

TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY

**D.GELDİMÄMMEDOW,
A.HAJYÝEW**

Dag jynslarynyň mehanikasy

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

G.Geldimämmedow, A.Hajyýew, Dag
jynslarynyň mehanikasy.

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

GIRIŞ

Garaşsyz we Baky Bitarap Türkmenistan döwletimiz Täze Galkynyşlar we beýik özgertmeler zamanasynda Mähriban Prezidentimiz Gurbanguly Berdimuhamedowyň ýolbaşçylygynda günsaýyn ägirt uly ösüşlere beslenýär. Mähriban Prezidentimiziň ygylan eden açyk gapylar we bilim syýasatynyň netijesinde ýurdumyzyň ylym-bilim pudaklaryna uly üns berilýär. Mähriban Prezidentimiziň karary bilen dünýäniň ösen ady belloï kompaniýalary tarapyndan gurulýan täze döwrebap mekdepleri, institutlary we birnäçe ylym-bilim edaralary munuň aýdyň subutnamasydyr.

Şol binalaryň döwrebap laboratoriyalar, kompýuterler we ösen aragatnaşyk ulgamlar bilen üpjün edilmegi bolsa ýaş nesil üçin, ylym-bilim işgärleri üçin edilýän aladanyň nähili derejededigini görkezýär. Ýurdumyzda aspiranturanyň, ordinaturanyň, doktoranturanyň açylmagy bolsa okamaklyga, işlemeklige, döretmeklige uly ýeňillikleri we hyjuwly işlemeklige höwez döredýär.

Mähriban Prezidentimiziň “Biz ýurdumyzyň ykdysadyýetini has-da ösdürmek üçin ykdysadyýetimiziň esasy pudaklarynyň biri bolan, nebit we gaz pudagyny ösdürmelidiris. Munuň üçin bolsa nebit we gaz pudagyny dünýäniň iň ösen, häzirki zaman tehnologiýalary bilen üpjün etmelidiris” diýen sözlerinden ugur alyp biz hem şol tehnologiýalarda işlejek we dolandyryjak hünärmenleri ýetişdirmekde, olara döwrebap bilim bermekde bilim işgärleri hökmünde öz şahsy goşandymyzy gaýgyrmajakdygzyza, gije-gündiz halal zähmet çekip, öz bilimimizi has-da çuňlaşdyryp işlejekdigimize ynandyrýarys.

“Dag jynslarynyň mehanikasy” okuw kitaby özleşdirme, burawlama, geologiýa, geofizika we gidrogeologiýa ýaly hünärlerde okaýaqn talyplar üçin has hem peýdalydyr.

Çünki bu okuw kitapda dag jynslarynyň fiziki-mehaniki häsiýetleri öwrenilýär. Käbir halatlarda ýüze çykýan kynçylyklaryň önüm almak ýaly meselelere seredilip, dag

jynslarynyň tehniki häsiýetnamalaryny anyklamakda birnäçe hasaplamalar geçirilýär.

Dag jynslary – bu tebigy mineral jisimlerdir hem-de ýer gabygy diýip atlandyrylýan şol materially sredany görkezýär.

Ýer gabygynyň wagta görä ýerleşişiniň toparlaryny, ulgamlaryny, bölümlerini we ýer gatlagyny düzýän eralara, hatarlara, döwürlere we asyrlara bölünýär. Dag jynsynyň şeýle bölünşi boýunça ýeriň saklanmak tablisasy düzüldi.

Dag jynslary gelip çykyşy boýunça üç topara bölünýär : *magmatiki, metamorfiki we gökündi*. Geljekde bizi esasan çökündi dag jynslary gyzyklandyrar, şonuň ýalyda nebitli, gazly ojagy bu topara gabat gelýär.

I. DAG JYNSY BARADA ESASY DÜŞÜNJE

Dag jynslary – bu tebigy mineral jisimlerdir hem-de ýer gabygy diýip atlandyrylýan şol materially sredany görkezýär.

Ýer gabygynyň wagta görä ýerleşişiniň toparlaryny, ulgamlaryny, bölümlerini we ýer gatlagyny düzýän eralara, hatarlara, döwürlere we asyrlara bölünýär. Dag jynsynyň şeýle bölünşi boýunça ýeriň saklanmak tablisasy düzüldi.

Dag jynslary gelip çykyşy boýunça üç topara bölünýär : *magmatiki, metamorfiki we gökündi*. Geljekde bizi esasan çökündi dag jynslary gyzyklandyrar, şonuň ýalyda nebitli, gazly ojagy bu topara gabat gelýär.

1.1. Çökündi dag jynsynyň düzümi

Çökündi jynslary özünde öň bar bolan magmatiki we metamorfiki jynsyň bölünip aýrylan *mehaniki ýa-da himiki* önümlerini jemleýär, bu topara janly organizmiň önümlerinden dörän jynslar birikýär.

Dag jynslary, şol sanda çökündi jynsy özünde *mineral bölejigiň* agregatlaryny – jyns emele getiriji minerallary jemleýär.

Minerallar diýip himiki düzümi, fiziki häsiýeti birmeňzeş bolmadyk kijiik bölejikleri özünde jemleýän tebigy himiki birleşmesine aýdylýar.

Çökündi dag jynslary esasan toýunly (kaolinit, montmorillonit), sulfatly (gips, angidrit, barit), karbonatly (kalsit, dolomit), oksisli – kwars ýaly minerallardan durýar.

Toýunly minerallar beýlekilerden kristallaryň juda kiçi ölçegleri hem-de gowly (teňňeli) ýerleşişleri bilen tapawutlanýar.

Jynsyň düzümine girýän minerally komponentleriň hili boýunça indikiler ýaly bolup biler :

- 1) monominerallar – gips, angidrit, dolomit, daş duzy we beýlekiler ;
- 2) ýarymminerallar – tasdan ähli magmatiki jynslar, çökündilerden bolsa toýunlar, gumdaşlary, konglomeratlar (aýry-aýry böleklerden ybarat dag magdany).

1.2. Dag jynsynyň gurlyşy

Dag jynslary gurlyşynyň *kristall, amorfly (kristallaşmadyk) we ownuk böleklerden emele gelen ýaly* görnüşleri bar.

Kristallylar magmatiki ýaly şeýle-de çökündi jynslary bolup biler. Çökündi kristall jynslary suwly erginlere duzuň düşmegi netijesinde ýa-da ýer gabygynda bolup geçýän himiki reaksiýanyň netijesinde döreýär. Bu topara duz, gips, angidrit, hekdaşlary, mel we dolomitler degişli.

Dag jynslarynyň amorfly (kristallaşmadyk) gurlyşy kristallylar bilen deňeşdireniňde az.

Ownuk böleklerden emele gelen dag jynslary suwuň ýa-da ýeliň täsirinde zyňylmagynyň, owranmagyň hem-de soňky dargamagynyň netijesinde döreýär.

Islendik dag jynsynyň gurlyşyny iki esasy alamatlary boýunça anyklanylýar - *struktura* (gurlyş), *tekstura* (dag jynsynyň gurlyş aýratynlygy).

Jynslaryň strukturasyny diýip dag jynsyny emele getirýän minerallarynyň üstleriniň ölçegine, formasyna we häsiýetine şertlenýän gurlyşynyň aýratynlygyna düşünilýär. *Jynslaryň teksturasyny* diýip mineral dänäniň arasy boş aralykly ýerleşmegine şertlenýän gurlyşynyň aýratynlygyna düşünilýär, şeýle hem tekstura jynslaryň düzümini görkezýär. Tekstura alamatyna gat-gatlylygy, slanslylygy we öýjükliligi degişli bolýar.

1.3. Dag jynsynyň strukturasyny

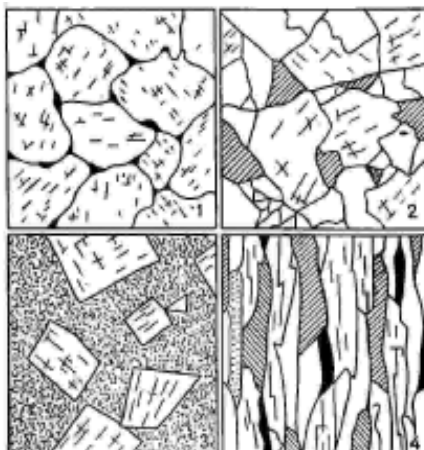
Strukturalar ähli zatdan öň kristallaryň ulylygy boýunça tapawutlanýar.

Tablisa 1

| Strukturasyny | Kristallaryň ulylygy,mm | Gysgaça häsiýetnamasy |
|---------------------|-------------------------|---|
| Iri kristallaşan | > 1,0 | Kristallary ýöne göz bilen ýeňil tapawutlandyryp bolýar. |
| Ortaça kristallaşan | 0,1 – 1,0 | Kristallary ýöne göz bilen ýeňil tapawutlandyryp bolýar, emma olary öwrenmek üçin lupa gerek. |
| Ýapym kristallaşan | 0,001 – 0,1 | Kristallary mikroskopda tapawutlandyrylýar. |
| Ýarym amorfly | < 0,01 | Kristallary we olaryň formalaryny mikroskop arkaly tapawutlandyrylýar. |

Kristally strukturalary şeýle hem şol jynsda kristallaryň ölçegleriniň gatnaşygy boýunça öz aralarynda tapawutlanýar. Dag jynsynyň ownuk bölekleri boýunça esasy dört strukturaly toparlara bölünýär.

Ownuk bölleklerden emele gelýän jynsynyň içinde öz gezeginde böljiginiň häsiýeti boýunça tapawutlanýan *ýumşak we sementirlenen– burçly (uglewodly) ýa-da togalak (okatanly) jynslar* bilen tapawutlanýar.



- 1 — deňölçeqli däneli;
- 2 — dürli däneli ;
- 3 — porfirowly;
- 4 — süýümlü

Surat 1. Kristall strukturanyň dürli görnüşleri.

Meselem sementlenen burçly bölejigiň ýygnanmagyna brekçi diýilýär, sementlenen togalak bölejigiň ýygnanmagyna konglomeratlar diýilýär.

Şonuň ýalyda çägeli jynsnyň içinde ýumşak we sementirlenen jynslar gabat gelýär. Däneden birinji kwars, ikinji dürli minerallar durýar. Ýumşak jynslara kwarsly polimiktowly mineral dänäniň düzümine baglylykda çägeler degişli bolýar. Ýenede çägeler dänäniň ölçegi boýunça tapawutlanýar : iri däneli (1-0,5 mm), orta däneli (0,5-0,2 mm), ownuk däneli (0,2- 0,1mm), birmeňzeş (dänäniň ölçegi bir syhly) we dürli däneli (dänäniň ölçegi dürli). Sementirlenen çägeli jynslara (psammitler) gum daşlary diýilýär.

Gum daşlary olary emele getirýän minerallaryň düzümi, dänäniň ölçegi we olaryň baglanyşýan sementi boýunça tapawutlanýar.

Toýunly jynslara toýun, argillitler we toýunly slanesler degişli bolýar. Argilletler hemişe ýokary berkligine eýe bolmagy

netijesinde halsedonly (halsedon-kwarsyň bir görnüşi) (SiO_2) sementirlenen bolýar (olara daşa kybardaş toýunlar diýilýär).

Tablisa 2

| Bölegiň ölçegleri, mm | Jensyň häsiýeti we bölegiň dänesiniň birikmegi | | | | |
|-----------------------|--|----------------------------|-------------|-------------|--------------------------------|
| | Ýumşak | | Sementlenen | | Esasy gurluşy |
| | Burçly | Togalak | Burçly | Togalak | |
| > 1000 | Läheň daşlar | Iri harsaň (togalak daş) | | | |
| 100-1000 | Ownuk läheň daşlar | Harsaňlar (togalak daşlar) | | | |
| 10-100 | Şeben | Jyglym daş | brekçi | Konglomerat | Tagaşykly böllekli (psefitler) |
| 2-10 | Ownuk çagyl (irimçik çäge) | Çagyl | | | |
| 0,1 - 2 | Çäge | | Çäge daşy | | Çägeli (psammitler) |
| 0,01-0,1 | Alewrit | | Alewrolit | | Ownuk toprakly (alewrit) |
| < 0,01 | Pelit (toýun) | | Argillit | | Toýunly (pelitler) |

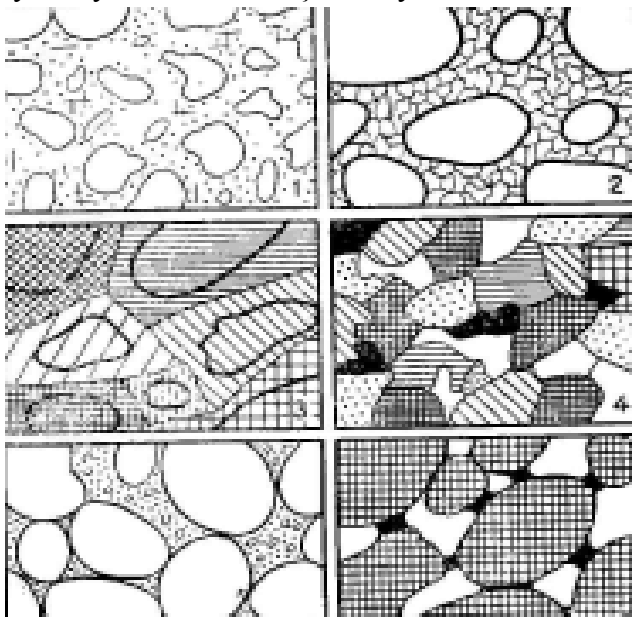
Eger argillit slanslylygyň uzaboýyna tekizliklerini ýeňil bolýan bolsa, onda oňa toýunly slanes diýilýär.

Sementirleýän maddanyň düzüminde kremnili (SiO_2 ýa-da $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ -den bement), hekdaşly (CaCO_3 -dan sement), demirli ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ýa-da FeCO_3 -dan sement), toýunly (toýunly maddadan sement) maddalar bolýar.

Monokristalliki sement onuň kristallarynyň juda iri bölekleriniň barlygy bilen tapawutlanýar. Ýarym kristalliki

sement bölekleriň arasynda ýerleşýän kristall dänäniň birek birege dykyz jebisleşýän uly möçberinden durýar.

Regeneration sement çökündi dag jynsynyň içinde has berklige eýe bolýan kwarsitler üçin häsiýetlendirilen.



Sur.2. Sementleriň gurlyşynyň dürligörmüşleri.

1-monokristalliki ; 2-ýarym kristalliki;3- regeneration (sement öňki durkuna getirýär); 4-regeneration-ýöne dänäniň başlangyç durkuna eýe bolmaýar;5-sementiň boşlugy mehaniki doldurmagy; 6- altaşmaly. Sementirleýji maddanyň gurlyşynda dürli görnüşleri bolýar.

Sementiň mehaniki doldurmagy has gowşak bolup durýar. Bölekli çökündi jynsynyň içinde giňden ýaýrany sement arkaly galtaşýan görnüşi.

Bölekler diňe galtaşýan ýerleri bilen baglanyşýar, galan bölegi dag jynsynda boşlygyň uly möçberini emele getirýär. Jynsyň gurlyşyndaky dänäniň ölçegi dag jynsynyň berkligine we çeyeligine düýpli täsir edýär.

1.4. Çöküncdi jynsynyň teksturasy

Çöküncdi jynsynyň esasy *teksturasynyň alamaty* olaryň döremek prosesinde ýüze çykýan *gatlaklylygy* bolup durýar.

Jynsynyň gatlaklylygy çökündiniň jemlenmeginiň aýratynlygy bilen baglanşykly hem-de dik ugurda düzümi birmeňzeş dänäniň ölçegleriniň üýtgemeginiň hasabyna üýze çykýar.

Dag jynsynyň anizotropiýasy esasan olaryň gatlaklylygyna esaslanýar.

Indiki teksturaly alamaty ýer galygynyň içki jynsynyň gowşak hereketi netijesinde döreýän slanslylygy bolup durýar. Slansly tekizligi adaty gatlakly tekizlik bilen gabat gelmeýär.

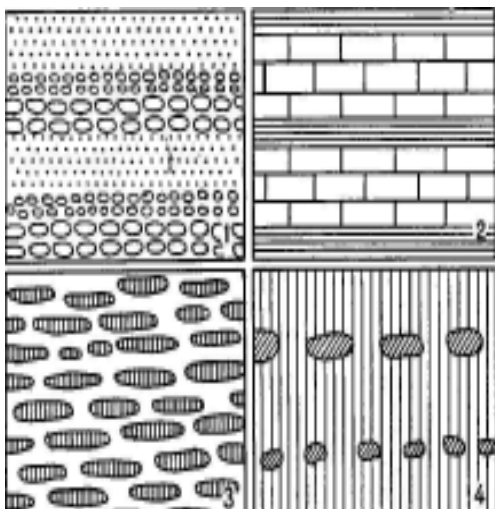
Slansly tekizlikleri birtaraply täsir edýän basyşyň ugrynda döreýär.

Gatlakly tekizlik burçyna gatnaşygy boýunça slansly tekizligiň burçy dürli bolup biler.

Dag jynsynyň düýüpli tekstura alamaty olaryň öýjükliligi bolup durýar.

Bölek dag jynslary kristalaşan görnüşinde uly öýjükliligi bar. Has uly absolýut öýjükliligine toýun eýe bolýar – 45 % çenli, ýöne öýjükliler bu ýerde örän ýuka bolýar.

