galyňlyklara (daş duzlary) üçin käbir maglumatlar boýunça meňzeşsizlik häsiýetlidir.

Çeýe göwrüm modulynyň statik modul arasynda çyzykly baglylygy anyklanandyr.

$$E_d = E_{ct} + 0,8 \cdot 10^{10} \text{ H/m}^2 \text{ (1,6)}$$

Puassonyň koeffisiýenti $\mu_d \approx \mu_{ct}$

Ownuk külke parçalarda kalsiýa we demir karbonaty demiriň sulfaty we organik maddalar (esasan gumynly) saklanyp biler.

Kirseniň (0,002-0,05 mm) we çäge parçanyň (0,05-2,0 mm) düzüminde aglaba gaty we berk karkas strukturaly (kwars, meýdan şpaty) minerallar, iri böleklenlerde bolsa gaty dag jynslaryň dürli ölçegli we ýülmenmek derejeli bölekler agdyklyk edýändir.

Toýunsow jynslarda suwuň ep-esli bölegi baglanyşykly halda – özüne çekiji barda, ýokary külke parçalaryň mineral bölejiklerini gurşap alan görnüşde saklanýandyr. Baglanyşykly suw orun üýtgetmeýän (berk baglanyşykly) we giffuziw (pytrangy bagly) suwlardan ybaratdyr. Mineral bölekleriň üstünden belli aralykda, dartys

üst güýçleriň täsirinden daşlaşdygyça suwuň molekulary azot (grawitasiýa) hala geçýärler (20-nji surat).

Butnamaýan (berk baglanyşykly) suwuň baglylygynyň energetik derejesi örän ýokarydyr. Şol sebäpden bu gatda suw özüniň häsiýeti boýunça azot suwdan tapawutlydyr: onuň dykzlygy $2 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, süýşirilme moduly $2 \cdot 10^3 \text{ H/m}^3$, doňmaklyk temperaturasy – 70°C ýetýändir. Munda suwuň molekulasy minerallaryň kristallik gözegenine goşulma hökmünde olar bilen elektrostatik güýç bilen baglanandyr. Bu ýagdaý mineral bölejikleriň üstünde sorulýan kationlaryň gidratlanmasy netijesinde ýüze çykýandyr. Toýunsow jynslarynda berk baglanyşykly suwuň maksimal saklanyşy 0,2-den 30% çenli üýtgäp bu esasan jynsyň gaty halynyň mineral düzümine we küňkelik derejesine şonuň ýalyda sorujy kationlaryň düzümine (gidratlanyşyň enwergiasyna) baglydyr. Kristallik gözeneginiň üýtgeýän kysymly minerallarda berk baglanyşykly suw kristal gözeneginiň ara boşluklaryny hem doldurýandyr.

Maksimal gigroskoplykdan (Wgig) artyk çyglylykda gowşak baglanyşykly suw gaty ýüze çykýar suw gatynyň molekulasyň bir bölegi berk baglanyşykly suwuň elektromolekulýar güýçleri, beýleki bölegini – osmatik güýçler saklaýandyr.

Osmatik baglanyşykly suwuň ýüze çykmagy bilen toýunsow jynslaryň süýgeşik hala geçip, çyglygyň belli aralykda bu halyny saklaýandyr.

Toýunsow jynslaryň mineral bölejikleriniň arasynda baglanyşyklygyň aýratyn struktur kysymy suw kolloid döreýändir.

Suw-kolloid baglylygyň struktur berkliginiň tebigaty kristallik we sementleşme berklik baglylykdan bir näçe esse kiçidir. Toýunsow jynslaryň berkleşmesi, jebisleşmesi köp tapgyrly çylşyrymly prosesdir. Başlangyç tapgyrda (toýunsow

gyrmança tapgyry) arasy molekulýar we elektostatik çekişme güýçleri bilen berleşdirilen ownuk karkas mineral bölejikleri kämillenýär: mineral sütünleriň arasynda ep-esli suw (öýjük ergini) saklanýar. Toýunsow çökündi bu tapgyrda ujypsyz basyşyň täsirinde duýdansyz erginleşýändir. Bu kysymly struktur baglylyga tiksotrop dolanyjy diýip atlandyrylýandyr.

Soňraky dykyzlaşma öýjük çyglygyny gysyp çykarmagyň hasabyna, bölejikleriň ownuk düzüjiler meýdany boýunça bir-birine golaýlaşmasy tiksotroplyk häsiýetiň ýitmegine getirýändir. Aralygyň soňraky ýakynlanmasy (elektrostatik güýjiň täsir radiusynyň essesinden kiçi) kulon güýçleriň täsiri ýüze çykýar. Bu güçleriň täsiri toýunsow jynslaryň çyýşmeklik ukyby (suwlananda) we göwrüminiň kiçelmegi (gysylmagy)-gaýtadan suwsyzlykda.

Toýunsow çökündileriň bu jebisleşme tapgyryndaky struktur baglylyk koarulýasiýa kondensiasion baglylykdyr

Doýgunlanan öýjük erginlerinden mineral jisimleriň çöküp düşmegi netijesinde sement kysymly struktur baglylyk kämillenýändir.

Struktur tekstur aýratynlygy

Toýunsow parçalary ýokary derejede saklanýan çökündi çökende öýjük-“patrak” görnüşli struktura kämillenýär. Toýunsow parçalar, çägesow we kirsenler bilen bilelikde bir wagtda çökmeginde has çylşyrymly birmeňzeş bolmadyk – öýjükli struktura kämilenip, olarda bölekleriň has iri parçalary öz-ara birleşleni, toýunsow külke bölejiklerdir. Toýunsow jynslaryň ilkinji krip-to strukturasydyr.

Kolloidleriň kristallaşmasy, suwsyzlaşmasy we dykyzlaşmasy prosesinde, çökündi emele gelmeden soňraky mineral emele gelmeginde we sementleşmesinde toýunsow jynslaryň ikilenji strukturasy ýüze çykýar.

4.7. Dag jynslaryň suwa gatnaşygy – fiziki häsiýetleri.

Öýjüklere ýygananan suw dag jynsynyň tebigy çyglygyny (W) düzýär. Ol, suwuň agramynyň gury jynsyň agramyna (%-mde) bolan gatnaşygy hökmünde aňladylýar. Öýjükleriň göwrümine bolan çyglylyk gatnaşygyna suwa doýgunlyk koeffisiýenti (K_w) diýilýär. Ol jynsyň öýjük boşluklarynyň suwdan dolmaklyk derejesi bilen häsiýetlendirilýär we şu aňlatma arkaly hasaplanyp biliner:

$$K_w = \frac{W\delta_0}{n} = \frac{W\delta_0}{\varepsilon} = \frac{W\delta(1-n)}{n} = \frac{W}{W_{nb}}$$

W_{nb} -jynsyň doly suwsugdyryjylygy. $W=W_{nb}$ bolanda toýunsow jyns iki fazaly ulgamdyr: mineral bölejikler we suw. Teýgumlaryň mehanikasynda bu ulgama teýgum massa ulgamy diýilýär $K_w < 1$ jyns üç fazalydyr: mineral bölejikler+suw+howa.