Nebit, gaz ojagynda köplenç gabat gelýän dag jynsynyň absolýut öýjükliligi baradaky maglumaty :



Sur.3. gatlaklylygyň görnüşleri.
Gatlaklylygy 1- dispersiýalykly dänä; 2- düzümi dürli minerallary gatyň gezekleşikli gelmegine; 3-dänäniň kese duran ýerine anyklanylmagyna; 4-bir tekizlikde haýsydyr bir materialyň ýerleşmegine şertlenýär.

| Jyns | Öýjüklilik, % | Jyns | Öýjükliligi, % |
|----------------|---------------|--------------|----------------|
| Toýun | 6,0-45,0 | Çäge daşlary | 3,0-39,0 |
| Toýunly slanes | 0,5-4,0 | Hek daşlary | 0,6-33,0 |
| Çägeler | 6,0-48,0 | Dolomitler | 2,5-30,0 |

Magmatiki we metamorfiki dag jynsynyň öýjükliligi örän kiçi (0,8-1,2 %) hem-de esasan jaýryklylyk bilen baglanşykly. Gum daşlarynyň öýjükliligi sementiň gurluşyna bagly bolýar. Ýarym kristallaşan sementli gum daşlarynyň öýjükliligi 3 % çenli deňdir, galtaşma sementli bolsa 39 % çenli deňdir. Umuman aýdanymyzda bölekli dag jynsynyň öýjükliligi olaryň ýerleşme çuňlygynyň artmagy bilen kiçelýär.

Jynslaryň öýjükliligi näçe uly bolsa, onuň berkligi şonçada kiçelýär.

Dag jynsynyň düzüminden we ýerleşisinden başgada olaryň mehaniki häsiýeti täsir edýär.

1.5. Dag jynsynyň dürliligi

Dag jynslary mineral düzümi boýunça dürli jisimlerden ybarat bolýar.

Dag jynslary köplenç dürli däneliligi bolmagynyň sebäbi onuň massasynyň düýbinden totünleýin ýaýramagy. Bir ýere juda iri dänäniň başga bir ýerde ownuk ýa-da aralyk dänäniň ýygnanmagy netijesinde olaryň formalarynyň dürliligi ýüze çykýar. Haçanda dänäniň formasy boýunça ýaýramagy dürli bolanda onuň arasyndaky boş öýjükleriniň ölçegleri biri birinden tapawutly bolup biler.

Dag jynsynyň dykyzlaşmak derejesi onuň ýerleşýän çuňlygyna bagly. Dag jynsy näçe çuň ýerleşse sonçada onuň dykyzlygy artýar. Mundan başgada jynsyň dykyzlanmagy gatlaklanma häsiýetine bagly bolýar – ganatda jynsyň gatlylygy onuň gümmezindäkiden has dykyzlanan bolýar.

Ýer gabygynda bolup geçýän dinamiki prosesleriň hasabyna dag jynsynda ululygy we ugry boýunça jaýryklylygynyň dürli görnüşi döreýär.

Şeýle ýagdaýda dag jynslary dykyzlanmak we jaýryklylyk derejeleri boýunça dürlidir.

Dag jynsynyň dürliligi olaryň mehaniki häsiýetine we skwažinany burowlanýan wagtynda owratma prosesiniň geçmegine uly täsir edýär.

II. GATY JISIMIŇ FIZIKASYNYŇ BIRNÄÇE SORAGLARY

Gaty jisiniň fizikasy kristal materiallaryň (elektriki, magnitli, mehaniki, termiki we ş.m) dürli fiziki häsiýetini we atom-elektron gurlyşyny öwrenýär we kristal materiallaryň arasyndaky düzüminiň baglanşygyny kesgitleýär.

2.1. Kristallaryň gurlyşy

Kristallar diýip hemişe tebigatda ýa-da laboratoriya şertinde döreýän köp granlyklar görnüşli gaty jisimlere aýdylýar.

Şeýle köp *granlaryň üstleri*, tekizlikleri göni syzyk boýunça kesýän granlary *gapyrgalar* bilen çäklendirýär.

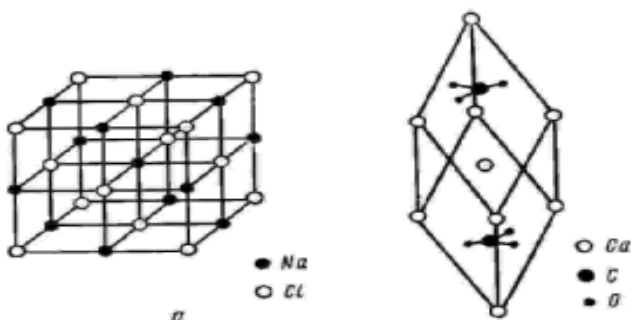
Gapyrganyň kesýän nokady *depe emele getirýär*.

Kristallaryň geometrik dogry formasy olaryň içki atomly gurlyşyna şertlenýär. Ölçepleri kiçi bolan dag jynslaryny we metallaryny diňe mikroskopyň we rengen şökleleriň kömegi arkaly tapawutlanýar.

Dag jynsynyň aýratyn däneleri göni çyzyk boýunça ýerleşip biler, eger egri syzyk boýunça birikse olaryň dogry däl formasy bolar. Tebigatda kristallaryň ösmeginiň kristallyň formasyna mahsus bolan şekiliň döremedik ýagdaýyndaky şertinde ýüze çykyanlygy düşündirilýär. Şonuň üçin döreme şertiniň güýjinde kristallary düzýän dag jynsynyň, metallaryň ýa-da erginleriň aýratyn däneleriniň daşky dogry geometriki formasy bolmaýar. Ähli kristallar üçin gözenekli gurlyşy kadadan çykmasyz häsiýetlendirilen.

Şeýle ýagdaýda kristallar diýip boş gözenekli düwünleriň kybapdaş kanuna laýyk ýerleşen bölejiklerden (atomlar, ionlar, molekulalar) bolan gaty jisimleriň ählisine aýdylýar. Bu ýagdaýda *depeleri, granlary, gapyrgalary düwünlere, hatarlara we boş gözenegiň tekiz formalaryna gabat gelýär*. Elementar bölejigiň ýerleşme häsiýeti we olaryň himiki tebigylygy tapawutlanýan boş gözenegiň birnäçe görnüşleri bar.

Daş duzynyň we kalsidiň (кальцит – хек шпаты) atomlarynyň ýerleşmesiniň kanunylygyny şekillendirmek :



4-nji surat. Strukturalary. a- daş duzlary NaCl; 6-kalsit CaCO_3

Ionly gözenekler. Gözenekleriň düwüninde položitel ýa-da otrisatel zarýady bar bolan ionlar ýerleşýär. Ionly gözenekler organiki däl birleşmelere mahsusdyr (galogenli, aşgarly metallar, silikatlar we ş.m.). meselem daş duzy $\text{NaCl} - \text{Na}^+ \text{Cl}^-$.

Ionlar diňe aýratyn atomlar bolman eýsem kislotaly radikallar (molekuladaky atomlaryň bir himiki birleşmeden beýleki himiki birleşmä üýtgeşsiz geçýän durnukly topary) bolup biler. Meselem kalsidiň kristalynda $\text{CaCO}_3 / \text{CO}_3^{2-}$ angidridiň kristalynda $\text{CaSO}_4 / \text{SO}_4^{2-}$.

Atomly gözenek. Gözenegiň düwüninde bitarap atomlar ýerleşýär.

Molekulýar gözenek. Gözenegiň düwüninde aýry başga elektrik bitarap molekulalar bar. Şeýle gözenekler esasan organiki birleşmeler üçin häsiýetlendirilen.

2.2. Kristalyň özara täsirli güýçleri

Gaty jisimde atomlaryň ýa-da molekulalaryň özara baglanyşýan elektrostatiği güýçleri agdyklyk edýär ; bu ýagdaýda magnitli özara täsiriniň roly juda ujypsyz.

Kristalda baglanyşyklarynyň görnüşleri atomda we molekulalarda elektronlaryň ýaýramak häsiýetiniň dürliligi netijesinde düýpli tapawutlanýar.

Ionly kristallarda ionlar, bir alamatly ionlaryň arasyndaky kulonly iteşmesinden garşylykly alamatly ionlaryň arasyndaky kulonly dartylmagynyň üçli bolmagynda ýerleşdirilýär. Ionly baglanyşyk – bu garşylykly zaryadlanan ionlaryň esasa elektrostatiki özara täsirine şertlenýän baglanyşyk. Ionly kristallaryň baglanyşyklarynyň berkligi ionlaryň arasyndaky uzaklykdan we olaryň zaryadlanma ululygyndan anyklanylýar. Berklik uzaklygy ters proporsional we zaryadyň ululygyna göni proporsional.

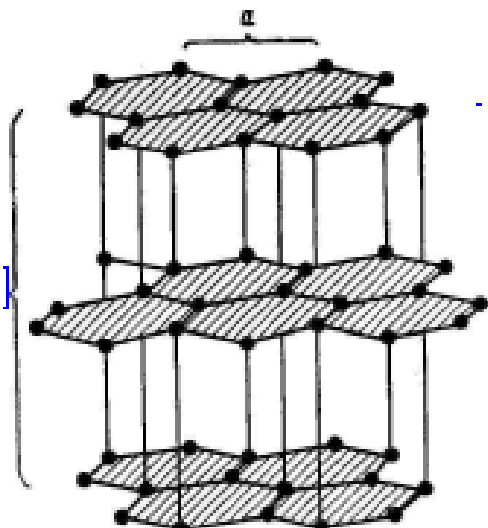
Kowalent baglanyşykly kristallar. Ionly baglanyşklar ýagdaýynda walentli elektronlar kesgitli atoma baglanan. Elektronlaryň çalşygy diňe goňşy atomlaryň arasyndaky uzaklyk örän az bolan ýagdaýynda amala aş biler.

Molekulýar kristallar. Molekulýar kristalda atomlaryň arasyndaky baglanyşygyny Ban-der-Baalsyň güýçleri hökmünde tanalýan gowşak elektrostatiki güýçleri amala aşyrýar.

Özara täsir güýçleriň şeýle gelip çykyşy esasan organiki birleşmeli kristallarda mahsusdyr. Umuman aýdylanda molekulýarly kristallar gowşak baglanyşgy häsiýetlendirýär.

Metally kristallar. Metalyň kristalynyň deň agramlylygy we onuň strukturasy köp derejede elektronlary geçirijileriniň bolmagyna we olaryň hereketine şertlenýär. Metallaryň ähli walentli elektronlary atomyň kristallary ýaly diňe goňşy atomlara bolman eýsem metalyň ähli kristallary degişli bolýar, şonuň üçin elektronlar uly aralykda erkin ýerleşýär. Şeýle hem bolsa onuň gözenegi örän çylşyrymly hem-de ýokary simmetriki gözenege meňzeş bolup bilmez.

Gatly kristallar. Şeýle kristallar bir gatda ionly baglanyşgyň, gatyň arasynda molýarly bolýanlygy bilen tapawutlanýar. Şeýle kristallaryndan glinaly montmorillonit mineraly görkezmek bolar. Ol gaty parallel tekizlik boýunça ýeňil bölünýär. Slýuda ýaly gatly mineralynda aýratyn gatlary metally ionlar arkaly has berk baglanyşýar.



Birmeňzeş baglanyşan ýagdaýynda gatlakly kristallaryň bolmagy mümkin. Meselem, grafit-kristalliki uglerodyň polimorfly dürli görnüşi – gatlakly gurlyşy bar hem-de teňňelere ýeňil bölünýär.

Surat 5. Grafidiň strukturasy.
 $a=2.46^{\circ}\text{A}$, $c=6.82^{\circ}\text{A}$, gatlaryň arasyndaky uzaklyk – $C/2=3,41^{\circ}\text{A}$

Bu birtekizlikde ýerleşýän atomlaryň arasyndaky uzaklyk bilen deňeşdireniňde uglerodyň atomlarynyň arasyndaky uzaklygyň ululygynyň hasabyna gatlaryň (tekizligiň) arasyndaky baglanyşdyryjy güýçleriň gowşaýanlygyny düşündirýär.

2.3. Kristallaryň häsiýeti

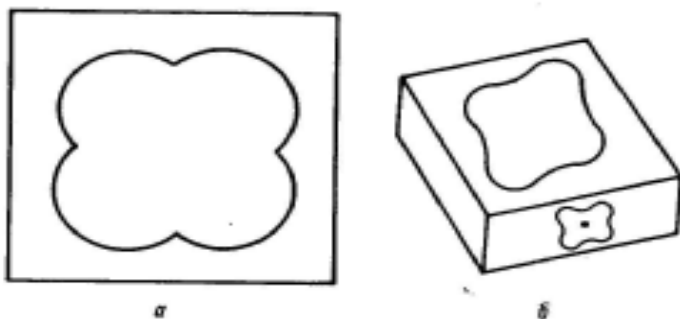
Kristallaryň gurlyşynyň we kristallary düzýän elementar bölekleriň arasyndaky özara täsir güýçleriniň aýratynlyklary olaryň häsiýetini kesgitleýär.

Kristallar birmeňzeş jisimlerden ybarat bolýar. Ýagny, olar birmeňzeş fiziki we himiki häsiýete eýe bolýar.

Emma, olaryň fiziki häsiýeti haçanda bu häsiýeti öwrenilen ýagdaýyndaky ugruna baglylykda tapawutlanýar, şeýle-de kristallar anizotroply jisimlerden ybarat bolýar.

Anizotroply diýip (deň häsiýetsiz) parallel ugurda birmeňzeş (maýyşgaklyk, ýylylyk geçirijiligi, gatylygy we ş.m.) we parallel däl ugurda birmeňzeş däl fiziki häsiýeti bar bolan jisimlere aýdylýar. Bir we şonuň ýaly kristalyň aralygynyň dürli ugrynda gatylygy dürli-dürli bolýar.

Kristallar *jebislige* eýe bolýar. Jebisleşmek diýip birnäçe menerallaryň kristallarynyň kesgitli tekizlik boýunça bölünmek mümkinçiligine aýdylýar.

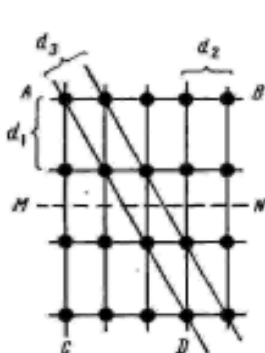


Surat 6. Gatylygyň rozetkalary.

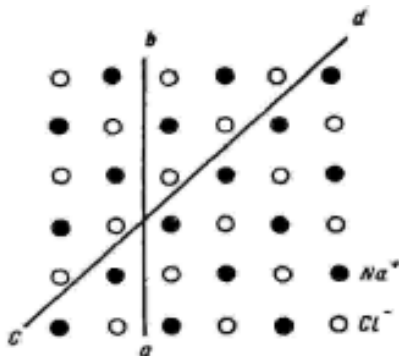
a- daş duzlarynyň kubly kristalynyň granlary üçin; b- romboedraly kalsidiň granlary üçin.

Urulanda ýüze çykýan bölünme kristallaryň tekizliklerine tekizlikli jebisleşmeler diýilýär. Braweniň (kristallaryň gözenekli gurlyşynyň teoriýalaryny dörediji) hukugyna laýyklykda jebisleşme tekizlikleri birek-birekden has uly aralykly we has uly retikulýar dykyzlykly tekizlikleri bolup durýar.

Bu suratyň kömegi bilen düşündirmek ýeňil bolýar. Torly setkada AB ugry boýunça bölejikleriň ýerleşşi AC ugur boýunça ýerleşşinden has gür bolýar. AC ugur öz gezeginde AD gyýa ugur boýunça ýerleşşinden dykyzlygy uly. Tekizlikleriň arasyndaky uzaklyk näçe uly bolsa, öz arasyndaky baglanyşdyrma güýçleri şonçada kiçi bolýar, hem-de olaryň biri-birinden aýyrmak ýeňil. Şonuň üçin elmydama jebisleşme tekizlikleri has uly retikulýar dykyzlygy bar bolan tekizlik bilen gabat gelýär.



Surat 7. Uly retikulýar dykyzlyl parallel tekizligiň jebisleşme tekizliklerini düşündirmek.



Surat 8. Daşduzynyň kristallarynyň jebisleşmegini we typmasyny düşündirmek.

Emma birikdirme güýçleri diňe tekizlikleriň arasyndaky uzaklyga bagly bolman, eýsem bölekleriň gözenekleriniň özara ýerleşmegine bagly bolýar. Şonuň ýalyda ýene himiki birikme güýçlerini hasaba alynýar.

8-nji suratda daş duzlarynyň krastallarynyň granlary görkezilen. Berk birleşmegi diňe ab ugry boýunça mümkin, şeýle-de kristalyň bir bölegi beýleki bölege baglylykda süýşse uza boýuna položitel ionlaryň Na^+ bu ugry şonuň ýaly ionlaryň Na^+ garşysynda bolýar, atrisatel ionlar Cl^- bolsa Cl^- iona ýakynlaşýar. Kristalyň bölekleriniň dartyşmagy bilen bilelikde birek-biregi iteklärler we jaýryk emele getirýär.

Eger kristala cd ugurda iki garşylykly ugrukdyrylan güýçler bolsa, onda bir bölegiň beýleki bölege baglylykda olary birikdirmesiz typmasy bolýar, şeýle-de garşylykly tekizlikler diňe Na^+ ionlary ýa-da diňe Cl^- ionlaryny düzýän birikmegiň hataryndan durýar. Na^+ birikmesiniň süýşmeginde Cl^- birikmesine bagly üýtgeýär, ýöne olaryň arasyndaky dartylyma itekleşme bilen çalşyp bilmeýär.

Kristalyň mehaniki deformasiýasynda strukturasy bölünmesiz onuň bir böleginiň beýleki bölege baglylykda bolup geçýän typmasy – typma tekizligi diýilýär.

Jebisleşmegi kristalyň dürli granynda dürli ululyklary bar bolan üst energiýasynyň σ kömegi arkaly düşündirmek bolar. Birikmegi näçe güýçli bolsa, gapdalky granlaryň üst energiýasyndan σ şol granlaryň energiýasy tapawutlanýar.

Jebisleşme tekizlikleriň barlygy krastallaryň döwlegenligini (ýumşaklygyny) häsiýetlendirýär, typma meýdany bolsa – plastiki häsiýetlendirýär.

Birnäçe minerallarynyň kristallarynyň jebisleşme tekizligi bar, metallaryň kristallarynda bolsa typma tekizlikleri bar, şonuň üçin metallar minerallara garanyňda has plastinkaly bolýar.

III. GATY JISIMIŇ TEORETIKI BERKLIĞI. MASŞTABLY FAKTOR

Teoretiki berkligi diýip ideal kristal gözenekde ýerleşýän elementar bölejikleriň arasyndaky baglanşygyň berkligine aýdylýar.

Bölünmegiň has az garşylygy çalyşýan ionlaryň atanakly tekizlikleri eýe bolýar. 9-nji suratda AB çyzygy şeýle tekizlikleri şekillendirýär.

Bu ýerden tekizlikleriň bölünme mümkinçiligi bolan ähli tarapy boýunça ýatan golaý, garşylykly zarýadlanan ionlaryň özara täsirini hasaba alarys. Bu ionlaryň dartylma güýji

$$F = \frac{l^2}{r^2}, \text{ meýdanyň birliginde ionlaryň sany bolsa, } N = \frac{1}{r^2}.$$

$$\text{Bu ýerde kristalyň bölünme garşylygy } P = \frac{l^2}{r^4} = \frac{23 \cdot 10^{-20}}{81 \cdot 10^{-32}}$$

$$\text{din /sm}^3 = 300 \text{ kg/mm}^2 \approx 300 \cdot 10^7 \text{ n/m}^2*,$$

bu ýerde r – hlorly natriide položitel we golaý otrisatel ionlaryň arasyndaky uzaklygy, $2,8 \cdot 10^{-8}$ sm deň ; l – zarýadyň ululygy,

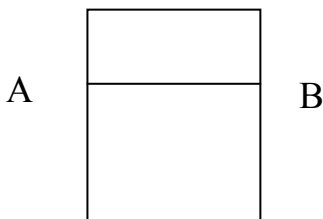
(CFCE) sistemasynda $4,8 \cdot 10^{-10}$; (СИ) sistemasynda $l = 1,9 \cdot 10^{-9}$ k deň.

Kristalyň teoretiki berklik koeffisiýenti praktikada hemişe kemter gaýdýar. Praktikada ölçenýän tehniki (real) berkligi mydama teoretikadan kiçi bolýar. Metallaryň kristallarynyň teoretiki berkligi onuň real berkliginden 1000-lerçe esse ýokary bolýar, minerallarda bolsa 10-100-lerçe esse ýokary bolýar. Teoretiki we real berkligiň uly tapawutlary ähli mümkin bolan defektleriň (mikrojaýryklar, garyndylar (goşantlar), sypjyryklary we ş.m.) barlygynda ýüze çykýar.

Gaty jisiniň berkligine defektleriň berkleğini aýnanyň döwürlegenliginde görkezmek bolar. Aýnanyň döwürlemegi onuň üstüniň mikrojaýrygynyň köplüğine bagly bolup durýar. Eger bu ýokarky gaty erediji kislota HF çalşak, onda şeýle usul bilen arassalanan aýna ýokary berklige eýe bolýar.

Daşky defektlerinden, goşundysyndan başgada real kristallarynyň berkliginiň peselmegine *dislokasiýa* ady belen belli bolan gaty jisimde kristally gözenekleriň dogrylygynyň bozulan görnüşinde içki defektleri täsir edýär.

Dislokasiýanyň (dislokasiýa – atomlaryň ornunyň üýtgemegi) döremek prosesi häzirki wagtda ýeterlik öwrenilmedik. Emma köplenç ýagdaýda dislokasiýalaryň maýyşgak däl deformasiýa prosesinde ýüze çykýanlygy mälimdir. Dislokasiýanyň ýüze çykma mehanizmi hatda ideal kristaly ýagdaýynda ýüki goýmagyň dürliligine şertlenen.

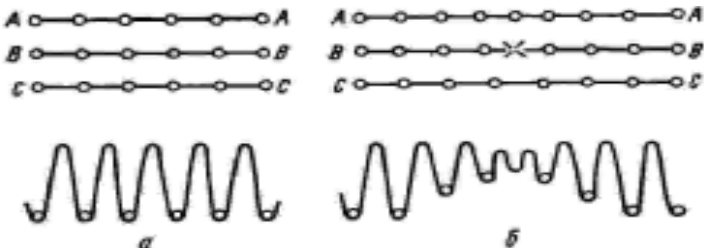


Surat 9. Bölünme garşylygy.

Kristalyň üstüne basyşy berilmeginiň gutulgysyzlygy netijesinde, hem-de kristallaryň defektleri netijesinde çyzykly we sprally dislokasiýalary ýüze çykýar.

Tablisa 4

| Kristal | Bölünme berkligi | | | | |
|-------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|----------------------------------|------------------------------|
| | teoretiki | | real | | Teoretikanyň reala gatnaşygy |
| | kG/mm ² | 10 ⁷ n/m ² | kG/mm ² | 10 ⁷ n/m ² | |
| a- | 1350 | 1350 | 0.30 | 0.3 | 4500 |
| demir..... | 360 | 360 | 0.18 | 0.18 | 2000 |
| .. | 300 | 300 | 0.50 | 0.5 | 600 |
| Sink..... | 1000 | 1000 | 11.60 | 11.6 | 90 |
| | | | | | |
| Hlorly | | | | | |
| natriý..... | | | | | |
| Kwars..... | | | | | |
| | | | | | |



Surat 10. Potensial energiýanyň görkezjisi.
a- ideal kristalda; б- dislokasiýalar ýüze çykanda

10-nji a suratda ideal gözenekde atamlaryň ýerleşşi islendik düwünli hataryň uzoboýuna potensial energiýalaryň periodiki üytgemeginde görkezilen, meselem BB.

10-nji b suratda bozulma meýdanynda atomlaryň ýerleşşi görkezilen. Atomlaryň analogiki ýerleşişinde parallel tekiz gözenekleri bar. Diýmek, kristalada goşmaça goýlan ýarym tekizlige şertlenen defekti bolup biler. Ýarym tekizlikli defekte çyzykly dislokasiýa diýilýär.

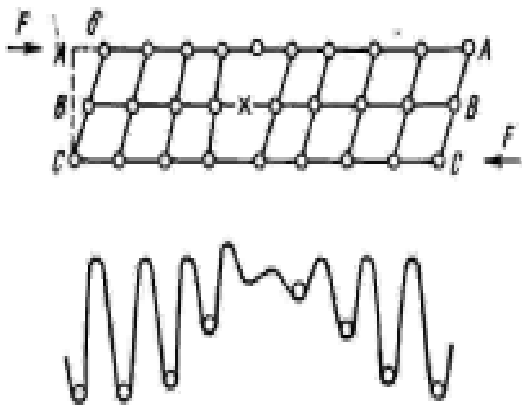
Real kristallaryň dislokasiýanyň barlygy real we teoretiki berkligiň arasyndaky uly tapawady, aýratyn hem hereketi ýagdaýynda ýardam edýär.

Kristalyň hereketiniň typmagyň ähli tekizligi boýunça bir wagtda bolup geçýänligi çaklanylýar. Şeýle ýagdaýda Ýa.I.Frenkeliň başlangyç kritiki bölme güýji

$$\tau_0 = G\varepsilon_0,$$

bu ýerde G – süýşme moduly ; ε_0 – öňki plastiki süýşmegiň maýyşgak deformasiýalaryň ululygy.

Süýşme garşylygy hiç wagt bölünme garşylygyndan uly bolup bilmez. Bu ýagdaýda döwürmegiň berkligi diýip gaty jisimiň gutarnykly bölünmegine düşünilýär. Süýşmegiň berkligi diýip jisimiň içki birnäçe tekizliklerinde typmagy üçin gerek bolan şol maksimal güýje düşünilýär. Hereketi ýagdaýynda jesiniň örän döwürlegenligine seretmezden hatda bozulmagynyň has ulylygynda hembolup geçmezlegi mümkin.

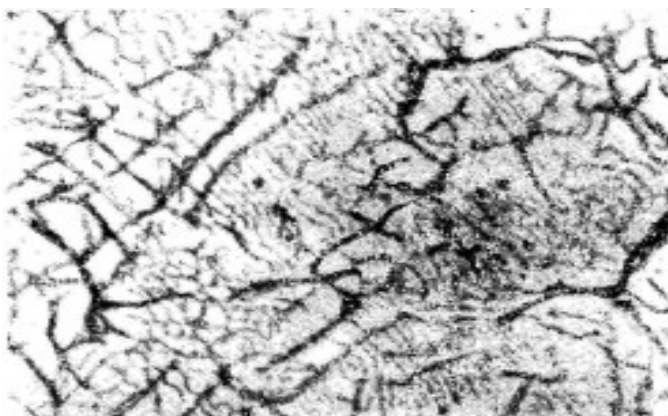


Surat 11. Süýşme güýji goýlanda dislokasiýa zonasýnda potensial energiýalaryň görkezjisi.

Ýylylyk hereketi kritiki bölme güýjüni peseltýär. Emma absolýut nol temperaturasynda kritiki bölünme güýji teoretiki hasaplamasyndan münň esse kiçi.

Dislosirlenen kristalda süýşmek typma tekizliginde ähli atamlaryň bir wagtda ýerleşmegi arkaly bolman, eýsem dislokasiýalaryň hereketiniň kristally gözenege gabat gelýän atamlaryň uly bolmadyk toparynyň yzygiderli ýerleşmegi arkaly ýüze çykýar.

Analiz esasly derňew gözenekleriň elementar defekti ýaly dislokasiýasy barada teoretiki görkezmäni tassyklaýar.



12-nji surat. Hlorly kümüş kristalynyň dislokasiýa setkasy.

Dislokasiýalar aýratynam metally kristallarda ýaýbaňlaşan. 12-nji suratda hlorly kümüşin kristalynda olaryň tory görkezilen. Umuman aýdanymyzda dislokasiýanyň bar bolmagy kristaly örän çäýe bolmagyna getirýär.

Şeýle ýagdaýda teoretiki we real berkligiň arasyndaky uly tapawudyň esasy sebäbi real kristallaryň defektleriniň barlygy bolup durýar.

Masştably faktory. *Masştably faktory* diýip, gaty jisimiň berkliginiň olaryň çyzykly ölçeglerine baglylygyna aýdylýar. Eksperimentler kiçi ölçegleri bolan bir we şonuň ýaly materialyň başga deň şertinde uly berklige eýe bolýar.

Berkligiň mazaly ulanmagyna haçan nysganyň ölçegi 0,5-1,0 mm-den kiçi bolanda seredilýär (12-nji surat).

Gaty minerallaryň däneleriniň gysylandaky berkligini kesgitlenende hem çyzykly ölçegleriň kiçelmegi bilen berkligiň ulalýanlygy görkezilýär.

L.A.Şreýner berkligiň nusganyň çyzykly ölçeglerine baglylygyny kesgitlenende indiki formulany hödürleýär.

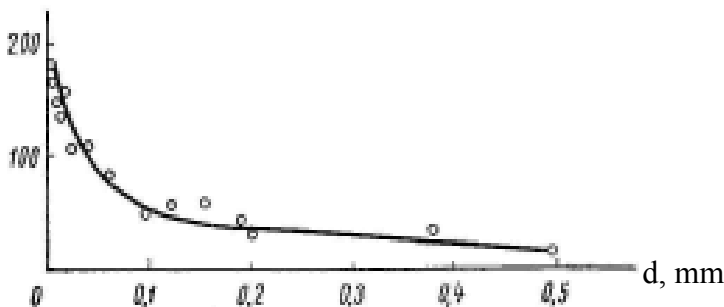
$$\sigma = \frac{a}{l} + \sigma_o$$

bu ýerde : σ – berklik ; l – nusganyň çyzykly ölçegleri ; σ_o – uly nusgalaryň berkligi ; a – proporsionallyk koeffisiýenti.

Masştably faktor dag jynsynyň berklik ululygyna aýdyň täsir edýär. Meselem, minorologiki düzümi birmeňzeş, ýöne dürli ölçegli däneden (kristallardan) durýan jynsyň berkligi şol dartgynly ýagdaýynda dürli bolar.

Ownuk däneli jyns mydama has berk bolar we bu tapawudy jynsy düzýän dänäniň ululygy näçe kiçi bolsa onuň berkligi hem şonça uly bolar. Mundan başgada berkligi pes minerallardan durýan ownuk däneli jynslar iri däneli has berk minarallardan düzülen jynslar ýaly bolup biler.

σ_d , kG/mm²



13-nji surat. Aýnaly nitileriň berkligine masştably faktorynyň täsiri.

3.1. Ýarym kristally jisimde sepleşme güýçleri

Ýarym kristally güýçleri hökmünde aýratyn kristallaryň içki täsirli sepleşme güýji bilen tapawutlanýan dag jynslaryny görkezmek bolar.

Dag jynsynyň *sepleşme güýçleri* ýa kristal jynsy düzýän dürli minerallaryň däneleriniň göz-göni galtaşmagynda ýa-da bölekli dag jynsynyň däneleriniň arasynda ýerleşen sementirleýji madda arkaly amala aşýar. Galtaşýan kristallaryň arasynda ýüze çykýan özara täsir güýçleri özüniň tebigylygy boýunça kristallaryň içki täsirli güýjünden tapawutlanmaýar. Şeýle güýçler elektrostatiği (ionly kristallar), atomly, molekulaly ýa-da garyşyk bolup biler.

Sepleşme güýjüniň ululygyna galtaşýan ýerinde dänäniň arasyndaky uzaklyk köp täsir edýär. Bu aralyk ähli galtaşma meýdany boýunça hemişelik bolmaýar, hem-de kristallyň içiniň atom ara uzaklygynyň özara täsirli güýçleriň bolmazlygyndaky uzaklyga çenli deň ululygyna – giň diapazonda dänäniň üstüniň beýikli-pesliligine baglylykda üýtgeýär.

Ýarym kristally jisiniň berkligi dänäniň galtaşýan ýerinde özara täsirli güýçleri kesgitleýär, olar bolsa mudama kristallaryň içinden kiçi bolýar. Şonuň üçin kristallaryň berkligi şonuň ýaly kristallardan durýan ýarym kristallaryň berkliginden uludyr.



14-nji surat. Gum daşlary görnüşli bölek jynsyň sepleşme güýji.

Çägeler tipli bölekli dag jynsynda sepleşme güýçleri tapawutlanýar: dänäniň içi $C_{dän}$, sementirleýji maddanyň içi C_{sem} we bölekleriň we sementiň arasy C_{sep} (14 sur.).

$C_{dän} > C_{sem} > C_{sep}$ ýaly jynslar köp gabat gelýär ; $C_{dän} > C_{sem} \approx C_{sep}$ seýrek we $C_{dän} < C_{sem} \approx C_{sep}$ has seýrek gabat gelýär.

Toýunda bölekli jynsyň topary köp gabat gelýär, bölekleriň arasyndaky sepleşmesiniň ölçegleri 0,001 mm-den kiçi bolan kolloidli dänäniň bolmagyna şertlenýär we has iri dänäniň üstleriniň adsorbirlenmegine şertlenýär.

Dänäniň içiniň sepleşmesi mydama olaryň arasyndaky sepleşmeden ulydyr. Şeýle ýagdaýda däneleriň arasyndaky sepleşme güýçleri wagtyň geçmegi bilen mäkämleşmegiň hasabyna artýar.

Sepleşme güýjüniň tebigylygyna laýyklykda dag jynsynyň (bölekli, kristally) üç toparyny tapawutlandyryýar.

Birinji topary mikro we makro gurluşlarynda birmeňzeş bolan tebigy elektrik sepleşme güýçli jynslardan ybaratdyr. Şeýle jynsy suwly doýgynlaşdyrylanda birnäçe jynsyň sepleşme güýçleri gowşaýar, ýöne ýitip gitmeýär. Şeýle jynsda bu güýçler bozulsa, täzeden gaýdyp gelmeýär. Jynsyň bu toparyna dolomitler, hek daşly, çäge daşlary, kremnili slanesler we mergeller, angidrit, gips we beýlekiler degişlidir. Olara kähalatda “gaýu” sözünden getirilip gaty jynslar diýilýär.

Ikinji topar bölegiň üstüne odsorbirlenýän kolloidli dänäniň özara täsiri sebäpli amala aşýan bölekleriň arasyndaky sepleşme güýçli jynslardan ybaratdyr. Bu güýçler olaryň bozulmagyndan soňra hem öňki ýagdaýyna gelmäge ukyply. Bu toparyň jynslaryny suwly doýurylan ýagdaýynda sepleşme güýçleri düýpli peselýär. Bu topara esasan toýunly jynslar degişlidir. Olara köplenç çeýe jynslar diýilýär.