Suwa doýgynlylyk derejesi toýunsow jynslaryň halyna göni täsir edýändir. Howaly-gury toýunsow jyns çyglasanda ilki ýumşayar, soňra süýgeşiklik halyna, çyglylygyň derejesiniň artmagynda bolsa jyns akgyn hala geçýär. Agram getireňde çyglylygyň bahasy, haçan-da jyns bir haldan, beýleki bir hala geçmekligi süýgeşiklik çägi diýen ada eýedir. Ýokary W_b we aşaky süýgeşiklik çäkler (W_h) tapawutlandyrylýar. Bularyň birinjisi jynsyň çyglylygyndan aşakda jyns süýgeşiklik halyna, ondan ýokary bolsa jynsyň-akgyn halyna gabat gelýär.

Ýokarky we aşaky süýgeşiklik çäkleriň tapawudyna süýgeşiklik sany: $\Phi=W_b-W_h$ diýilýär.

TDS-5180-84 boýunça kesgitlenilşi.

Teýgumlaryň süýgeşiklik sany I_p -toýunsow teýgumlaryň iki halyna degişli: akgynlyk çägendäki W_l we ýaýylyş çägendäki W_p çyglylyklaryň tapawudy: $I_p = W_l - W_p$

Eger haýsy-da bir nusgada teýgum (gum baýrak) ýaýylmasy, tejribäniň netijesine taşlamaly dälde süýgeşiklik sany $I_p = 0$ kabul edip hasaplanýan seçgä statistik jemleýiş üçin goşmaly. Ýaýylma görkezijisi L_1 -toýunsow teýgumyň tebigy çyglylygyndaky (W) gaty – ýumşaklygyny görkezýär we şeýle formula boýunça kesgitlenilýär $I_l = (W - W_p) / (W_l - W_p)$

Süýgeşiklik sanynyň ululygy jynsyň zire düzümine (toýunsow parçalaryň $< 0,002$ mm-artmagy), mineral düzümi (toýunsow minerallaryň mukdarynyň artmagy) baglydyr.

Şeýlelikde, süýgeşiklik sany dag jynsynyň düzüminiň (netijede häsiýetiniň) köp aýratynlyklary şekillendirýär we toýunsow jynslarynyň käbir umumylaşdyrylan häsiýetlendiriji hökmünde ulanylmak mümkindir.

Tebigy çyglylykly we strukturaly halyndaky öýjükliklik koeffisiýentiniň ululygy boýunça we akgyn (E_e) we süýgeşik (E_n) süýgeşikliklik çäklere gabat gelýän çyglylyk arkaly toýunsow jynslaryň dykyzlanyş derejesine baha berip bolýandyr

$$Kd = \frac{Eb - E}{Eb - EH}$$

E_b we E_h -iň bahalary agram çyglylyklary W_b we W_h -ni jynsyň mineral dykyzlygyna köpeldip alynýar.

$$E_b = W_b \cdot \delta_0 \text{ we } E_h = W_h \cdot \delta_0$$

K_d bahasy boýunça W.A. Priklonskiý toýunsow jynslaryň dykyzlyk halyny hödürleýär.

Toýunsow jynslaryň dykyzlyk haly
(W.A. Priklonskiý boýunça)

23-nji tablisa

Dykyzlanma derejesi	Dykyzlanma haly	munda
I	Dykyzlanmadyk ýumşak	$E > E_b$ we $K_d < 0$
II	Dykyzlanma tapgyryň başlanşy	$E = E_b$ we $K_d = 0$
III	Aram dykyzlanan	$E_n < E_b$ we $K_d < 1$
IV	Dykyz	$E_n = E_b$ we $K_d = 1$
V	Has dyklaşan	$E < E_b$ we $K_d > 1$

Toýunsow jynslaryň suwa gatnaşygy-fiziki häsiýetleriniň möhümleriniň sanawyna çişmeklikwe gysylmaklyk, şepbeşlik, suwda ýumşamaklyk, kapillýar häsiýeti we suw geçirilik degişlidir.

Toýunsow jynsyň suwa baýlaşmagynda onuň göwrüminiň artmagyna çişmeklik diýilýär. Muňa ters hadysa-jyns suwsyzlaşmagynda gysylmagyna-göwrümiň kemelmesi (girmekligi) diýilýär. Bu iki hadysa jynsyň osmatik tebigatydyr; ýagny olar öýjük erginleriniň duzlarynyň toplanmagynyň tapawudynda we jynsy gurşaýan suwlar barlygynda ýüze çykýandyr. Eger öýjük ergininde duzlaryň toplanmasy daşky gurşow suwuňkydan ýokary bolsa, suwuň osmatik sorulmasy çişmeklik bilen utgaşýandyr. Hadysa tersine bolsa jynsyň gysylmaklygyna syn edip bileris.

Dag jynsyň çişmekligi:

a) jynsyň ilkinji göwrümine degişlilikde göwrüminiň artmaklygy;

b) çişmekligi döredýän basyş H m²-de aňladylmagy;

ç) çişmeklik çyglygy jynsyň çyglygyna deň bolmagynda onuň göwrüminiň artmagynyň tamamlanmagy bilen häsiýetlendirilýär.

Gysylmaklyk çyzykly ýa-da göwrüm gysylmasy bilen häsiýetlendirilýär.

Çyzykly gysylma

$$L = \frac{Lo - Ln}{Lo} \cdot 100\%$$

Göwrüm gysylma

$$V = \frac{vb - vn}{vb} \cdot 100 \%$$

Bu ýerde:

Lo – barlanylýan jynsyň başlangyç uzynlygy;

Ln – onuň gysylma çäGINE ýetendäki uzynlygy;

Vb - çyg jynsyň başlangyç göwrümi (sm³)

Vn – gysylma çäginde jynsyň göwrümi (sm³)

Şepbeşiklik. Toýunsow jynslaryň bölejikleriniň arasyndaky içki zirlara baglanyşygy diňe bir baglanyşyklygy we süýgeşikligini däl, eýsem şepbeşiklige hem şertledirýändir. Şepbeşikligiň san häsiýeti güýç (H/m²) bolup, ol güýji metalyň üstünden toýuny aýyrmak üçin goýulýar.