Üçinji topara boşlukda suwuň barlygyna şertlenýän sepleşme güýçli jynslardan ybarat. Bu topara ürgün çägeler we plywunlar (topragyň suw asty kerepleri) degişli bolýar. Plywunda sepleşme güýçleri olaryň suwdan doly doýgynlylygy ýagdaýynda bolmaz, ürgün çägede bolsa suwlaryň ýoklygynda bolmaz.

IV. DEFORMASIÝANYŇ ÝÖNEKEÝ GÖRNÜŞİNDE DAG JYNSYNYŇ WE MINERALLARYŇ MEHANIKI HÄSIÝETI

Deformasiýanyň ýönekeý görnüşi diýip bir okly gysylmagyna, giňelmegine, aýlawlaryna we süýşmegine aýdylýar. Dag jynsynyň nusgalaryny mehaniki barlag geçirilende ýanaşyklygy sebäpli güýç goýma ýagdaýy hemişe çylşyrymly bolup durýar. Emma häzirki wagtda diňe deformasiýalaryň görnüşiň we oňa laýyk gelýän güýç goýma ýagdaýynyň görnüşiň artykmaçlyk edýän täsirini hasaba alynýar.

Mehaniki häsiýetleri diýip gaty jisimiň şol sanda deformasiýa prosesinde minarallaryň we dag jynsynyň bolşuny kesgitleýän şeýle häsiýetine düşünilýar. Mehaniki häsiýetini öwrenmek deformasiýalaryň we daşky güýçleriň arasyndaky baglanşyklary anyklanylmagyna alyp barýar.

Gaty jisime goýlan ululyklara we häsiýetine baglylykda daşky güýjiniň çyzykly ölçegleri we jisimiň formasy üýtgeýär, şeýle hem gaty jisimde mehaniki deformasiýalar ýüze çykýar. Deformasiýalar öz gezeginde özgerýän we özgermeýän bolup biler.

Eger daşky güýçler dürli minerallaryň we jynsyn kristallary üçin giň diapazonynda üýtgeýän birnäçe predelinden artyk bolmasa, onda deň ölçegli ornundan dänäniň ýerini üýtgetmegi we ýüze çykan deformasiýalar maýyşgak özgerýän bolar. Maýyşgak deformasiýalarynda daşky güýjüň aýrylmagyndan soňra atom ara özara täsirine şertlenen içki güýçleriň kristala edýän täsiri netijesinde başlangyç ýagdaýyna gaýdyp gelýär. Içki maýyşgak güýjüň ululyklary jynslara we minerallara täsir edýän daşky goýlan güýjüň ululygy boýunça kesgitleýär.

Maýyşgak deformasiýasyndaky täsir edýän daşky güýçleriň artykmaçlygy netijesinde ýa döwürme bozulmagy ýa-da plastiki (özgermeýän) deformasiýasy bolyp biler. Plastiki

deformasiýa maddanyň bitewiligini bozman süýşmegi (kesgitli tekizligi boýunça typmasy) bilen bir wagtda bolup geçýär.

Plastiklik köp kristalliki madda, ýagny metallara, splawlara we kesgitlenen şertde minerallara we dag jynslaryna eýe bolýar. Plastiki deformasiýa bilen kristal maddanyň strukturalarynyň we häsiýetiniň köp üýtgemegi baglanşyklydyr. Emma hatda deformirlenmegiň juda uly derejesinde kristallyk hili we kristally strukturalarynyň eýe bolýan görnüşi saklanýar, diňe kristalyň formasy üýtgeýär. Deformasiýanyň häsiýetine güýç goýma ýagdaýy, deformasiýalaryň tizligi, temperatura we beýekiler, ýaly dürli faktorlar täsir edýär. Bu faktorlaryň ählisi kesgitlenen şertde we utgaşdyrylanda gaty jisimiň döwlegenliginiň we plastikliginiň ýokarlanmagyna ýa-da peselmegine getirip biler.

Şonuň üçin şol bir jisimiň ýa döwlegenligine ýa-da plastikligine seretmek bolar. Jisimiň bozulmagynda ondaky goýlan güýjüň ýüze çykarmagynda berklik predeli düýp atlandyrylýan artdyrylan birnäçe predeli aralaşýar. Gaty jisimiň berklik predeliniň ululygy öz gezeginde esasan güýç göýma ýagdaýyna (çyzykly ýa-da göwrümleýin – güýç goýmaly) we beýleki faktorlara bagly.

Şeýle ýagdaýda deformasiýa prosessinde islendik gaty jisimiň bolşuny maýyşgaklyk, plastiklik we berklik häsiýetiniň jeminden kesgitlenýär. Şonuň üçin minerallaryň we dag jynsynyň mehaniki häsiýeti olaryň maýyşgak, plastiklik we berklik häsiýetnamalaryny kesgitleýär.

4.1. Jynsy döredýän minerallaryň mehaniki häsiýeti

Tebigy ýagdaýynda minerallaryň aglaba köpçüligi uly bolmadyk ölçeglerde bolýar we olaryň mehaniki häsiýetini öwrenmek üçin ýaramly aýratyn monokristally görnüşinde örän seýrek duş gelýär.

Emma, jynsy döredýän minerallaryň mehaniki häsiýeti barada bolan maglumaty iki esasy aýratynlyklaryna eýe bolýanlygyny görkezýär.

Birinjisi, minerallar *maýyşgak* - *döwlegen* jisimler bolýar. Bu bozulma pursadyna çenli minerala daşky güýçleriň täsiri netijesinde jisimde ýüze çykýän ähli deformasiýalarynyň maýyşgak bolýanlygyny aňladýar.

Ikinjiden, minerallar *ideal maýyşgak* jisimler bolýar, şeýlede deformirlenmek prosessi güýç goýma ýagdaýynyň islendik şertinde Guguň kanunyna degişli bolýar.

Gaty jisimiň şol sanda minerallaryň maýyşgak häsiýetine Ýungyň moduly E , süýşme moduly G we Puassonyň koeffisiýenti μ ýaly hemişeliklerini häsiýetlendirilýär.

Birinji maýyşgak (konstanty) hemişelik ululygy gos-göni Guguň kanunyndan gelip çykýar:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

bu ýerde σ - güýç goýma; ε - otrositel deformasiýa.

Ähli üç maýyşgak hemişelik ululyklary öz aralarynda belli baglylygy bilen baglanşan:

$$E = 2G(1 + \mu)$$

5-nji tablisada birnäçe minerallar üçin Ýungyň modulynyň ululyklary getirilen.

Tablisa 5

| Mineral | Ýungyň moduly | |
|-----------------|------------------------|-------------------------|
| | 10^5 kg/sm^2 | 10^{10} n/m^2 |
| Daş duzy | 4,0 çenli | 4,0 çenli |
| Gips | 1,2 – 1,5 | 1,2 – 1,5 |
| Kalsit | 5,8 – 9,0 | 5,8 – 9,0 |
| Meýdan şpatlary | 8,0 çenli | 8,0 çenli |
| Kwars | 7,9 – 10,0 | 7,9 – 10,0 |
| Topaz | 30,0 | 30,0 |
| Korund | 52,0 | 52,0 |

5-nji tablisadan topazdan we korunddan başga jyns döredýän minerallaryň aglabasy üçin Ýungyň modulynyň ählisiniň birnäçe esse tapawutlanýanlygy görkezilýär. Mundan başgada anizotropylygy bilen baglylykda birnäçe minerallardaky Ýungyň modulynyň ululygy birnäçe predelde üýtgap durýar.

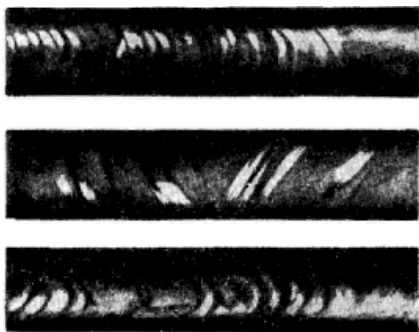
4.2. Minerallaryň plastikligi

Deformasiýanyň ýönekeý görnüşinde jyns döredýän minerallar döwlegen jisimleri bolup durýar hem-de olaryň birnäçesiniň diňe ähli taraplaýyn ýokary gysylmagy şertinde plastiki deformasiýa ýüze çykýar.

Jyns dörediji minerallaryň döwlegenligi we plastiklik häsiýetiniň ýüze çykmagy olaryň kristallarynyň typma we sepleşme tekizlikleriniň barlygy bilen baglanşyklydyr. Sepleşme tekizlikleri minerallaryň kristallarynyň döwlegenligini, typma tekizlikleri bolsa plastikligi häsiýetlendirýär.

Birnäçe mineralynyň kristalyň kesgitli şertinde typma yzlarynyň we süýşmeleriniň görünýän liniýasynyň kähalatda ýüze çykmagyna ýardam edýän deformasiýalaryň galan yzy döreýär. Bu ýagdaýda plastiki deformasiýa kesgitlenen kristollografiki ugrynyň birnäçe tekizlik boýunça typmagyň hasabyna bolup geçýär. Minerallaryň kristalynda typma ugrynyň we tekizlikleriniň süýşmeginiň has az garşylygy bolýar. Öz gezeginde süýşme güýjiniň ululygy güýç goýma ýagdaýynyň häsiýetine bagly hem-de daşky güýjiň duran meýdanyň kristalliki okyna bagly.

Eger typma tekizligi kristala täsir edýän güýje gatnaşygy boýunça ýaramaz ýerleşen bolsa, onda daşky ýükiň ulalmagy kristalda uly maýyşgak energiýalaryň jemlenmegine getirýär. Kristallaryň hatarynyň bozulmagy başlaýança maýyşgak energiýalarynyň jemlenmeginiň hasabyna gözenekleriň täze ýagdaýa geçmegi bolup geçýär we *mehaniki meňzeşlik* döreýär. Tejribeler kristalyň meňzeş böleginiň *goşalanma tekizlikleri* diýip atlandyrylýan birnäçe tekizliklerde öwrenilýän kristallaryň gözenekleriniň *meňzeş üstleriniň* bolýanlygyny görkezýär.



15-nji surat. Monokristally metallaryň dartylmagynda ýüze çykýan mehaniki goşalanmalar.

Goşalanma mehanizmi typma mehanizminden tapawutlanan. Eger normal typmasy mümkin bolmasa ýa-da gutaran bolsa, onda goşalanmasy bolup geçýär, soňra bolsa, döreýän meňzeşlikde plastiki deformasiýasy typma arkaly bolup geçýär.

15-nji suratda metallaryň monokristallarynyň süýünmegi ýüze çykýan mehaniki meňzeşlikleri görkezilen, 16-njy suratda bolsa, kalsit kristalynyň goşalanmasy (meňzeşligi) görkezilen. Kristalyň gapyrgasyna pyçagyň tygyny perpendikulýar basylsa onuň goşalanmagyna getirýär.



16-njy surat.
Kalsit kristalynyň goşalanmasy

Şeýle ýagdaýda minerallaryň kristalynyň plastiki deformasiýasy ýa biratly tekizlikler boýunça typmasynyň hasabyna, ýa-da goşalandyrma typmasynyň hasabyna bolup geçmegi mümkin.

Has plastiki minerallar daş duzy, kalsit, barit we beýleki birnäçeleri bolup durýar. Kwars, meýdan şpatlary ýaly şeýle ginden ýaýran minerallar hatda ähli taraplaýyň ýokary gysylmasynda hem uly plastiki deformasiýa ukynlylygy gumanasyz görünýär.

V. GATYLYK BARADA DÜŞÜNJE. MINERALLARYŇ GATYLYGY

Gatylyk düşünjesi ýgy-ýgydan materialyň *berkligi* düşünjesi bilen deň hasaplanýar. *Berklik* diýip, *deformasiýanyň dürli görnüşinde gaty jisimiň mehaniki bozulmagynyň garşylygyna* düşünilmegine eýedir, meselem dartylmada berklik, gysylmada berklik we ş.m. aýdylýar. Soňkyar diňe deformasiýanyň hasiýetine bolman, *eýsem onuň laýyk gelyän güýç goýma ýagdaýynyň şertini görkezilýän jisime başga jisimiň girmeginiň garşylygyna* düşünilýär, şeýle hem basylmagynda *gatylygy* berklik bolar. Dartma, bir okly gysma we beýlekiler ýaly gysylmagy deformasiýanyň ýönekeý görnüşiniň bolmaýanlygyny hasaba alynmagyna eýedir. Gysylanda çylşyrymly ýükli ýagdaý döreýär.

Gatylygy gysylmadan başgada kähalatda sypjyrygy we tekizligi bellenýär. Bu ýagdaýda gysylmak ilkinji prosess bolup durýar, şeýle-de gysmasyz sypjykda, ýylmanaklygyda döredmeýar.

Gatylygyň we berkligiň ölçeg birlikleri adaty kG/mm^2 ýa-da kG/sm^2 -da aňladylýar, täze birlik sistemasynda (SI) n/m^2 ýa-da bar-da aňladylýar.

Gatylygyň birnäçe ýagdaýynda onuň bozulma prosessinde gaty jisimiň täze üst berkliginiň döremeginde sarp edilýän işleriň ululygy boýunça bellemek mümkin.

Gatylyk ölçegi B.D.Kuznesowyň hödürlemegine görä üst energiýasy σ bolup biler.

Derňelýän minerallaryň gatylygyny takmynan kesgitlemek üçin minorologiki praktikasynda Moosyň şkalasy ulanylýar. Bu

şkala özünde her indiki mineralyň önündäkini sypjyrmagynda 10 minerallardan hilli hataryny görkezýär.

6-nji tablisada sypjyrma we ýylmama usulynda anyklanylan Moosyň şkalalarynyň etilonly (beýleki ölçeg gyrallary deňeşdirýän örän dogry ölçeg nusgasy) onlarça minerallar üçin otnositel gatylygy görkezilen.

Tablisa 6

| Mineral | Moos boýunça gatylygy | Otnositel gatylygy | |
|--------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| | | Sklerometr ulanylanda | Ýylmama usuly ulanylanda |
| Talk..... | 1 | 2,3 | 0,03 |
| Gips..... | 2 | 9,5 | 1,25 |
| Kalsit..... | 3 | 22,5 | 4,5 |
| Flýuorit.... | 4 | 25,5 | 5,0 |
| Apatit..... | 5 | 35,5 | 6,5 |
| Ortoklaz.... | 6 | 108 | 37 |
| Kwars..... | 7 | 300 | 120 |
| Topaz..... | 8 | 450 | 175 |
| Korund.... | 9 | 1000 | 1000 |
| Almaz..... | 10 | - | 140000 |

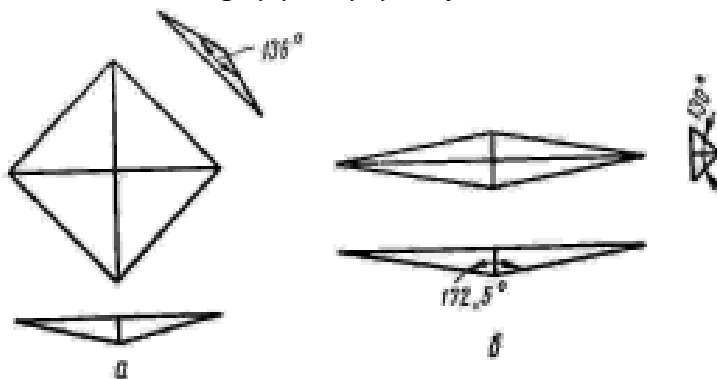
Sypjyrma usulynda gatylygy kesgitlenende sklerometrler ulanylýar. Sklerometriň depesinde 90° burçly almazly konusy bar. Gatylyk keşleriň hemişelik giňligi 0,01 mm bolanda kesgitlenýär. Gatylygy ýylmamak usuly ulanylanda ýokary gatylygy bolan karborund (SiC) – maddanyň poroşogy ulanylýar. Derňelýän mineralyň kristaly we karborundyň alnan möçberi önünden çekilýär. Ýylmamak iýilmegi bes edilýänçä geçirilýär, mineralyň gatylygy bolsa ýitirilen agramy boýunça bellenýär.

6-njy tablisada gatylygyň ululygy ähli zatdan ön ony kesgitlemegiň usulyna baglylygy görkezilýär. Mundan başgada bir nomerden başga nomere geçende etelanly minerallaryň gatylygynyň ulalmagy deňölçegsiz bolup geçýär.

Minerallaryň kristallarynyň tapawutly gatylygy esasy iki faktora bagly bolýar. Birinjiden, gatylygyň birmeňzeş şertinden

başgada kristal gözenegiň tekizlik ara uzaklygyna bagly bolýar : olar näçe kiçi bolsa berkligi şonçada uly bolýar. Ikinjiden kristallaryň birmeňzeş strukturasynda we tekizlik ara uzaklygynyň birmeňzeşliginde düzýän kristallaryň ionlarynyň walentligini ýokarlandyrmak bilen gatylygyň ulalýanlygy belenen.

Minerallaryň gatylygyny kesgitlemek üçin esasan gysma usuly ulanylýar. Emma minerallary dürli uçluklarda gysylanda gatylygyň ýokary hilli bahalary üçin zerur *takyk yzy almak* elmydama mümkin bolmaýar. Eger döwlegen jisimi az güýjiň täsirinde uly burçly ýiti uçlyklary basylsa, onda bu jisimiň üstünde olaryň çäginde owanyp bozulma uzyny goýmaýan mikro yzlar döredýär. Bu usul *mikro gatylyk adyny* aldy.



a- Wickershi ine dördül piramidasy; б- Knupyn pomb şekilli

Mikro gatylygy kesgitlemekde basylyan burçlyk almazly piramida bolup durýar (17-nji sur.) 17-nji a suratda granlaryň arasyndaky gerşinde 136° burçly Wickershi ine dördül piramidasy görkezilen, b suratda bolsa, depelerinde 130 we $172,5^\circ$ -ly garypgalaryň arasynda dürli burçly bolan Knupyn pomb şekilli piramidasy görkezilen.

Mikro gatylygy M.M.Hruşewyň we E.S.Berkowiçiň işläp taýýarlan PMT (IIMT)-2 we PMT-3 priborlar arkaly ölçenýär.

Mikro gatylygyny ölçemek indiki ýagdaýda geçirilýär.

Mikro gatylygy kesgitlemekde basylyan burçlyk almazly piramida bolup durýar (17-nji sur.) 17-nji a suratda granlaryň

arasyndaky gerşinde 136° burçly Wikkersiň ine dördül pramidasy görkezilen, b suratda bolsa, depelerinde 130 we $172,5^\circ$ -ly garypgalaryň arasynda dürli burçly bolan Knupýň pomb şekilli pramidasy görkezilen.

Mikro gatylygy M.M.Hruşewyň we E.S.Berkowiçiň işläp taýýarlan PMT (IIMT)-2 we PMT-3 priborlar arkaly ölçenýär.

Mikro gatylygyny ölçemek indiki ýagdaýda geçirilýär.

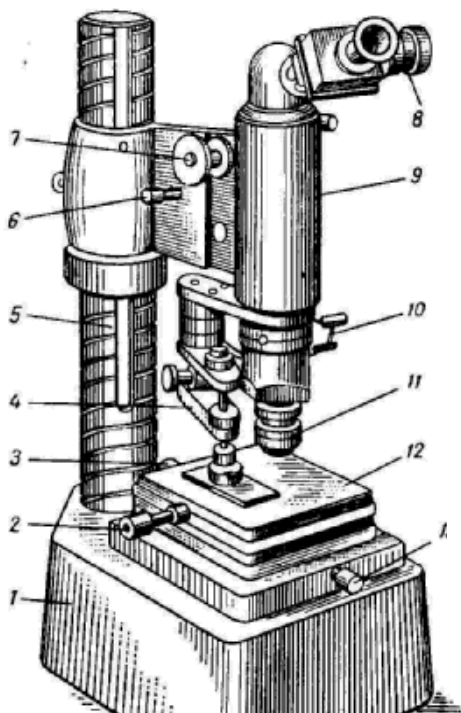
Üsti ýylmanyňan öwrenilýän nusgany Stoljyga 12 plastina arkaly birikdirilýär. Nusganyň üstündäki mikroskoby 9 nurbatlar we 7 fokusileýär. Yz goýmak üçin nusganyň duran ýerine mikrometriki nurbatlar 2,3 bilen stoljygy 12. Süýşürmek arkaly ýoljagazlarda süýşirilýär. Okda güýç goýma mehanizmde 4 ýük berlen ululygyna görä ýerleşýär. 13 nurboty stoljygy direge çenli towlanýar. Bu ýagdaýda nusganyň yz goýmak üçin ýerinde almazly piramida görünýär. Şoňra Tutowajyň kömegi arkaly derňelýän üst bilen galtaşýan ýerine piramida girizilýär. 5-10 sek saklanandan soňra ýük aýrylýar. Soňra stoljyk tersine öwrülýär we okulýarly mikrometr arkaly yzyň diagonallary ölçenýär.

Berilýän ýükler agramlary 2,5,10,20,50,100,200 g bolan şaýba şekilli bolup durýar.

Nusgada alynýan almazly piramidalaryň yzyna 485 esse ylaldýan mikroskoplarda seredilýär.

PMT-3 priboryň kömegi bilen priborlaryň we mehanizmleriň ownuk metallarynyň, folgalaryň metal lentasynyň metal sapaklarynyň gatylygyny kesgitlemek mümkin. Diňe monominerallaryň gatylygyny bolman eýsem düzümine girýän islendik iri kristally jynslarynyň aýratyn minerallarynyň mikro gatylygyny kesgitlemek mümkin.

Piramidalary basmak usuly boýunça gatylygyň tejribesinde gatylyklaryň ululygy goýulýan güýjüň $P(kG)$ yzyň gapdal üstüniň meýdanyna $F(mm)$ bolan gatnaşygyna aýdylýar.



18-nji surat. Mikro
gatylygyny kesgitlemek üçin
PMT-3 pribory.

1-düýp esasy; 2, 3-metriki
nurbatlar; 4-güýç berme
mekanizmi; 5-daýanç; 6-
foksdak mikroskobuň
dogrylygyny kesgitleýän
nurbat; 7-foksdak takmynan
kesgitleýän nurbat; 8-okulýar
(optiki gurallarda seredýäniň
özüne tarap öwürilen linza)

$$H_m = \frac{P}{F};$$

bu ýerde H_m – mikrogatylygy.

Öz gezeginde $F = \frac{d^2}{2 \sin \alpha / 2}$ Bärde d – zyýň
diagonalynyň uzuklygy, mm; α – piramidalaryň üstündäki burç,
136° deň.

Onda $F = \frac{d^2}{1,854}$ bu deňligi mikrogatylyga goýup

$$H_m = \frac{1,854P}{d^2} \text{ [kG/mm}^2 \text{ (} 10^7 \text{ H/m}^2 \text{)] alarys. Gatylygyň}$$

ululyklarynyň hasaplamasyny çaltlandyrmak üçin hemişe priborlarda goşmaça goýlan taýýar tablisalar ulanylýar. Gatylygyň sanyny hasaplamak üçin üçden az bolmadyk yzlary göýulýar.

Rombiki piramidalar arkaly mikrogatylygy kesgitlenende (17 sur., b) goýulýan ýük 25-den 3500 Ga çenli üýtgeýär, gatylygy bolsa goýlan ýüküň yzyň galdyran yzyna bolan gatnaşygy ýaly hasaplanýar.

Tablisa 7

| Minerallar | Mikrogatylygy, 10^7 H/m^2 | |
|------------|-------------------------------------|------------------|
| | Kwadratly piramida | Rombiki piramida |
| Talk | 2,5 | - |
| Daş duzy | 20 | - |
| Gips | 30 | 32 |
| Kalsit | 110 | 130 |
| Flýuorit | 190 | 160 |
| Angidrit | 200 | 170 |
| Dolomit | 320 | - |
| Apatit | 540 | 360-490 |
| Ortoklaz | 790 | 490-560 |
| Kwars | 1120 | 710-90 |
| Topaz | 1500 | 1290 |
| Korund | 2300 | 1700-2200 |
| Almaz | 10068 | 8000-8500 |

Bu tablisada birnäçe minerallaryň mikrogatylygynyň ululyklary getirilýär, şol sanda Moosyň şkalasyna girýän minerallar. Bu tablisada rombiki piramidalary basylanda mikro berkligiň ululygy kwadratly piramida seredeniňde ähli minerallar üçin birnäçe kiçidir, ýöne, ululygyň tertibi şol bir durkuna

saklanýar. Mundan başgada rombiki piramidalar basylanda rombiki piramidalaryň uly diagonalynyň gönükdürilmegine baglylykda ýüze çykýan, minerallaryň anizotropylygy bilen baglanyşkly ýaýrama ululygyna seredilýär.

VI. DEFORMASIÝANYŇ ÝÖNEKEÝ GÖRNÜŞİNDE DAG JYNSYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETI

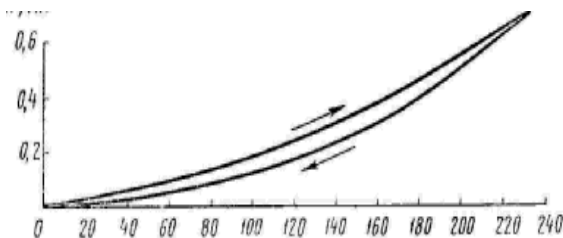
Dag jynslary düzüminiň dürliligi ýaly gurlyşy boýunça dürli bolan jisimlerden ybarat. Munuň bilen baglanyşklylykda minerallar bilen deňeşdirilende jynsda esasan dänäniň araçägi boýunça defektleriň uly mukdary bar. Şonuň üçin dänäniň araçägindäki özara täsirli güýçleri şol jynsy düzýän dänäniň içki güýçlerinden elmydama uludyr.

Dag jynsynyň dürliliginiň we defektleriň uly mukdarynyň barlygy olaryň mehaniki häsiýetiniň hatda monominerallaryň häsiýetini tapawutlandyrmagyna getirýär.

5.1. Dag jynsynyň maýyşgatlýk häsiýeti

Deformasiýalar we güýç goýmalar bilen bagly dag jynsy üçin çylşyrymly häsiýetli. Jynslara täsirli statiki güýç goýlanda jynslaryň deformirlenmegi Guguň kanunyna eýe bolmaýar, dinamiki güýç goýlanda bolsa, köp dag jynsy üçin Guguň çyzykly kanuny ulanylýar.

σ_d , kG/mm²



Gygylma güýji, mk

19-njy surat. Dykyz jyns gysylanda maýyşgak gisterezisiň emele gelmegi

Dag jynsynyň deformasiýasynda minerallardan tapawutlylykda maýyşgak gisterezisiň ýüze çykmagyna seredilýär. 19-njy suratda dykyz jynslar gysylanda deformasiýanyň we güýç goýmanyň arasyndaky egrili baglanşygy görkezilen.

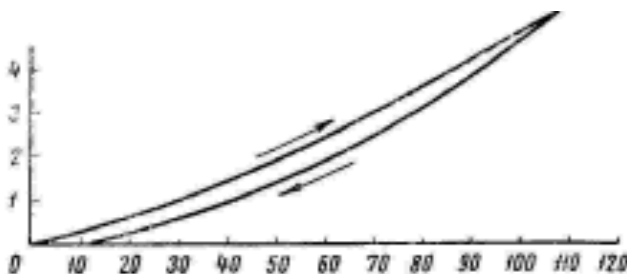
Güýç goýma we aýyрма egrileri gabat gelmeýär, güýç goýma ergisiniň güýji aýyрма egrisinden ýolarda ýerleşnligi sebäpli gisterezis petlesi döreýär. Öýjükli jynslarda güýji aýyрма egrisi koordinatanyň başynda bolup geçmeýär; jynslaryň süýşmegi netijesinde birnäçe galan deformasiýa seredilýär.

Dag jynsynda jynsa birnäçe hemişelik güýji goýulmagynda deformasiýanyň ösmeginde ýüze çykýan maýyşgak hereketiň netijesiniň täsiriniň hadysasyna seredilýär. Eger soňra güýji aýyrsak, onda jynsda birnäçe galan deformasiýa ýüze jýkar.

Dag jynsy üçin maýyşgaklyk modulynyň (Ýungyň moduly) ulylygyny bir okly gysylyn, dartylyp we egredip geçerilýän tejribelerde kesgitlenýär. Bu işde döredilýän güýçde nusganyň deformasiýasyny ölçemekligi alnyp barylýar.

Gugyň kanunyna birikýän birnäçe dag jynsy we minerallar üçin güýç goýmagyň we deformasiýalaryň arasyndaky baglanşygy deformasiýanyň grafiginde göni çyzykly kesimi şekillendirýär. Bu ýagdaýda maýyşgakly modulyny indiki formula boýunça kesgitlemek mümkin

$\sigma_d, \text{kG/mm}^2$



Gyyslma güýji, mk

20-nji surat. Öýjükli gum daşy gysylanda süýşmeginiň we maýyşgak gisterezisiň emele gelmegi

$$E = \frac{(P_n - P_{n-1})l}{S(\Delta l_n - l_{n-1})} \quad [\text{kG/sm}^2, (\text{bar})]^*$$

(* 1 kG/sm² = 10⁵ n/m² = 0,980665 bar ≈ 1 bar, şeýle-de tehniki hasaplamalar üçin 1 bar = 10⁵ n/m² almak mümkin).

Bu ýerde

P_n – seredilýän güýç goýma interwalynda ahyrky güýji, kG;

P_{n-1} – şol interwalda başlangyç güýji, kG;

l - deformasiýany ölçenýän uzynlygy, sm;

S – nusganyň kese-kesiginiň meýdany, sm²;

Δl_n -güýç goýma interwalynda ahyrky deformasiýa, sm;

Δl_{n-1} - şol interwalda başlangyç deformasiýa, sm.

Köp dag jynsy üçin deformasiýanyň grafiginiň başlangyç meýdançasý göni çyzykly bolmaýar. Egriligi uly bolmadyk ýagdaýynda maýyşgakly moduly E (1) formulada hasaplanýar. Eger egriligi uly bolsa onda E egriniň göni hasap edilýän her aýratyn meýdany üçin kesgitlenýär we indiki formulany ulanylýar

$$E_i = \frac{P_n - P_{n-1}}{S(\varepsilon_n - \varepsilon_{n-1})} \cdot (\text{bar}), \quad (2)$$

bu ýerde ε_n – şol meýdan üçin ahyrky otnositel deformasiýa;

ε_{n-1} – şol meýdan üçin başlangyç otnositel deformasiýa.

Modulyň ortaça bahasy $E_{or} = \frac{\sum E_i}{n}$ formula boýunça

hasaplanýar, bu ýerde n – meýdanlaryň sany.

8-nji tablisada birnäçe dag jynsy üçin bir okly gysylýp alnan Ýungyň modullary görkezilen.

8-nji tablisada Ýungyň modulynyň ulylygynyň jynslaryň mineral düzümüne baglylyny görkezýär, ýöne Ýungyň modulynyň ululygynyň we minerallaryň, jynsyň gatylygynyň arasynda

haýsydyr bir kanunylygy anyklamak praktiki mümkin däl. Meselem, kwarsyň gatylygy dolomitiň gatylygyndan üç esse köp, Ýungyň moduly bolsa kwarsyňky dolomitiňkiden bir ýarym esse kiçidir.

Tablisa 8

| Dag jynsy | Ýundyň moduly, $10^5 \text{ kG/sm} (10^{10} \text{ n/m}^2)$ | Dag jynsy | Ýundyň moduly, $10^5 \text{ kG/sm} (10^{10} \text{ n/m}^2)$ |
|-------------------|--|------------|--|
| Toýunlar | 0,03 | Dolomitler | 2,1-16,5 |
| Toýunly slanesler | 1,5-2,5 | Granitler | 6,0 çenli |
| Çäge daşlary | 3,3-7,8 | Bazaltlar | 9,7 çenli |
| Hek daşlary | 1,3-8,5 | Kwarsitler | 7,5-10,0 |
| Mramor | 3,9-9,2 | | |

Dolomitleriň ýokary maýyşgak häsiýeti hekdaşlary bilen birmeňzeş gatylygynda olaryň burowlama prosessinde bölünme garşylygy hekdaşlaryndan we gatylygy boýunça beýleki ýakyn jynslardan has uly görkezmegine ýardam edýär.

G.N.Kuznesow, G.A.Şreýner, K.B.Ruppeneýt, B.S.Federow we beýlekiler dag jynsynyň maýyşgaklyk häsiýetiniň faktorlaryň hataryna baglylygyna anykladylar.

Dag jynsy (jynsy döredýän minerallardan tapawutlylykda) üçin Ýungyň modulynyň ululygy ähli zatdan gaýry deformasiýanyň görnüşine we goýlan güýjüň, aýratynam uly güýç goýlan meýdanyndaky ululyklara bagly. Dartylmagynda E_d , egrelmeginde E_e we gysylmagynda E_g maýyşgaklyk modullarynyň ululyklarynyň arasynda $E_d < E_e \leq E_g$ deňsizliginiň barlygy anyklanylýan.

Egredilende maýyşgaklyk moduly dartylmagyndan 1,1-1,3 esse uludyr hem-de gysylandaky maýyşgaklyk modulyndan 0,25-0,35 esse kiçidir.

Eger jynslaryň düzümine girýän esasan jynsy döredýän mineralyň ýokary maýyşgaklyk moduly bar bolsa, onda jynsyň ýokary maýyşgaklyk moduly bolar, ýöne jynsyň maýyşgaklyk

moduly E_j hemişe mineralyň maýyşgaklyk modulyndan E_m kiçi bolar, $E_j < E_m$. bu maýyşgaklyk modulyň ululygynyň dag jynsynda dänäniň galtaşýan ýerleri boýunça minerallaryň däneleriniň içinden juda gowşak bolan özara täsirli molekulýar güýçlerine bagly bolýanlygyny düşündirýär. Şonuň üçin jynsyň maýyşgaklyk moduly umuman şol jynsy düzýän minerallaryň modulyň maksimal ululygyndan ýokarlanyp bilmez.

Bu sebäbli deformasiýanyň dürli görnüşinde maýyşgaklyk modulyň ululygynyň tapawutlanýanlygyndan düşündirilýär. Diýmek, gysylmalarda iki ýakyn dänäniň atomlarynyň ýa-da ionlaryň üstleriniň arasyndaky uzaklygy özara täsirli güýçleriň ulalmagy netijesinde kemelýär we şoňa laýyklykda maýyşgaklyk moduly ösýär, dartylmagynda bolsa, däneleriň arasyndaky uzaklyk artýar we şoňa laýyklykda özara täsirli güýçleri kiçelýär.