Çyglygyň artmagynda şepbeşiklik ilki artýar, soňra batly kemelýär.

Dag jynsynyň şepbeşikliginiň çyglygy baglylygynyň suratsy (Ýe.m.Sergeýew boýunça)

Dag jynsynyň iň uly şepbeşikligindäki çyglylyga maksimal şepbeşik çyglylyk diýilýär.

Toýunsow jynsyň suwa batyrylanda doly ýa-da iri böleklere bölünip dargamagyna olaryň öllenip ezilmegi

diýilýär. Bu toýunsow jynslaryň suwa çydamlylygynyň esasy görkezijisidir. Onuň derejesi boýunça: suwa çydamsyz (lýos), gowşak suwa durumly we deňşdirerlik suwa durumly görnüşleri tapawutlandyrylýar.

Suwda ezilmegi häsiýetlendirmek üçin wagty, nusganyň bölekleniş häsiýeti, ezilen jynsyň gatlaklylygy kesgitlenilýär.

Toýunsow jynslaryň kapillýar häsiýetlerini kapillýar ýokary galyş beýikligi we onuň suwuň azat üstünden kipilýar galmagyň tizligi bilen aňdylýar.

Kapillýar öýjükler boýunça dag jynsynda suwuň ýokary galmaklygy suwuň gaty bölejikler arasyndaky özara täsirinde ýüze çykýan oýuklygyň (minisleriň) ýokary göreriji güýjiniň täsiriniň netijesi hökmünde garalýar. Bu güýjüň ululygy oýuklyk üstüniň birligine bolan gatnaşygy hökmünde aplasyň formulasy bilen kesgitlenilýär:

$$\varnothing = a \frac{z}{r} \quad (1.9)$$

bu ýerde:

a-suwuklyk üstüniň çekişmegi;

R-oýuklyk radiusynyň egriligi.

Oýuklyk (menisniň) egrilik radiusy kapillýar-gamarjyklaryň diametrina (inine) bagly bolan şu gatnaşyk boýunça tapylýandyr:

BAP. V. TOÝUNSOW JYNSLAR

5.1. Umumy maglumat

Toýunsow jynslar düzümi boýunça ýarym külke (polidispers) ulgamydyr. Olar ýokary gidrofilliligi (suw saklaýjy) bilen tapawutlydyr.

Bu jynslaryň özboluşly “toýunsow” häsiýetleri düzüminde gidrawlikli ini 0,002 mm-den kiçi has külke toýunsow – kolloid parçalary saklaýanlygy bilen şertlenendir.

Bellik. Şekiline bagly bolmadyk berilen bölejigiň suwda çökmeklik tizligine kywapdaş suwda çökyän şaryň diametrine (ini) gidrawlik diametr diýilýär.

Bu parçanyň saklanyşy boýunça toýunlar, toparlar we gum baýraklar, şonuň ýaly-da düýp göter kirşenli we iri böleklenen toýunsow görnüşleri tapawutlandyrylýar (21-nji tablisa)

Zire düzümi boýunça toýunsow jynslaryň toparlanylyşy.

21-nji tablisa.

Dag jynsy	Parçalaryň saklanyşy (mm), %-mde			
	<0,002	0,002-0,05	0,05-2.0	>2.0
<i>Hususy toýunsow jynslar</i>				
Toýunlar	30	-	Kirşenden artyk	-
Topurlar	30-10	-	Kirşenden artyk	-
Gumbaýraklar	10-3	-	Kirşenden artyk	-
<i>Kirşenli – toýunsow jynslar</i>				

Kirşenli toýun	30	Çägesowden artyk	-	-
Kirşenli topur	30-10	Çägesowden artyk	-	-
Kirşenli gum baýrak	10-3	Çägesowden artyk	-	-
<i>Iri böleklenen toýunsow jynslar</i>				
Çagyl harsanly we jyglymly toýunlar	30	-	Kirşenliden artyk	10-50
Çagyl harsanly we jyglymly topurlar	30-10	-	Şoňa meňzeş	10-50
Çagyl harsanly we jyglymly gumlaýraklar	10-3	-	Şoňa meňzeş	10-50

Fiziki toýunlaryň parçalary esasan, gatlakly gurluşly minerallar-kaolinitlerden, montmorillonitlerden, gidroslýudalardan we beýlekilerden düzülendir. Bular owradylanda galyňlygy 0,01-0,02 mkm, hatda 0,001 mkm balygyň teňnesine kywapdaş dagaýarlar. Olaryň ölçegli sepleşme tekizliginde 1-0,01 mkm çäklerindedir. Netijede toýunsow parçalar ownuk külke mineral halýnda örän uly udel üste eýedir we degişlilikde olara asuda üst energiýada ýokary dykzylylyk we ýokary özüne çekijilik ukyby häsiýetlidir.

$$R = \frac{d}{2 \cos \theta} \quad (1.10)$$

bu ýerde:

d-kapillýaryň diametri;

Ö-suwlandyrma burçynyň egriligi. Suwuň damarjyklar (kapillýar) boýunça ýokary galmagynyň beýikligi we tizligi mineral zireleriň üsti we suw arasyndaky elektrik-himiki özara täsiriniň güýjine baglydyr. Şol sebäpli kapillýar ýokary galmaklygyň beýikligi we tizligi diňe jynsyň zire düzümine, dyklyzlygyna we strukturasyňa bagly bolman, eýsem mineral düzümine, alyş-çalyş kationlaryň düzümine we dag jynsynyň düzüminiň beýleki aýratynlygyna, şonuň ýaly-da suwuň himiki düzümine hem baglydyr.

P.S. Kosowiçiň maglumatyna görä teýgum suwy lýos jynslarynda kapillýar güýçleriň täsirinde iki ýylyň dowamynda 4.0 m çenli ýokary geýändir, lýos kysymly bolmadyk toýunsow jynslarda bolsa kapillýar ýokary galmagyň maksymal beýikligi 8.0 m ýetýändir. Toýunsow jynslaryň suw siňdirijiligi. Bu görkezijileri boýunça toýunsow jynslara süzüjilik koeffisiýentiň 1-den 0,001 m/sut (gumbaýrak we ýeňil topar) ýarym suwsinđirijilere we süzüjilik koeffisiýenti 0,001 m/sut –den kiçi suw geçirmeýänler (suwa bent) degişlidir.