9-nji tablisada dürli gysylma güýjünde birnäçe dag jynsy üçin Ýe.A.Gerçikowyň alnan maýyşgak modulyň ululyklary getirilen.

Tablisa 9

| Jyns | Gysma güýji, kG/sm^2 | Maýyşgaklyk moduly, kG/sm^2 |
|----------------|-------------------------------|--------------------------------------|
| Toýun | 0-10 | 86 |
| | 40-50 | 367 |
| Toýunly mergel | 0-10 | 355 |
| | 20-30 | 1863 |
| Hek daşy | 10-20 | $873 \cdot 10^3$ |
| | 40-50 | $125 \cdot 10^4$ |

9-nji tablisadan gysma güýjüniň ulalmagy bilen jynsyň maýyşgaklyk modulyň E_{gys} artýar. Bu jynsy düzýän däneleriň arasyndaky özara täsirli güýjüň we uzaklygyň maýyşgaklyk moduly barada ýokarda aýdylan ýagdaýy tassyklaýar. Mundan başgada 9-nji tablisa bir mineralogiki düzümlü, dykzyzanma derejesi dürli jynslarynyň dürli maýyşgak modullarynyň barlygyna şaýatlyk edýär. Dag jynsynyň (aýratynam bölekli)

dykzylanmagy olaryň ýerleşme çuňlygynyň artmagy bilen ösýär. Şonuň üçin jynsyň maýyşgaklyk moduly olaryň ýerleşme çuňlygynyň artmagyna görä ulalýar.

Dag jynsynyň maýyşgaklyk modulynyň ululygyna tebigy faktorlar täsir edýär.

Birmeňzeş ýagdaýyndan başgada ownuk kristally jynslaryň maýyşgaklyk moduly iri kristallaryndan has ýokarydyr. Şeýle ýagdaýda masştably faktory düýpli täsir edýär.

Jynslaryň daşlanmagynyň ýokarlanmagy onuň maýyşgaklyk modulynyň artmagyna eltýänligi anyklanylýan. Oýunly slanslaryň maýyşgaklyk moduly olaryň karbonatlylygynyň ýokarlanmagyna görä ösýär. Maýyşgaklyk modulynyň ululygyna bölekli dag jynsyny sementirleýji maddanyň düzümi we gurlyşy köp täsir edýär.

Maýyşgaklyk modulynyň ululygyna jynsyň öýjükliligi köp täsir edýär. Öýjükliligiň ulalmagy bilen jynsyň maýyşgaklyk moduly kiçelýär.

Dag jynsynyň maýyşgaklyk häsiýeti olaryň gatlylygyna we slanslylygyna bagly. Slanslylyga perpendikulýar ugurda toýunly slanesler üçin Ýungyň moduly onuň parallel ugryndakydan kiçi.

Gatlaklylygyndan we slanslylygyndan başgada maýyşgaklyk modulynyň ululygyna jynslaryň çyglylygy täsir edýär, çyglylygyň ýokarlanmagy bilen E kiçelýär. Meselem toýunly jynslaryň çyglylygy 3-den 14 %-e çenli ýokarlansa maýyşgaklyk moduly $7,3 \cdot 10^3$ -den $3,2 \text{ kG/sm}^2$ çenli kiçelýär, çyglylyk 14-29 %-çenli ýokarlananda maýyşgaklyk moduly $3,2 \cdot 10^3$ -den $0,3 \cdot 10^3 \text{ kG/sm}^2$ çenli azalýar.

Dag jynsynda özgermeýän deformasiýalar hatda ujypsyz güýç berlende ýüze çykýar. Köp deformirlenmeginde özgermeýän deformasiýalar nola deň bolýar, jynsyň maýyşgak häsiýeti bolsa ösýär.

Munyň bilen baglansyklylykda K.W.Ruppeneýt birmeňzeş güýç berlende alynýan maýyşgaklyk modulyny E , dowamly güýç goýma we aýyрма (galan deformasiýany çykarmak) usulynda

özgermeyän deformasiýany çykarmagyň netijesinde alynýan, normal maýýşgak modulyny E_n , maýýşgak tolkunyny giňelme tizligi boýunça ululygy hasaplanýan, dinamiki atlandyrylýan maýýşgaklyk modulyny E_d tapawutlandyrýar.

Bellenep geçilip modulyň üç belligi hemişe tapawutly we maýýşgaklyk modulynyň E normal maýýşgak modulyndan 1,2-1,5 esse kiçi we dinamiki maýýşgak modulyndan 2,0-2,2 esse kiçiligi sebäpli $E < E_n < E_d$ deňsizligi içine alýar.

Jynsynyň maýýşgak häsiýeti has doly häsiýetlendirmek üçin modulyň ähli üç belligi islegiňe görä kesgitlenýär, ýöne takyk hasaplamakda we jynsnyň maýýşgak häsiýetini deňşdirmek üçin diňe bir gezek güýç goýlanda alynýan maýýşgaklyk moduly E kesgitlenýär. 8 we 9 tablisada getirilen modullaryň ululyklary esasan maýýşgaklygyň bu modulyňa laýyk gelýar.

Şeýle ýagdaýda dag jynsynyň maýýşgak moduly E_j olaryň mineralogiki düzümine, deformasiýalarynyň görnüşine, goşulan güýjüň ululyklaryna, jynsnyň ýerleşýän çuňlugyna, strukturalaryna, teksturalaryna, bölekli jynsy sementirleýji maddanyň gurlyşyna we düzümine, jynsnyň daşlylygyna, karbonatlylygyna, çyglylyk derejesine bagly.

Puassonyň koeffisiýenti. Puassonyň koeffisiýentini kesgitlemek üçin hökmany otnositel dik we kese deformasiýalary ölçemeli, şeýle-de

$$\mu = \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_e}$$

Bu ýerde – Puassonyň koeffisiýenti ;

ε_b - otnositel kese deformasiýa ;

ε_e - otnositel dik deformasiýa.

Puassonyň koeffisiýentlerini kesgitlemegiň takyklygy maýýşgaklyk modullaryndan juda kiçidir. Emma dag jynsy üçin olar 0,10-0,45 aralykda doly tassyklanar.

10-nji tablisadan dag jynsy üçin puassonyň koeffisiýenti hemişelik ululyk bolmaýanlygy görünýär. Bu koeffisiýentiň

ululygyna maýyşmaýyşgaklyk modulyna täsir edýän faktorlaryň şol kompleksi täsir edýär.

Süýşme moduly. Dag jynsynyň derňew praktikasynda süýşme moduly diňe haçanda dag jynsynyň nusgalary towlanyp tejribe geçirilende kesgitlenýär.

Süýşme modulyny eger maýyşgaklyk moduly E we Puassonyň koeffisiýenti M belli bolanda $E = 26(1+M)$ formula boýunça çykarmak ýenildir.

Tablisa 10

| Jyns | M | Jyns | M |
|-------------------|-----------|-------------|-----------|
| Plastiki toýunlar | 0,38-0,45 | Daş duzy | 0,44 |
| Dykyz toýunlar | 0,25-0,35 | Gym daşlary | 0,30-0,35 |
| Toýunly slanesler | 0,10-0,20 | Granit | 0,26-0,29 |
| Hekdaşlary | 0,28-0,33 | | |

P.M.Simbarewiçiň (Цимбаревичин) gös-göni ölçenip alnan maglumaty boýunça süýşme moduly G hekdaşlary üçin $(2,5-6,5) \cdot 10^3 \text{ kG/sm}^2$, mramorlar üçin $10,5 \cdot 10^3 \text{ kG/sm}^2$, kwarsit üçin $12,8 \cdot 10^3 \text{ kG/sm}^2$ deňdir, şeýle-de süýşme moduly Ýungyň modulýndan birnäçe esse kiçidir.

VII. DEFORMASIÝANYŇ ÝÖNEKEÝ GÖRNÜŞINDE DAG JYNSYNYŇ BERKLIĞI

Dag jynsynyň berkligi jynsy düzýän dänäniň kristallarynyň içki sepleşme güýçlerinden we dänäniň arasyndaky sepleşme güýjünden kesgitlenýär.

Dag jynsynyň berklik häsiýetnamalary diýip bir taraply gysylma, dartylma, süýşme we egrelme ýaly güýç bermegiň elementar görnüşinde olaryň wagtlaýyn garşylygynyň ululygyna aýdylýar.

Bir taraply gysylmagy. Bir taraply gysmakda, basmakda berklík predeli nusganyň bölünme pursadynda derňelýän dag jynsyny gysýan güýjiň maksimal ululygy bolup durýar.

Bir taraply gysylmagyň berkligi

$$\sigma_{gys} = \frac{P}{F} \text{ (kG/sm}^2\text{)},$$

bu ýerde, P – jynsyň nusgasynyň bölünme pursadyndaky goýulýan güýç, k;

F – nusganyň kese-kesiginiň meýdany, sm².

Eger nysga güýç goýlan ýagdaýynyň bölünme pursadynda bir taraply we deň ölçegli bolýan bolsa, onda ýokarky formula dogry bolýar.

11-nji tablisada birnäçe dag jynsy üçin bir taraply gysylmagynda berkligi görkezilen.

11-nji suratda bir atly jyns üçin bir taraply gysylmagynda giň predelde üýtgeýänligi görüňýär. Kä halatda mineralogiki düzümi dürli bolan çynsyň berkligi birmeňzeş bolup biler, meselem granitler we hek daşlary (11 tabl.). Bu maglumaty dag jynsynyň berkligine diňe mineralogiki düzümi bolman, jynsyň teksturasyndaky we strukturasyndaky faktorlar, ýerleşme çuňlygy we beýlekileriň täsir edýänligini görkezýär.

Tablisa 11

| Jyns | σ_{gys} , kG/sm ² | Jyns | σ_{gys} , kG/sm ² |
|-------------|-------------------------------------|------------------|-------------------------------------|
| Granitler | 800-3000 | Gumdaşlary | 200-2500 |
| Kwarsitler | 3000-5000 | Toýunly slanslar | 1000-e çenli |
| Kremniler | 3000 we köpräk | Angidritler | >>1300 |
| Dolomitler | 800-3200 | Gipsler | >> 500 |
| Hek daşlary | 50-3000 | Daş duzy | 200-400 |

Dartylma. Dartylanda dag jynsynyň berklik predeli bir taraply gysylma formulasy boýunça kesgitlenýär.

Bir taraply dartylanda jynsyň berklik predellerini kesgitlemek maksady bilen mehaniki tejribe geçirmek tehniki ýerine ýetirilmegi we esasanam tejribe nusgalary taýýarlamagyň sebäpleri juda köp zähmetleri talap edýär.

13-nji suratda bir näçe jyns üçin σ_{gys} , bilen deňeşdirip dartylmakda σ_d berkligi görkezilen.

Tablisa 12

| Jyns | Berligiň predeli, kG/sm ³ | | |
|----------------------------|--------------------------------------|----------------|---------------|
| | σ_d | σ_{gys} | Σ_{eg} |
| Iri kristally gum daşlary | 51,4 | 1420 | 103,0 |
| Orta kristally gum daşlary | 52,0 | 1510 | 131,0 |
| Öwnuk slanslar | 79,5 | 1850 | 249,0 |
| Toýunly slanslar* | 17,0-18,0 | 140,0-610,0 | 40,0-360,0 |
| Daşky-toýunly slanslar* | 32,0 | 180,0 | 35,0 |
| Gipsli | 19,0 | 170,0 | 60,0 |
| Gipsli hehdaşlary | 24,0 | 420,0 | 65,0 |

* - bu jynsyň berklik predeli gatlaklanmagyň uza boýuna güýç goýlanda kesgitlenýär.

12-nji tablisadan bir taraply gysylandaky berkligi dartylandaky gatylygyndan has köp ýokarlanýar, $\sigma_{gys} \gg \sigma_d$.

Egrelme. Egrelmekde dag jynsynyň berkligi

$$\sigma_{eg} = \frac{M}{W}, \quad (1)$$

bu ýerde M – maksimal egrelýän pursady ;

W – egreldilende kesilen ýeriň garşylyk pursady :

$$W = 2 I/h,$$

bu ýerde I – inersiýa pursady;

h – nusganyň beýikligi.

K.W.Puppeneýt (6) formula diňe $l/h > 8-10$ bolanda dogry hasap edýär (bärde l – nusganyň uzynlygy). l/h kiçi bolanda ol düzediş girizmegi hödürleýär we σ_{eg} indiki formula boýunça kesgitlenýär

$$\sigma_{eg} = \frac{M}{W} - 0,266 \frac{P}{S} ,$$

bu ýerde P – bölýän güýç, kG ;

S – nusganyň kese kesiginiň meýdany, sm^2 .

Ýene-de 12-nji tablisada egrelme berkligini σ_{eg} dartyлма σ_d we gysylma berkligi σ_{gys} bilen deňeşdirilmegi görkezilen. Ondan egrelmede dag jynsynyň berkliginiň dartyлма berkligidin dört essä çenli uly.

Süýşme. Dag jynsynyň süýşme berkligi adaty kesmek tejribesinde kesgitlenýär. Tejribäniň bu görnüşinde esasan içki sürtülme koeffisiýentleri we dänäniň sepleşmegini kesgitlenýan ýagdaýy giňden ýaýran.

Tejribe prosesinde kesilme tekizligine täsir edýan güýji kesgitlenýär. Süýşme berkligi egrelmeden birnäçe ulydyr.

Dag jynsy gysylanda has uly garşylygy görkezýär, deformasiýanyň beýleki görnüşinde bolsa, olaryň berkligi uly däl.

13-nji tablisada deformasiýanyň dürli görnüşlerinde birnäçe dag jynsynyň otnositel berkligi görkezilen.

Tablisa 13

| Dag jynsy | Otnositel berkligi, % | | | |
|-------------|-----------------------|--------|---------|----------|
| | gysylma | süýşme | egrelme | dartyлма |
| Granitler | 100 | 9 | 8 | 2-4 |
| Gum daşlary | 100 | 10-12 | 6-20 | 2-5 |
| Hek daşlary | 100 | 15 | 8-10 | 4-10 |

Bu tablisadan deformasiýanyň dartyлма görnüşini näçe uly bolsa, dag jynsynyň berkliginiň şonçada kiçi bolýanlygy görünýär.

Umuman dag jynsynyň berkligi deformasiýanyň görnüşine baglylykda

$$\sigma_{\text{gys}} > \sigma_{\text{süý}} > \sigma_{\text{eg}} > \sigma_{\text{d}}$$

deňsizlige eýe bolýar.

Dag jynsynyň bölünmeginiň nukdaý nazary bilen seredilse deformasiýanyň dartylma görnüşi has peýdaly bolup durýar. Şonuň üçin jyns owradyjy abzallary enjamlaşdyrylýan wagtynda bu faktory hasaba alynmagyna eýedir.

VIII. ÄHLI TARAPDAN GYSYLANDA DAG JYNSYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETI

Real şertinde burowlamak wagtynda bozulýan dag jynslary ýönekeý görnüşli deformasiýadan has çylşyrymly. Şonuň üçin çylşyrymly ähli tarapdan gysylma şertinde jynsyň mehaniki häsiýetini öwrenmegiň uly praktiki ahmiýeti bar.

Ähli taraplaýyn gysylma şertinde dag jynsynyň häsiýetini derňemek priporlar arkaly ýa-da ýokary basyşy bolan abzallar arkaly geçirilýär. Olar içinde kern ýa-da göni burçly prizmalar görnüşinde derňelýän dag jynsynyň nusgasynyň ýerleşýän silindrinden ýa-da “bomba”-dan durýar. Nusga ählitaraplaýyn basyşy silindre ýa-da bomba gysylýan suwuklyk döredýär.

21-nji suratda materiallary ählitaraplaýyn basyşda gysyp derňemek üçin ulanylýan Karmanyň abzalynyň shemasy görkezilen. Gapdalky basyş indiki görnüşinde alynýar : kamerada a el nasosy arkaly porşuna berýän birnäçe basyş P_0 döregilýär we c kameranyň d kamera bilen birikmegine eltýär, basyş P_0 25 deň. Ýokary basyşly c we d kameralar gliserin bilen doldurylýar. Okly basyşy ähli abzallaryň gidrawliki pressiniň gysylan plitalaryň arasynda ýerleşmeginiň hasabyna 1 porşun f döredýär, şeýle-de okly güýçlendirme we gapdal basyşy birek birege garaşsyz ýüze çykýar we iki manometrde ölçenýär.

Nusgalaryň birtaraply deformasiýany ölçemek 0,01 mm çenli takyklygy bilen iki mikrometriki merbatlarda amala açyrylýar.

Derňelýän jynsnyň nusgalary porşnyň ölçegine görä (40 mm) berk ýonulýar we d kamerada ýerleşdirilýär. Nusgalaryň öýjüklerine we mikrojaýryklaryna gliseriniň sümülmeginden goramak üçin galyňlygy 0,1 mm bolan folgadan latunly gilzada ýerleşdirilýär. Tejribe prosesinde folga nusganyň üstüne mäkäm oralýar we nusga bilen bilelikde deformirlenýär.

Ähli tarapdan gysylan şertinde dag jynsnyň mehaniki häsiýetini öwrenmek üçin häzirki wagtda birnäçe institutlaryň işgärleriniň topary (B.W.Baýdýuk, W.P. Ýakuşew, N.N.Pawlowa we beýlekiler) tarapyndan has kämil enjamlary we ölçeyji apparatlary işlenilip taýýarlanan.