Käbir toýunsow jynslar üçin suwuň hereket ugryna baglylykda suw siňdirijiliginiň batly üýtgemekligi häsiýetlidir. Bu hili jynslara eýeslar, lýosa kysymdaş we külke we mikrogatlakly toýunlar degişlidir. Muňa meňzeş jynslar üçin süzüjilik koeffisiýentiniň özara perpendikulýar ugurlary: normal (dik) we jynsyň esasy tekstura düzüjilerine parallel (gatlaklylyk tekizligi) we jaýryklylyk bölünmeler boýunça kesgitlenilýär. Toýunsow jynslarda suwuň köp mukdary azot halda bolmaýanlygy, baglanyşykly halda bolýanlygy sebäpli suwy herekete getirmek meselem toýunsow jynsa berilýän basyşy artdyrylanda ýagny süzüjiligiň gradiýentini artdyrmak arkaly amala aşyrylmalydyr.

S.A. Roza we beýlekileriň tejribeleri toýunlarda suw diňe süzüjilik gradiýenti belli bir ululuga ýetenden soňra herekete gelýär. Muňa başlangyç gradiýenti ýa-da süzüjiligiň başlangyç bosagasy(i baş) diýilýär. Toýuna berilýän basyşyň artmagy bilen ilki azat (grawitasion we kapillýar) suwlaryň gysylp çykarylýanlygy, ýokary basyşda bolsa-pytrangy baglanyşykly suw gatlaklarynyň çykýanlygy mälimdir. Eger, toýuna berilen gradiýent uzak wagtyň dowamynda täsir edýän bolsa, onda suwuň gysylp çykarylmagy, gysga wagt aralykda täsir edýäne garanynda has pes gradiýentlerde geçýändir.

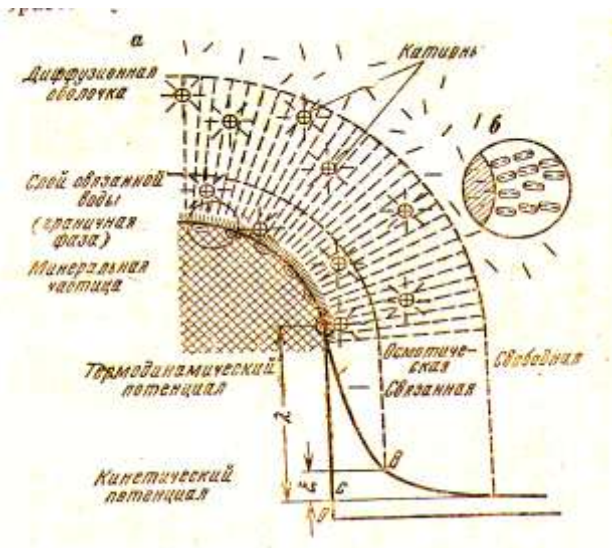
Süzüjiligiň başlangyç gradiýentiniň ululygyna jynsyň mineral düzümi, has takygy minerallaryň gidrofilliligi, jynsyň dykyzlygy, şonuň ýaly-da öýjük ergininiň himiki düzümi we onuň temperaturasy belli derejede täsir edýändir.

Başlangyç gradiýent baglanyşykly suw örtüginin emele gelmekligini netijesinde işjeň öýjükleriň diametriniň kiçelmegi bilen baglylygy ähtimaldyr. Bu suwy süýşirmek üçin haýsydyr bir I baş, deň güýç goýulmagy zerurdyr. $I > I$ baş bolanda pytrangy baglanyşykly suwuň köp bölegi azat suw bilen bilelikde herekete gelýändir.

Şu göz ýetirmä görä, süzüjiligiň başlangyç gradiýentiniň, öýjük ergininde elektrolilleriň toplanmasynyň we temperaturasynyň artmaklygy bilen baglydyr. Öýjük erginlerinde elektrolitleriň toplanşy 2-34 bolanlygynda I baş ululygy ≈ 0 .

5.2. Mehaniki häsiýetleri

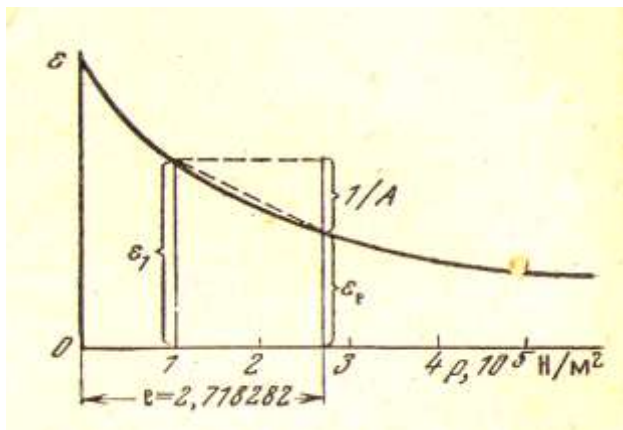
Toýunsow jynslaryň mehaniki häsiýetleriniň esasy ölçeg görkezijileri gapdala giňelmeginiň bolmazlyk şertinde gysmaklyk (kompresiýa) we bu şertleriň süýşirilme synagynda saklamak ýoly bilen alynýandyr.



5.1-nji surat. “Gaty bölejikler-suw” ulgamynda güýçleriň özara täsiriniň molekulýar sudury. (N.A. Sytowiç boýunça)

a-örtük suwyň sorujylyk gurluşy; b-elektrik zarýatlanan blejikleriň töwreginde suwuň dipoliniň ýerleşşi; ç-mineral bölejikleriň üstüne çenli aralyga baglylyga görä molekulýar güýçleriň ululygynyň üýtgemeginiň epýurasy.

Dag jyns nusga öýjükli iki örtük arasynda metallik halkada ýerleşdirilýär. Yzygiderli güýç goýulmakda ýokarky plastinasy jynsy gysýar öýjük suwlar plastik örtük boýunça gysylýp çykýarlar. Dag jyns nusgasynyň çişmegine ýol bermezlik üçin suw gysylýp çykarylandan soňra ýokarky plastina berklenýär. Dag jynsyň ýarsmaklygy mikrometr arkaly kesgitlenilýär. Dag jynsynyň dürli basyşdaky ýarsmasy baradaky maglumatlar E-P (5.2-nji surat) koordinatlrdaky çyzga geçirilýär we gysylma egri çyzygy alynýar.



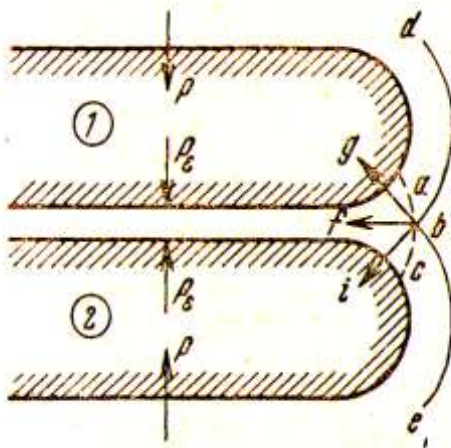
5.2-nji surat. Kompresion egrilik we ölçeg görkezijisini hasaplamak.