Bu abzalda ýer gabygynyň 20 km töweregi çuňlykda ýerleşýän jynsnyň şertine takmynan laýyk gelýän 350°C-ä çenli temperaturada we 5 mün k/sm² çenli basyşynda dag jynsny öwrenilmegine seredilýär.

Bu abzalda derňew geçirilende jynsnyň nusgasyna, kese (dik) artykmaç güýji σ_1 -P bermeginde ähli taraplaýyn deňölçegli güýji P döredýän suwuklyk (maşin ýagy, kerosin ýa-da tejribäniň şertine laýyklykda izopentan) täsir edýär.

Bu ýagdaýga nusganyň güýç goýlan ýagdaýy aşakdaky ýaly kesgitlenýär

$$\sigma_1 = \frac{P}{S} + p, \quad (1)$$

$$\sigma_2 = \sigma_3 = p, \quad (2)$$

bu ýerde P – jynslaryň nusgasyny artykmaç kese gysma güýji ;

S – nusganyň kese kesiginiň meýdany ;

p – suwuklygyň basyşy ;

$\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$ - kese tangensial we radial normal güýjenmesi.

Şol oka simmetriki güýjenmesinde nusganyň deformirlenme ýagdaýy islendik pursatda otnositel deformasiýalary kesgitlenýär.

$$\varepsilon_1 = \frac{\Delta z}{z_o}, \quad \varepsilon_2 = \frac{r^2}{r_o}, \quad \varepsilon_3 = \varepsilon_2,$$

bu ýerde z_o we r_o – silindr şekilli nusganyň ölçenýän kese kesiginiň başlangyç radiusy we uzyklege ;

Δz we Δr – deformasiýa prosesinde nusganyň ölçenýän böleginiň kese kesiginiň uzynlygynyň we radiusynyň üýtgemegini häsiýetlendirýän ululyklary;

$\varepsilon_1, \varepsilon_2$ we ε_3 – keseligine, tangensiallygyna we radiallygyna laýyklykda otnositel deformasiýalar.

Tejribe pursadynda jynsnyň nusgasynyň deformirlenmeginde Δz we Δr ululyklary maýyşgak polat ýarym nalkanyň (nusga berkidilen) içki we daşky üstlerine ýelmenen simli tenzodatçikler (güýç ölçeýji) arkaly ölçeýär.

22-nji suratda dag jynsynyň häsiýetini derňemek üçin niýetlenen ýokary basyşy döretmegiň esasy shemasy görkezilen.

Gurlyş ýokary basyşy (1000 kg/sm^2 çenli) döretmek üçin porşenli el nasosyndan 1, talap edilýän ululyga çenli bu basyşy ýetirmek üçin strurwal pessinden 2, nusgany derňelýän ýerinde ýokary basyşly bombalardan 3, nusgalyk manometrli 8 birikdiriji liniýalardan 4, 5, 6 we 7 ybaratdyr.

Dag jynsynyň derňelýän nusgasynyň ähli taraplaýyn gysylmagynda ýa-da göwrümleýin güýç goýlan ýagdaýynda deňölçegli ýa-da deňölçegsiz bolup biler.

8.1. Deň ölçeqli ähli taraplaýyn gysylanda dag jynsynyň häsiýeti

Deňölçeqli ähli toraplaýyn gysylmagyň şerti, ähli esasy normal güýçleriň birek birege deň bolmagy, $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_3$, bunuň bilen baglan şyklykda galtaşma güýji bolsa nola deň, $\tau = 0$ bolmagy bolup durýar.

Deňölçegsiz ähli taraplaýyn gysylanda $\sigma_1 \neq \sigma_2 \neq \sigma_3$, deňölçegsiz bolanda bolsa derňelýän göwrümiň diňe maýyşgak üýtgemegi bolup geçip biler. Basyşy aýrylandan soňra başlangyç göwrümi öňki ýagdaýyna geler.

Eger dag jynslary berk däl we öýjükli bolsa (mes. toýunlar, gumdaşlary we ş.m.) deňölçeqli ähli taraplaýyn gysylanda göwrümiň üýtgemeginiň galmagyna seredilýär.

Şeýle ýagdaýda deňölçeqli ähli taraplaýyn gysylanda jynsy emele getirýän minerallaryň we dag jynsynyň gysylmagyny derňemek mümkin.

Minerallaryň we jynsynyň gysylmagy göwrümleýin gysylmak koeffisiýentini β we göwrümleýin gysylma modulyny K häsiýetlendirýär.

Göwrümleýin gysylma β koeffisiýenti diýip basyş 1 kG/sm² ulanylanda göwrümiň V bagly kiçelmegine aýdylýar.

$$\beta = \frac{1}{V_o} \frac{dV}{dP}, \quad (3)$$

bu ýerde V_o – normal basyşda we temperaturada başlangyç göwrümi.

Göwrümleýin gysylma moduly K diýip gaty jisime ähli taraplaýyn gysylanda görkezýän garşylygyna aýdylýar. Bu modul baglylykda maýyşgaklyk moduly E bilen baglanşykly.

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

bu ýerde μ – Puassonyň koeffisiýenti.

14-nji tablisada Adamsyň maglumatlary boýunça birnäçe minerallary we dag jynslary üçin göwrümleýin gysylma koeffisiýentleri gurylan.

14-nji tablisadan β koeffisiýentiniň köp minerallary we dag jynslary üçin 10^{-6} we hatda 10^{-7} deň bolýanlygy görkezilen, şeýle-de basyş 1 kG/sm^2 ulananda dag jynsynyň göwrümi olaryň başlangyç göwrüminden birnäçe million ýa-da onlarça million naýý kiçelýär.

Tablisa 14

| Mineral we jyns | Aşaky basyşlarda, kG/sm^2 göwrümleýin gysylma koeffisiýenti x 10^{-6} | |
|-------------------------------|--|-----------|
| | 2000 | 10000 |
| Almaz | 0,18 | 0,18 |
| Oliwin | 0,84 | 0,84 |
| Demir-magneziýaly silikatlarý | 1,01-1,09 | 1,01-1,09 |
| Kalsit | 1,39 | 1,39 |
| Meýdan şpatlary | 1,51-1,88 | 1,34-1,68 |
| Slýudalar | 2,27 | 1,99 |
| Kwars | 2,63 | 2,31 |
| Daş duzy | 4,01 | 3,53 |
| Granit | 2,12 | 1,88 |
| Siýenit | 1,87 | 1,68 |
| Diorit | 1,62 | 1,49 |
| Gabbro | 1,20 | 1,17 |

Mundan başgada almaz, oliwin, demir – magneziýaly silikatlarý we kalsit ýaly minerallar üçin β koeffisiýenti basyşyň artmagyna görä üýtgemeyär. Meýdan şpaty, slýuda, daş duzy we kwars kadadan çykýar ; kwarsyň gatylygyndan 10 esse az gatylykly kalsidiň gysylmagy kwarsyň gysylmagyndan ýokarlanýar. Gysylmakdaky bu tapawudy kwarsyň (ion-atomly) we kalsidiň (ionly) gözenegiň arasyndaky aýratynlygy bilen baglanşykly.

Dag jynsynyň (granit, siýenit, diorit we gabbro) β koeffisiýenti basyşyň artmagy bilen kiçelýär. Gysyjy basyşyň artýan wagtynda aýratyn däneleriň arasyndaky galtaşmalarynyň

üstü we sany artýar, şeýle-de berlen ýokary basyşda β koeffisiýentiň kiçelmegine getirýän strukturalarynyň dykyzlanmagy bolup geçýär.

Jynslaryň gysylmagy onuň jynsy emele getirýän minerallarynyň gysylmagyna we bu minerallaryň däneleriniň arasyndaky galtaşma ýerinde özara täsirli güýçleriň artmagyna bagly. Buny granitleriň ýokary gysylmagyny mysal getirmek bilen düşündirmek bolar. Şonuň ýalyda olaryň jyns emele getiriji minerallarynyň beýleki minerallardan β koeffisiýenti has ýokary bolan kwars, meýdan şpaty we slýudalar ýaly minerallardan ybaratdyr.

Demir – magneziýaly silikatlarynyň göwrümleýin gysylmagynyň juda pes koeffisiýenti ýarysy gabbro minerallaryndan durýan jynsyň pes gysyjylygyna şertlenýär. Mundan başgada gabbronyň dänäniň galtaşýan ýerinde özara täsirli güýçleriniň artmagy ýokary we minerallaryň dänäsinin içindäki özara täsirli güýçlerinden az tapawutlanýar.

Ýokarda bellenen sebäplere görä, maýyşgaklyk hemişelikleri – göwrümleýin gysylma moduly K we süýşme moduly basyşyň ulalmagynda dürli dag jynsy üçin iň bolmanda biraz artýar, artmagyň dürliligini 15-nji tablisada görkezilýär.

15-nji tablica

| Jyns | Basyş, kG/sm^2 | Maýyşgak hemişelikleri, kG/sm^2 | |
|---------|--------------------------------|---|----------------|
| | | $G \cdot 10^5$ | $K \cdot 10^5$ |
| Granit | 2000 | 2,6 | 4,7 |
| | 10000 | 2,9 | 5,3 |
| Siýenit | 2000 | 2,9 | 5,4 |
| | 10000 | 3,2 | 6,0 |
| Diorit | 2000 | 3,4 | 6,2 |
| | 10000 | 3,6 | 7,0 |
| Gabbro | 2000 | 4,5 | 8,3 |
| | 10000 | 4,6 | 8,5 |

8.2. Deňölçeşsiz ähli taraplaýyn gysylanda dag jynsynyň häsiýeti

Deňölçeşsiz ähli taraplaýyn gysyllanda dag jynsynyň mehaniki häsiýetiniň has köp üýtgemegi bolup geçýär. Birinjiden, gysylanda dag jynsynyň berkligi artýar. Ikinjiden birnäçe jynsyň uly plastiki deformasiýa bolan ukyby ýüze çykýar.

Basyşyň tapawudyny $\sigma_1 - \sigma_2$ we gysylma deformasiýalaryň ululygyny ölçäp $\sigma_1 - \sigma_2$ – differensial basyşyň we ε – otnositel basyşyň koordinatasynda baglanşygy gurmak mümkin.

Karmanyň tejribelerinden nusgada basyşyň ösmegi bilen dag jynsynyň maýyşgaklyk predeliniň artýanlygy anyklanylýan. Mramor üçin mysalynda basyş noldan 1650 kG/sm^2 çenli artanda maýyşgaklyk predeli 1360-dan 3900 kG/sm^2 çenli ösýär. Çägeler üçin basyş noldan 1550 kG/sm^2 çenli ulalanda maýyşgaklyk predeli 690-dan 3300 kG/sm^2 çenli ösýär.

23-nji suratda birnäçe dag jynsy üçin gysylmagyndaky berkligiň basyş ululygyna baglylygy görkezilen. Bu ýerde dürli jynslary üçin berkligiň artmagynyň derejesi birmeňzeş bolmaýar. Meselem, Kýunyň (Kühne) we Lýubenanyň (Jübben) maglumatlary boýunça ähli taraplaýyn basyşyň noldan 200 kG/sm^2 çenli ýokarlanmagynda mramoryň berkligi ortaça $2,15 \text{ kG/sm}^2$ ulalýar, basyş 1 kG/sm^2 ýokarlananda angidritiň berkligi 2,3, argillidiň berkligi $2,05 \text{ kG/sm}^2$ ösýär.

Birnäçe dag jynsyny bir taraplaýyn gysylanda ýa-da bolmasa gapdal basyşynyň bolmazlygynda ($\sigma_2 - \sigma_3 = 0$) onuň berkligini deňölçeşsiz ähli taraplaýyn gysylandaky berkligi bilen deňeşdirilende olar tapawutlydyr. Meselem, 8500 kG/sm^2 basyşy bir taraplaýyn berlende mramoryň berkligi 1000 kG/sm^2 , $\sigma_2 + \sigma_3$ basyşda bolsa. 10000 k/sm^2 deň, şonuň ýalyda 8,5 esse artýar. Ownuk däneli hek daşlary berkligi 1300 kG/sm^2 basyşda birtaraplaýyn gysylanda 2600 kG/sm^2 , gapdaldan gysylanda 10000 k/sm^2 deňdir.

Ähli taraplaýyn gysylanda dag jynsynyň berkligi olaryň düzümine girýän minerallaryň göwrüminiň kiçelmeginiň hasabyna ulalýar. Göwrümiň kiçelmeginde dag jynsynyň däneleriniň arasyndaky uzaklyk gysgalýar, munuň bilen baglanşyklylykda bolsa, özara täsirli güýçleri ösýär we jynsnyň berkligi artýar.

Çylşyrymly güýç goýlan ýagdaýynda mehaniki häsiýetiň derňewleri olaryň berkligini typma üstüne normal goýlan güýç bilen bile ösýär galtaşýan güýjüň (derňelýän nusganyň jisiminde ýüze çykýan) ululyklaryndan kesgitlenýänligini anyklanylýan.

Deňölçeg ählitaraplaýyn gysylanda

$$\sigma_1 > \sigma_2 = \sigma_3 \quad (1)$$

maksimal galtaşýan güýji

$$\tau_{\max} = \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{2} \quad (2)$$

Ýokarda getirilen mysaldan deňölçegsiz ähli taraplaýyn gysylan ýagdaýynda dag jynsynyň berkliginiň bir taraplaýyn gysylan ýagdaýyndakydan has ulydygy görünýär. Eger deformasiýalaryň dürli görnüşlerinde haýsyda bolsa bir jynsnyň berkligini deňeşdirilse onda birmeňzeş şertinde deňsizligi bolar.

$$\sigma_{\text{gys.ä.t}} > \sigma_{\text{gys}} > \tau_{\text{çüý}} > \sigma_{\text{eg}} > \sigma_{\text{dar}},$$

bu ýerde $\sigma_{\text{gys.ä.t}}$ - deňölçegsiz ähli taraplaýyn gysylanda jynslaryň berkligi.

Dag jynsynyň plastikligi. Deformasiýanyň ýönekeý görnüşinde dag jynslary döwlegen materiallary bolup durýar. Eger ähli taraplaýyn gysylsa olardan birnäçesi plastiki häsiýete eýe bolýar.

Jynsy emele getirýän minerallaryň kristallarynyň plastiki deformasiýasy kesgitlenen kristallografiki ugurda olaryň birnäçe tekizligi boýunça typmasynyň hasabyna ýüze çykýanlygyny öňde belläp geçilipdi. Deformasiýanyň ýönekeý görnüşinde bu tekizlik

boýunça typmasy typma tekizliginde elementar bölejikleriň arasyndaky baglanyşdyryjy güýçleriň gowşamagyna getirýär we ahyrynda bu tekizlik boýunça port bozulmagyna getirýär.

Eger ähli taraplaýyn gysylsa typma tekizligine gysyjy güýçler täsir edýär. Gysyjy güýçler typmada özara täsirli güýçleriň azalmagyny kompensirlenýär we port bozulmagynyň önümi alýar.

Dag jynsynda plastiki deformasiýa jynsy düzýän kristallaryň içki dänesiniň typmasynyň hasabyna emele gelip biler, şeýle-de kristall ara typmasynyň hasabyna emele gelip biler. Dag jynsyň kristal ara typmasy aýratyn kristallaryň typma tekizlikleri goňşy däneleriň daşyny gurşamagy netijesinde uly plastiki deformasiýa getirmeýän jynsyň içki dänesiniň typmasyna eýe bolýar.

Dag jynsynyň plastiki deformasiýasynyň ululygy basyşa bagly bolýar we onuň artmagy bilen ösýär. Birnäçe jynsda plastiki deformasiýa uly bolmadyk ähli taraplaýyn $250-500 \text{ k/sm}^2$ tertipli basyşynda ýüze çykýar, beýleki birnäçelerinde diňe $6000-10000 \text{ k/sm}^2$ tertipli basyşda ýüze çykýar.

24-nji suratda bir taraplaýyn gysylanda (01 görkezjisi) we birnäçe gapda basyşynda (02 görkezjisi) dag jynsynyň deformasiýasynyň egrisi shema esasly görkezilen. Eger bir taraplaýyn gysylsa, dag jynsynyň bozulmagy maýyşgak deformasiýany almagyndan soňra bolup geçýär. Bu ýagdaýda berklik we deformasiýa ululyklary σ_{gys} we ϵ_{gys} gabat geler. Deňölçegsiz ähli taraplaýyn gysylanda dag jynsynyň bozulmagy maýyşgak we plastiki deformasiýalaryndan ön bolup geçýär. Bu ýagdaýa berklik $\sigma_{\text{gys.ä.t}}$ we deformasiýalar $\epsilon_{\text{gys.äh}}$ gabat gelýär.

B.U.Baýdýukanyň derňewlerinden birnäçe jyns üçin bozulma pursadyna çenli oňnositel plastiki deformasiýanyň uly bahasyna ýetýänligi anyklanylan. Meselem, hekdaşlaryň dürli görnüşleriniň plastiki deformasiýasy 500 kG/sm^2 basyşynda 7 % we 1000 kG/sm^2 basyşynda 30 %-e çenli ýetýär, angidritlerde $1000-2500 \text{ kG/sm}^2$ basyşynda 5-den 30 %-e çenli, alewrolitlerde $500-2000 \text{ kG/sm}^2$ basyşynda 5-den – 25 %-e çenli ýetýär. Ölçeği

1 mikron töweregi bolan däneli hekdaşlarynda 10000 k/sm^2 basyşy berlende plastiki deformasiýa ϵ_{um} 32 % düzýär (24 sur.). şeýle-de nusda bozulmasyndan öň tasdan 1/3 kiçelýär.