Eger toýunsow jyns suwa doly doýdurylan, ýagny teýgum massa ýagdaýynda bolsa, onda bu hili jynsyň gysylmagy diňe ondan suwuň gysylp çykamaklygynda mümkindir. Şol sebäpli islendik basyş derejesinde gysylma prosesiniň tamamlanma tizligi jynsyň suw siňdirijiligine we gatlagyň galyňlygyna (ýa-da nusganyň) baglydyr.

Gysylma basyş aýrylanda dag jyns nusgasy çişip başlaýar. Emma ol ilkinji göwrümi ýaly doly dikelýändäldir. Öň belleşimiz ýaly çişmeklik prosesi osmotik tebigata eýedir. Osmotik çekijiligiň mehaniki ýönten suratsyny 5.3-nji suratda görmek bolar.

1 we 2 bölek bar diýeliň olar biri-birine belli aralykda ýakynlaşanda olaryň arasynda çekiji molekulýar güýçler herekete gelýärler. Pyrtangy baglanyşykly suw arasyndaky daşky P güýjiň täsirinde gysylp çykarylýar. B nokatda suwuň molekulalary ýokarky we aşaky böleklerinde çekişmä sezewar

bolýandyr. Çekiji güýçleriň ugry b-g we b-i şekillendirilýär. Olara deň täsirli b-f suwy gysyp çykarýan P (daşky) güýjiň ugryna ters ugrygandyr. Şol sebäpli deň täsirli güýç b-f molekulýar baglanşykly suw gatlagyny we jyns bölejikleri süýşirmäge ymtylýandyr. Suwuň ýuka gatlaklaryň pahna (arasynyň açylyş) güýji toýunsow jynslaryň çişmekliginiň esasydyr.



5.3-nji surat. Suwuň ýuka örtüginin pahna täsiriniň ýöntem suratsy (A.F Lebedew boýunça)

Teýgum massa (mineral bölejikler we suw) halyndaky toýunsow jynsyň gysylmasy, eger daşky basyş P, çişme basyşyndan (b-f) artyk ýa-da jynsyň ýuka strukturasynyň owardanda geçýänligi mälimdir.

Teýgum massasy üçin gysylma suratsy dogry logarifm egriligidir.

$$E = E_1 - \frac{1}{A} \ln \frac{P}{P_1} \quad (1.11)$$

bu ýerde:

A-hemişeki egrilik bolup, ol şantaýdan $A = \frac{1}{E_1 - E_b}$ bu ýerde $E_1 - P = 10^5 \text{ H/m}^2$ basyş astyndaky öýjükliginiň koeffisiýenti; $E_b - P = P_e = 2,718 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ basyşda öýjüklik koeffisiýenti.

Basyş aralygy uly bolmadyk ýagdaýda $(1-3) \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ (1.12) formulany göni deňleme hökmünde ýazmak bolar. $E=A$ -ap (1-12) bu ýerde A- ordinat okda ($P=0$) kesip geçýän bölek; d- göni koeffisiýenti (26-njy suratda) deňdir

$$\alpha = \frac{E_1 - E_2}{P_2 - P_1}, \text{ m}^2/\text{H} \quad (1.13)$$

α -göni burç koeffisiýentine gysylmaklygynyň koeffisiýenti diýilýär.

Kompesion egriligiň ters şahasy (çişmekligiň şahasy) daşky sypatyna görä gaty jisimiň çeyre dikeliş şeklini ýadyňa salýar. Emma, ýokarda belleşimiz ýaly bu ýerde dikeliş şekili esasan asmoti güýçleriň işiniň netijesidir, ýagny ýok aýrylanda suwuň sorulmagynyň we göwrüm giňelmesi işidir.

Dykyzlaşma koeffisiýentiň (a) ululygy boýunça toýunsow jynslar: gysylmaýan ($\alpha=0,01-0,1$) we güýçli gysylýanlara ($\alpha=0,01$) tapawutlandyrylýar. Gysylma koeffisiýent (ak) – hemişelik ululyk däl, we şol sebäpli jynsyň gysylmaklygyna uly basyş aralyklarda baha bermek üçin amatly däl. Bu maksat bilen gysylma egriligiň uly gysylma suratsyny ýarym logarifm kordinatda ($E=\lg P$)

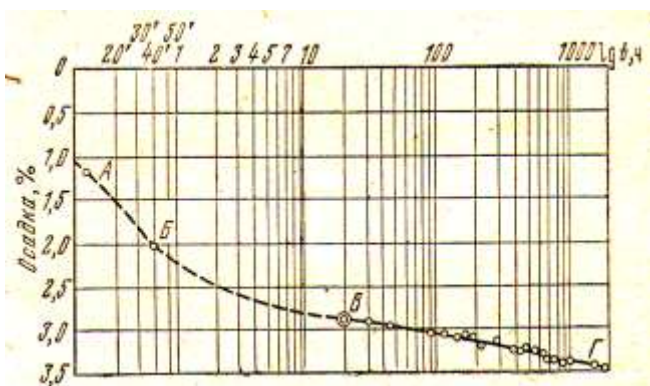
peýdalynlýar. Göni burç koeffisiýente gysylma koeffisiýenti diýilýär

$$\alpha k = \frac{\Delta E}{\Delta l_{gp}} \quad (1-14)$$

Gysylma barlaglaryň maglumatlary boýunça normal çeýelik modulyny $E_H = (1-A)/a$ we doly ýarsma moduly $E \approx 1/\alpha$ alynyp biliner.

Zelisleşme hadysasy. Ýokarda belleşimize görä toýunsow jynslaryň dykyzlaşma prosesi basyş goýulandan (ýük aýrylandan) soňra uzak wagtyň dowamynda geçip, bu wagtda suwuň gysylyp çykarrylmasy (ýa-da siňmegi) geçýändir. Bu hadysa toýunsow jynslarynyň möhüm ýarsmaklyk aýratynlygydyr.

Toýunsow jynslaryň hemişelik basyş astynda ($P = \text{const}$) dysylmaklyk prosesine jeweşleşmek diýilýär.



5.4-nji surat Toýunsow dag jynslaryň (asyrlaýyn) jebisleşmeginiň diagramasy.

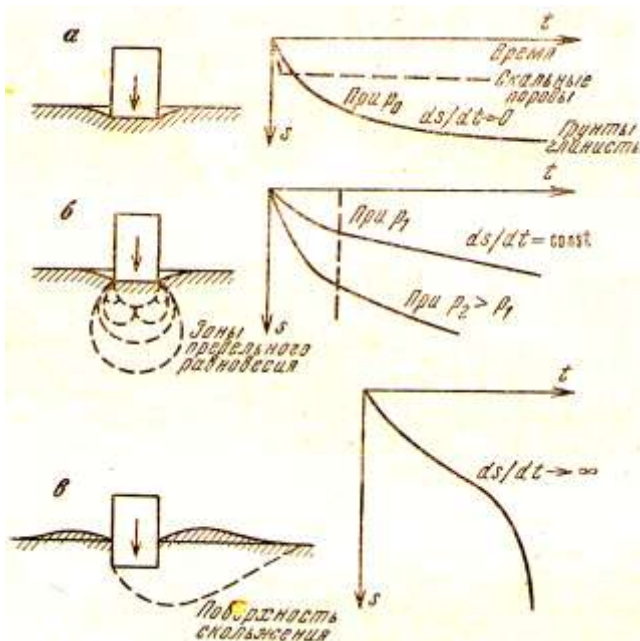
Toýunsow jynslaryň jebisleniş suratsy hakyky görnüşinde AB-başlangyç egrilinden we asuda çyzyk bilen

birikdirilen iki göniçyzykly BÇ we CД kesimlerden ybarat bolýar we “asyrлаýyn jebisleşme” diýip atlandyrylýan jewisleşmegi häsiýetlendirýär.

1. AB kesim adaty çökmeklige;
2. BÇ-ilkinji jebisleşmegi;
3. CД -de kesim ikilenji jebisleşmeklige gabat gelýändir.

- ***Toýunsow jynslaryň gapdala giňelmek şertinde gysylmagy.*** Gysylyş (kompesiýa) synaglarynda gysmaklyk bir ölçeglidir. Gapdala giňelmek mümkinçiligi şertindäki synag süýşirilme we süýgeşiklik ýarsma hadysalar bilen utgaşýandyr we şol sebäpli diňe bir çylşyrymly häsiýetli bolman, ol köptapgyrlyga hem eýedir. Gaty stamp arkaly yzygiderli artýan basyşda biri-biri çalyşýan ýarsmaklygyň üç möhletine (fazasy) syn edip bolýar. ***Birinji tapgyr basyş*** $P=\text{const}$ bolanlygynda gysylmaklyk ýarsmasynyň wagtyň dowamynda sada tamamlanýanlygyny häsiýetlendirilýär. Bu tapgyrda jynsyň, dykyzlaşmasy, onuň öýjükliginiň peselmeginiň hasabyna geçýänligine syn edip bolýandyr. (5.5-nji a surat).

Ç-gapdala süýşme tapgyry we ýarsmanyň (çökmegiň) gidişiniň wagt boýunça $\delta = f(t)$



5.5-nji a,b,ç surat. Toýunnsow jynslaryň şampyň astynda toýunnsow jynsynyň dartgynlylyk ýagdaýy (N. A. Sytowiç boýunça).

a-dykyzlaşma pursaty; *b*-süýşirilme pursaty; *ç*-gapdala çogma pursaty.

Икинji tapgyr wagt boýunça ýarsmaklygyň asuda ösmegini häsiýetlendirýär. Berilen basyşda ýarsmaklygyň tizligi belli ululyga ýetenden soňra hemişelik baha eýe bolýandyr (b surat). Ýarsmaklygyň berilen ýagdaýy mikro süýşme meýdançasynyň ýüze çykmasyň netijesi bolup, ol çäk deňagramlylyk üçin häsiýetlidir çäk deňagramlyk ýagdaýdaky dartgynlylyk ýarsdyrylýan jynsyň islendik nokadynda süýşirilme dartgynlyk deňagramly halýndadyr. Ol

bolsa berilen nokatda jynsyň süýşirilme doly garşylygyna gabat gelyändigir.

Üçünji tapgyrda wagt boýunça ýarsmaklygyň yzy üzülmeyän ösýänligi görünýändir (ç-surat).

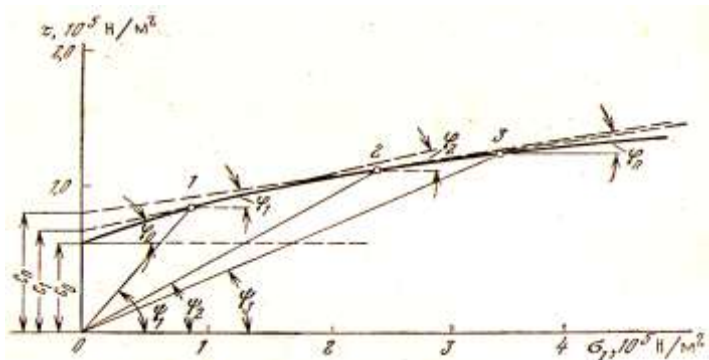
Bu tapgyr duýdansyz ýüze çykýar we şampyň astyndan jynsyň gapdala çogmagy bilen utgaşýandyr. Toýunsow jynsy şamp astynda synag edilende ýarsmaklyk prosesiniň iki aňryçäk dartgynlylyk nokady: olaryň ilkinjisi mikro süşme möwritine gabat gelyär we proporsionallyk çägi diýilýär (Pp); ikinjisi ýarsmaklygyň owranmaklyk möwrite geçmegi (aňryçäk basyş) ýagny jynsyň aňryçäk haly häsiýetleri tapawutlandyrylýandyr.

Şamp astyndaky çökmekligiň ululygy çäk proporsionallyndan artyk bolmadyk basyşda diňe jynsyň häsiýetine bagly bolman, eýsem şampyň ölçegine (F) onuň gatylygyna we geometriýasyna hem baglydyr. Ylalaşylan basyş çäklerinde goýulan şampyň astynda çökmeklik udel basyşa (P) we şampyň meýdanyna inedördil köküne göni proporsionaldyr, ýagny $S = kp\sqrt{F}$ bu ýerde berilen jyns proporsionallyk koeffisiýenti.

Süýşirilmeklige garşylyk çäk dartgynlylyk halynda öwrenilýär haçan-da wagt boýunça tamamlanmaýan nusganyň bir böleginiň beýleki bölegine görä süşşeginde ýüze çykýar (5.3.-nji surat)

Kesmeklige niýetlenen jyns nusgasy ilki dürli basyş astynda silindrde dykzlaşdyrylýar. Soňra nusga süşşiriji enjama ýerleşdirilýär we süşşirilmä garşylygy τ kesgitleýärler. Ol, uly bolmadyk süşşiriji dartgynlyga (S) gabat gelip, onda nusganyň bir böleginiň beýleki bölegi boýunça tamamlanmaýan süşşmekligi ýüze çykýandyr. Alynan δ we τ bahalary boýunça süşşirilmäniň suratsy egriçyzkly bolup, egriligiň iň uly bahasy normal dartgynlygynyň başlangyç

aralyklarda $\delta=0,5-1,5 \cdot 10^5 \text{ H/m}^2$ (1-nji nokada çenli) bellige alynandyr (5.6-njy surat) $\tau, 10^5 \text{ H/m}^2$



5.6-njy surat. **Toýunsow jynslaryň süýşirilme suratsy.**

Normal dartgynlygyň artmaklygynda süýşirilme egriligi ujypsyzlaşýar (1,2,3-aralyk) we iş üçin takyklykda göni deňleme boýunça häsiýetlendirilip biliner, ýagny $\tau = \delta \text{ tgy} + C$ (kulonyň deňlemesi).

Bölek däneli (dökülip duran) jynslar.

1. Umumy maglumat.

Bu synpyň jynslary dürli düzümlü çägelerden, çägesow çygyly, harsaňly we jyglymly jynslardan durup, olar kenar ýaka-deňiz, laguna we gurýer çökündileriň düzümine girýärler. Özleriniň häsiýetleri boýunça, bular öz şekilini zireleriň agramynyň we olaryň arasyndaky sürtülme güýçleriň täsiri astynda saklaýan dökünli jynslara has ýatandyr. Gysylma ýarsmaklyk (dykzlaşma) esasan zireleriň orun üýtgemesi we özara täsire uýgunlaşmasy bilen baglydyr, şol sebäpli öňki kadyna dolanmaýanlygy bilen häsiýetlendirilýändir. Dykzlanma ýarsmasy basyş berilenden soňra örän çalt

geçýänligi, olary toýunsow jynslardan tapawutlandyryýandyr. Dökülme jynslaryň çyglylygy, olaryň mehaniki häsiýetine täsiri ujypsyzdyr. Suw siňdirijiligi aramdan ýokary çenlidir.

Bularyň mehaniki häsiýetini kesgitleýän esasy şertler, olaryň zire we mineral düzümleri we dykyzlaşma derejesidir.

5.3. Süýşirilme garşylygy.

Bölek däneli jynslaryň esasy berklik häsiýeti olaryň süýşirilmeklige garşylygydyr. Süýşirilmeklige garşylygyň suratsy koordinatyň başlangyjyndan we normal basyş okuna ýapgyt burç φ içki sürtülme burçy boýunça uzalan göni çyzykdyr:

$$\tau = t\varphi\delta = f\delta \quad (1.28)$$

bu ýerde:

çki sürtülme koeffisiýenti.

Süýşirilmeklige garşylyk mineral bölejikleriň biri-birine-sürtülmesine (φ) bölejikleriň ilkinji ýagdaýyna hemişelik garşylykdan ilteşik we mineral bölejikleriň owranmaklyga (φ_c) garşylygyndan, ýagny $\varphi = \varphi_t + \varphi_z + \varphi_c$ ybaratdyr.

φ_t -garşylyk bölejikleriň mikro galtaşma meýdançalarynyň бүдүр-сүдүрлігiniň ýokarlanmasynda, bölejikleriň ölçeginiň berklişmesinde we dykyzlaşma derejesine baglylykda ýüze çykýandyr. φ_t -iň ululygyna jynsyň mineral düzümi sallamly täsir edýändir. Sürtülme koeffisiýentiň ulylygy boýunça minerallaryň iki toparý:

1) sürtülme koeffisiýenti ýokary $f = 0,4-0,8$ we

2) sürtülme koeffisiýenti pes $f = 0,1-0,3$ tapawutlandyrylýar.

Birinji topara karkas (kwars, meýdan şpat) we “ada” strukturaly (kalsit, dolomit), ikinjisine-aglaba gatlakly strukturaly (muskobit, biotit, hlorit, talk we b-lar) minerallar degişlidir. Minerallaryň birinji topary üçin olaryň üstine toplanan suw bardagynyň suwaryş täsiri bolmaýar, ikinji mineral topary üçin bolsa tersine bu täsir häsiýetlidir. Şol sebäpli sürtülme koeffisiýentleriň üst boýunça gatnaşygy suw örtükli we gury hm/fc minerallaryň birinji toparynda birden ýokarydyr (3,5-7), ikinji toparynda birden kiçidir (0,4-0,6).

Dökülme jynslaryň (mysal, çäge) içki sürtülme burçy adaty gaçynyň tebigi burçyndan ulydyr. Gaçynyň tebigi burçynyň içki sürtülme burçyna bolan gatnaşygy (α/φ) jynsyň dykzlygynyň ýokarlanmagyna gatlak strukturaly minerallaryň saklanyşyna we normal-adaty dartgynlygyň ululygyna (δn) görä kanuny peselýändir. Mineral düzüminiň we mineral däneleriniň möçberiniň α , φ° we λ/φ bahalaryna täsiri baradaky maglumaty 5.2- nji tablisadan alyp bolar. ...nji tablisa. Dürli minerallaryň çägesew we kirşeni parçalaryň gaçy burçuna mineral düzümiň täsiri. (W. W. Ohotiniň maglumatlary).

Parçal aryň möçbe ri	Ýitiburçly kwars			Ýülmenen kwars			Meýdan şpaty			Muskowit		
	α	φ°	α/φ°	α	φ°	α/φ°	α	φ°	α/φ°	α	φ°	α/φ°
2-1	6	41	0,		32			3			41	
1-0,5	6	,5	63		,0	0,		6		4	,5	0,
0,5-	5	34	0,	61	32	53	-	3	-	4	42	94
0,25	5	,0	61	-	,0	-	-	8	-	4	,0	0,
0,25-	4	32	0,	27	34	1,	4	3	0,	5	39	91
0,1	6	,4	70	18	,0	26	1	3	83	3	,5	1,
0,1-	2	35	1,	18	32	1,	-	3	-	2	43	23
0,06	7	,0	3	,5	,0	83	1	7	2,	3	,0	1,
	1	36	2,		33	1,	6	3	44	8	36	13
	5	,0	4		,2	80		9		-	,4	-

α -nyň bahasyna jynsyň çyglygy täsir edýär. Çägeler (gatlakly struktur minerallary bolmadyk) üçin çyglylyk 5-15° çenli ýokarlanylanda (külkelige baglylykda) λ burçynyň 10-15% artmagyna getirýändir.

Ownukzireli kirşenli we slýudaly çägeleriň gaçysy suw astynda onuň burçy 15° artyk däldir.

5.4. Gysylmaklyk, çişmeklik häsýeti.

Dökülme jynslarda basyş dänelerden-dänä olaryň mikrogaltaşmasynyň meýdançasý arkaly berilýär. Galtaşmanyň udel meýdanyň kiçiligi sebäpli mikrogaltaşma meýdana berilýän udel basyş jynsyň hemişelik basyşyndan bir neme artykdyr. Şu sebäbe görä çägesow jynslar toýunsow jynslardan içki sürtülme burçynyň bahasynyň ýokarlygy bilen

tapawutlanýandyr. Içki sürtülme burçyň artmagy bilen jynsyň gysylanlyga (dykyzlaşmaga) garşyly ýokarlanýandyr.

Dökülme jynslaryň gysylma ýarsmaklygy esasan kada gelmeýan häsiýetlidir. Ýarsmanlygyň çeýedäl bölegi jynsyň bölejikleriniň dykyzlaşmagynda gaýtadan toparlanmaklygynyň we özara uýgunlaşmasy netijesinde geçýär. Ýarsmanlygyň çeýe bölegi örän ujypsyz we ol mineral bölejikleriň çeýe ýarsmanlygy bilen baglydyr. Gatlakly minerallaryň çaklanyşynyň artmaklygy bilen ýarsmaklygyň çeýe bölegi duýarlyk artýandyr.

Çäge sarsdyrylanda ol sarsgyn akym häsiýete geçýändir. Ol sarsgyn sepbeşiklik bilen häsiýetlendirilýär. Onuň ululygy jynsyň öz häsiýetine (çyglygyna, külkeligine, zireleriniň, şekiline we ýülmenenligine) we urgy (seýsmiki) tolkunynyň tizleşmegine baglydyr. Sarsgyn dykyzlaşma urgy tolkunynyň tizleşmesine bagly dälidir. Sarsgyn dykyzlaşmagy sarsgyn kompesion (egrilik) synagdan görmek bolar.

Has uly sarsgyn dykyzlaşma ownukdäneli çäga mahsusdyr. Çägesow jynslaryň gapdala çogma koeffisiýenti 0,25-0,37 çäklerde üýtgeýändir, ýagny toýunsow jynslara garanynda has kiçi aralykda üýtgeýändir.

EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusiýasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň 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” gazeti, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. Гальперин А. Геомеханика открытых горных работ. М., Высшее горное образование, 2003.

11. Золотарев Г.С. Методика инженерно-геологических исследований. М., Изд.МГУ, 1990.
12. Иванов И.П., Тржцинский Ю.Б. Инженерная геодинамика. Сб.наука, 2001.
13. Маслов Н.Н. Механика грунтов в практике строительства. М., Стройиздат, 1977.
14. Гидротехническое сооружение: справочник проектировщика (под ред. В.А.Недриги). М., Стройиздат, 1983.
15. Голодковская Г.А., Матула М., Шаумян Л.В. Инженерно-геологическая типизация и изучение скальных массивов. М., Изд.МГУ, 1986.
16. Мироненко В.А., Шестаков В.М. Основы гидрогеомеханики. М., Недра, 1974.
17. Панюков П.Н. Инженерная геология. М., Недра, 1978.
18. Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. М., Недра, 1990.
19. Певзнер М.Е. Деформация горных пород на карьерах. М., Недра, 1992.
20. Полевые методы инженерно-геологических изысканий (Лебедев В.И., Ильичев В.В., Шевцов К.П., Индюков А.Т.). М., Недра, 1988.
21. Роганицын Б.А. Химическое закрепление грунтов в строительстве. М., Стройиздат, 1986.
22. Фисенко Г.Л., Ревазов М.А., Галустян Э.Л. Укрепление откосов в карьерах. М., Недра, 1974.
23. Цытович Н.А. Механика грунтов. М., Высшая школа, 1983.
24. Цытович Н.А., Тер-Мартirosян З.Г. Основы прикладной геомеханики в строительстве. М., Высшая школа, 1981.

25. Экологические основы рекультивации земель (под ред. Черновой И.М.). М., Наука, 1985.
26. Ямщиков В.С. Методы и средства исследования и контроля горных пород и процессов. М., Недра, 1982.

MAZMUNY

Giriş.....	7
Şertli bellikler.....	17

BAP I.

KERÝERLERDE GEOMEHANIKI PROSESLERIŇ UMUMY HÄSIÝETNAMASY.....	20
---	-----------

1.1. Karýer jyns bitewilikleriniň ýagdaýyny kesgitleýän şertler. Deslagky maglumatlar.....	20
1.2. Fiziki - geografik we tebigy geologik şertler.....	22
1.3. Gidrogeologik we inžener – geologik şertler.....	30
1.4. Dag jyns dartgynly ýagdaýy.....	49
1.5. Karýerleriň kenar ýapylarynyň we gum üýşmeleriniň ýagdaýyna, dag işleriň tilsimatynyň täsiri.....	60

BAP II

INŽENER-GEOLOGIÝANYŇ GEOMEHANIKA BILEN BAGLY KÄBIR MESELELERI.....	67
---	-----------

2.1. Magmatik dag jynslaryň inžener-geologik aýratynlyklary.....	67
2.2. Dykzlyk görkezijisi-öýjüklilik.....	69
2.3. Gaty dag jynslaryň mehaniki häsiýetleri.....	71
2.4. Dag jynslaryň berklik pasporty.....	78
2.5. Dag jynslaryň dowamly berkligi.....	81

BAP III.

METAMORFIK DAG JYNSLARYŇ INŽENER-GEOLOGIK AÝRATYNLYKLARY.....	85
--	-----------

3.1. Geologik. Petrografiki aýratynlygy.....	85
3.2. Dykzlyk we öýjüklilik.....	87
3.3. Mehaniki häsiýetleri.....	88

BAP IV.

ÇÖKÜNDİ DAG JYNŞLARYŇ INŽENER – GEOLOGIKI AÝRATYNLYGY	90
4.1. Umumy maglumat.....	90
4.2. Karbonatly jynslar.....	97
4.3. Hekleşen-toýunsow jynslar (mergeller).....	99
4.4. Daşlaşan toýunsow we çägesow toýunsow jynslar.....	101
4.5. Sementleşen böleklenen jynslar.....	102
4.6. Galogen jynslar.....	105
4.7. Dag jynslaryň suwa gatnaşygy – fiziki häsiýetleri.....	112

BAP. V.

TOÝUNSOW DAG JYNŞLAR	117
5.1. Umumy maglumat.....	117
5.2. Mehaniki häsiýetleri.....	120
5.3. Süýşirilme garşylygy.....	130
5.4. Gysylmaklyk, çişmeklik häsiýeti.....	132
EDEBIÝATLAR	134