Ähli tarapdan gysylanda dag jynsynyň deformasiýalarynyň görkezjisi metallaryň gysylma görkezjisine meňzeşräk. Plastiki deformasiýanyň artmagyna görä üznüksiz berkligi artýar. Berkleşmegi plastiki deformasiýanyň netijesinde gerek bolup durýar. Bu ýagdaýda jynsy emele getirýän minerallaryň kristallarynyň typma tekizliginiň uza boýunça kristal gözenegiň üýtgemegi bolup geçýär we dag jynsynyň başlangyç strukturalarynyň üýtgemegi bolup geçýär. Şeýle üýtgemegiň netijesinde maýyşgaklyk predeli artýar we plastiki deformasiýanyň ukyplylygy ýitýär. Berkleşme hadysasyna kä halatda berçinleme diýilýär. Plastiki deformasiýanyň prosessinde ýüze çykýan berkleşmegi ýarym kristallarynyňky (d.j.) monokristallaryňkydan (min) has kiçidir.

Dag jynsynda plastiki deformasiýalaryň mehanizmlerini indiki ýagdaýda görkezmek bolar.

Ähli taraplaýyn gysylmagy başlananda jynsyň däneleri birek-birege baglylykda ýerleşip başlaýar. Bu gysylşyň artmagy bilen jynsyň aýratyn däneleri olaryň özara ýerleşmegine päsgelçilik bermeginde birek-birege güýçli gysylýarlar. Haçanda ähli taraplaýyn gysylmagy saklananda juda ýokary bolýar, onda kristal ara typmasyna päsgelçilik berýän dykyzlanma ýagdaýy döreýär. Bu ýagdaýda soňky plastiki deformasiýa eýýäm aýratyn dänäniň typmasynyň ýa-da goşalanmasynyň (kristallaryň tebigylygyna baglylykda) hasabyna bolup geçýär.

Jynsy emele getirýän minerallaryň ählisiniň plastiklik häsiýetiniň aňry çeti ujypsyz, köplenç olar düýbünden bolmaýar, onda dag jynsynyň plastiki deformasiýalary esasan kristal ara typmasynyň hasabyna ýüze çykyp biler. Bunyň bilen baglanşyklylykda ownuk kristally jynslaryň plastikligi iri kristally jynslarynyňkydan has ulydyr, şonuň ýaly-da ownuk kristally jynsyň kristallara serhedi iri kristallaryňkydan has ulydyr.

Dag jynsynyň plastikligi metallaryň plastikliginden köp tapawutlanýar. Metallar güýç goýma ýagdaýynyň dürli şertlerinde plastiki deformirlenýär, dag jynsynyň plastik deformasiýasy az bolmagy mümkin, ýöne olar “mejbury” häsiýete eýe bolýar. Dag jynslary özüniň tebigylygy boýunça plastik bolmaýar, plastiki häsiýeti diňe ähli taraplaýyn gysylan şertinde eýe bolýar.

Mundan başgada metallaryň plastiki deformasiýasy aýratyn dänäniň içlerinde ýüze çykýar. Şonuň üçin metalyň dänesi näçe uly bolsa, ol has plastik bolar. Metallaryň kristall ara tpmasy uly rol oýnamaýar, birnäçe ýagdaýlarda bolsa, metallaryň kristallarynyň arasynda plastiki deformirlenmeýän amortly gatlajyklar ýerleşýär. Dag jynsynda tersine plastiki deformasiýa esasan kristallaryň tpmasynyň hasabyna ýüze çykýar hem-de plastikligi näçe uly bolsa jynsyň dänesi şonçada kiçi bolar.

Dag jynsynyň plastik häsiýetiniň eýe bolýan kristallarynyň ululygyndan başgada olaryň formasy, jynsy düzýän kristallaryň arasyndaky özara täsirli güýçleriň häsiýeti, sementirleýän maddanyň düzümi we strukturasy we beýleki faktorlary düýpli täsir edýär.

IX. DAG JYNGLARYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETLERI WE STATIKI BASYLMASYNDA (ВДАВЛИВАНИЕ) OLARYŇ DÖWÜLMEGINIŇ ESASY KANUNA LAÝYKLYKLARY

Jyns döwiji abzalar (dolotolar) bilen dag jynslary döwilende döwilme hadysasynyň esasy düzüjisi bolup basylma (вдавливание) bolup durýar. Meselem, dag jynsynyň bir bölejiginiň döwilmegi şaroşkaly dolotanyň dişiniň jynsa basylmagy zerarly ýüze çykýar. Dolotanyň şaroşkalarynyň dişli üstleri jynsyň üstinde güýç astynda aýlanyp köp sanly basylma işini ýerine ýetirýär. Ol bolsa jynsyň bölünmegine we owranmagyna getirýär.

Basylma (вдавливание) ilkinji hadysa bolýar we dag jynsyny lopostly doloto bilen döwilende esasy orny jynsy kesme prosessy tutýar.

Guýy burawlananda dag jynslarynyň mehaniki döwilmeginiň metodlarynyň köp halysda basylma deformasiýanyň esasy görnişi bolup durýar we burawlama wagtyndaky döwilyň jynslaryň mehaniki häsiýetleriniň ölçeýlerini basylma metody arkaly kesgitlemeli.

9.1. Burawlamada dag jynslaryndaky täsirli güýjiň ýagdaýlarynyň aýratynlyklary

Guýy burawlananda birwagtda jynsyň hemme göwrimi döwilmeyar, a onuň ujypsiz bölejigi döwilyar. Jynsyň şol bölegi döwilmazden öň, dolotanyň dişleriniň jynsa basylma tekizliginiň täsiri esasynda ol çylşyrymly naprýaženiýaly ýagdaýly şertinde bolýar. Ondan başga-da, guýynyň düýp çuňlyk şertinde şol dag jynsyna dikligine we gapdallygyna dag basyşy täsir edýar, guýyny doldurýan buraw ergininiň gidrostatiki sütininiň basyşy we önimli gatladaky nebitiň we gazyň gatlak basyşy täsir edýar.

9.2. Jynslara şamp basylanda onuň naprýaženiýaly ýagdaýy we onuň döwülişiniň mehanizmleri

Bu ýagdaýda *şamp* diýip dürli esasly silindra düşünilýar. Onuň esasy silindr, şar-sfera, konus, ýiteldilen pahna görnüsli bolýar.

Şamplar jynsa basylanda jynsyň maýyşgaklyk we plastiklik deformasiýasy netijesinde şampyň çümişiniň çuňlygy örän haýal ösýar we bökişli döwilmegine getirýar.

Dag jynsyna ýiteldilen dolotanyň dişi basylanda onuň döwilme hadysasy bökişli häsiýete eýe bolýar, şol halda çümişde (в погружении) her täze bökiş öňindäkiden ýokary bolýar. Bu çümişiň ulalmagy bilen onuň kaklaşýan üsti hem şonça köpelýar.

Çümüş hadysasynda her bökiş jynsyň basylandaky berklik çägene baran ýagdaýyna degişlidir.

Dag jynsynyň bökişli döwilmegi diňe bir ýiti uçli şamp ýa-da dolotanyň diýşi basylanda däl, eýsem kütäk pahna, silindr şekilli puanson (şamp) basylanda hem bolýar.

Dag jynsynyň port döwilmegine getirýän güýji ölçenýär. Ol ölçenen güýç jynsnyň berklik çäğine ýetenligini görkezýär.

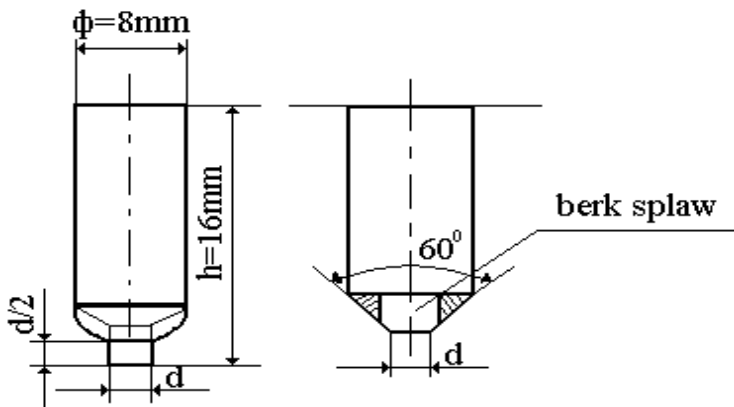
Silindr esasly şamp basylmanyň iň amatly geometriki formasy diýip hasaplanýar. Bu ýagdaýda basylma hadysynda galtaşýan meýdan ulalmaýar.

9.3. Şamp basylma usuly bilen dag jynslarynyň mehaniki häsiýetlerini kesgitlemek

Dag jynslarynyň mehaniki häsiýetlerini şamp basylma usuly bilen kesgitlemek üçin diametri 40-60 mm we beýikligi 30-50mm deň bolan dag jynsynyň natural nusgasyny taýýarlaýarlar.

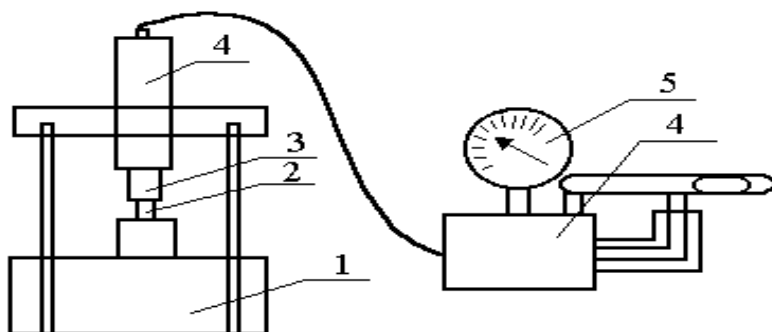
Şol taýýarlanan dag jynsynyň nusgasyna aşakdaky suratda şekillendirilen formaly we ölçegli şamp basylyar.

Dykyz we birhally öýjükli dag jynslarynyň synaglary geçirilende meýdany 2mm^2 çenli şamp basylyr, däneleri 0,25mm ýokary bolan berk bolmadyk jynslar üçin 3mm^2 deň bolan şamp basylyr.



Ýokary gowalçlykly azberklikli jynslar üçin 5mm^2 meýdanly ştamlary ulanmaly. Bu görkezilen meýdanlar çen bilen küteklenen şaroşkaly dolotanyň dişlerine gabat gelýär.

Soňky wagtlar laboratoriýa şertinde dag jynslarynyň we emeli sement daşlarynyň berkligini kesgitlemek üçin gidrawliki basyjy (press) ulanylýar. Laboratoriýa synaglary aşakdaky usul boýunça kesgitlenýär.



bu ýerde: 1 – gidrawliki basyjy; 2 – synalýan jyns nusgasy; 3 – gidrawliki basyjynyň porşeni; 4 – gidrawliki basyjynyň silindri; 4 – gol nasosy; 5 – monometr.

Synag şeýle geçirilýär: barlanýar jyns nusgasyny (2) gidrawliki basyjyda goýylýar we porşeni (3) oňa diräp goýylýar. Soňra gol nasosy (4) bilen gidrawliki basyjynyň silindrine basyş berilýär ýuwaş-ýuwaşdan basyş ýokarlandyryp (5) manometr boýunça jyns nusgasyny döwürler we şol döwilen wagtynda manometrin görkezýän iň ýokary basyşyny beleýärler.

Manometrden alynan ölçeg boýunça aşakdaky formulalar bilen barlanan jynsnyň berkligini kesgitlenýär.

$$F = \frac{P}{F}; \quad \sigma = \frac{F}{S}$$

bu ýerde: F – dag jynsynyň nusgasyna täsir edýän guýç, kg; P – manometriň görkezen basyşy, kg/mm^2 ; S – dag jynsynyň nusgasynyň kese kesiginiň meýdany, mm^2 .

X. DAG JYNGLARYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETLERI BOÝUNÇA KLASLANDARYLYŞY

Gatylyk şkalasy boýunça ähli jynslar üç topara bölünýärler: ýumşak, aramyk we gaty. Bu toparlaryň hersi öz gezeginde 4 kategoriýa bölünýärler, netijede gatylyk boýunça jemi 12 kategoriýa bölünýär (L.A. Şreýner we başgalar).

| I topar | | | | |
|-------------------------------|-----------|---------|---------|---------|
| Kategoriýa | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Gatylyk PşkG/mm^2 | ≤ 10 | 10-25 | 25-50 | 50-100 |
| II topar | | | | |
| Kategoriýa | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Gatylyk | 100-150 | 150-200 | 200-300 | 300-400 |
| III topar | | | | |
| | 400-500 | 500-600 | 600-700 | >700 |

Birinji topara esasan ýokary plastikli we ýokary gowalçylykly jynslar girýär. Nebit we gaz guýylary burawlananda gabat gelýän jynslardan toýunlar, argilitler, we amatly gowalçy alewrolitler, peşçanikler we izwestnyaklar (çäge we hek daşlary). Ikinji topara esasan plastiko-port jynslar girýär esasanam alewrolitler, izwestnyaklar (hek daşlary), angidritler, dolomitler we peşçanikler (çäge daşlary).


Üçünji topara esasan gatylygy boýunça port klasa deňişli jynslar girýär deňişli. Olar kremniler, kwarsitler, şeýle hem kremnileşen izwestnyaklar we dolomitler.

Çökgindi dag jynslarynyň gatylygy boýunça L.A. Şreýneriň klaslandyryşy 18 tablisada getirilen.

Bu ýerde:

 - ýokary gowalçak jynslar;

 - gowalçak jynslar;

 - dykyz jynslar.

Plastikligi boýunça ähli dag jynslary 6 kategoriýa bölinýär.

| Kategoriýa | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|-----------------------------------|---|------|-----|-----|-----|-----|
| Plastiklik koeffisiýenti, k | 1 | >1-2 | 2-3 | 3-4 | 4-6 | 6-∞ |

Çökgindi dag jynslarynyň plastikligi boýunça 20 tablisada getirilen.

XI. DAG JYNGLARYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETLERINI BASYLMA USYLLARY BOÝUNÇA KESGITLENIŞI

Ýe.F. Epşteýniň bu usuly boýunça dag jynsynyň natural nusgasyna iki tarapy 60° boýunça taplanan pahna görnişli kesgiç basylýar. Kesgiç görnişli pahna belli bir güýç bilen basylýar, soňra ol güýç aýrylýar we onuň galdyran yzlarynyň ölçegleri alynýar. Galdyrylan yzyň çuňlugy boýunça kesgiç bilen jynsnyň galtaşan meýdany kesgitlenýar. Soňra bolsa goýylan güýç we galtaşan üstiň meýdany boýunça jynsnyň basylmanyň bolan garşylyk naprýaženiýesini kesgitleýärler. Bu garşylyga Ýe.f. Epşteýn başda kritiki naprýaženiýe, soňra bolsa dag jynsynyň agregat gatylygy diýip at berdi.

Dag jynsynyň agregat gatylygy aşakdaky formula boýunça hasaplanýar

$$\sigma_C = \frac{P}{2hbtg \frac{\alpha}{2}}; \quad (1)$$

bu ýerde: σ_C = gatylyk; P – kesgije goýylan güýç; h – yzyň çuňlygy; b – kesgijiň ini; α - kesgijiň depesindäki burç.

L.A. Şreýneriň usuly boýunça hemişelik galtaşýan meýdan berilýär we basylma esasynda dag jynslarynyň häsiýetleri öwrenilýär.

Çökgindi dag jynslarynyň birnäçesiniň mehaniki häsiýetleri barada maglumatlar aşakdaky tablisada getirilen.

| Jynslar | Gatylyk P_σ kG/mm^2 (20^7H/m^2) | Plastiklik koeffisiýenti, k | Ýungyň moduli E 10^{-5} kG/sm^2 (bar) | Döwilmek işiniň udel göwrümi kGm/sm^3 (10^7dž/m^2) |
|---|---|-----------------------------------|--|---|
| Toýunly slanesler | 20-75 | 1,3-3,3 | 0,5-0,9 | 0,15-0,77 |
| Angidridler | 95-150 | 2,9-4,3 | 1,8-5,4 | 2,10-5,40 |
| Çäge daşlary we alewrolitler | 50-235 | 1,3-4,3 | 0,5-3,9 | 0,50-0,90 |
| Hek daşlary izwestnýakl er | 100-250 | 1,5-7,0 | 1,5-4,0 | 2,1-8,00 |
| Dolomitler | 100-600 | 1,5-6,0 | 5,0-9,0 | 3,90-15,10 |
| Kremniý | 500-700 | 1,0-2,0 | >10 | ≈20 |
| *1kGm=9,80665dž≈10dž; 1sm ² =1·10 ⁻⁴ m ² | | | | |

XII. DAG JYNGLARYNYŇ MINERALOGIKI DÜZÜMINIŇ, GURLYŞYNYŇ, ÇYGLYLYGYNYŇ WE ÇUNLYKDA ÝERLEŞIŞINIŇ OLARYŇ MEHANIKI HÄSIÝETINE TÄSIRI

Dag jynslarynyň mehaniki häsiýetleri ilki bada olaryň mineralogiki düzümine we gurluşyna bagly. Şonuň üçin jynsyň mehaniki häsiýetlerini öwrenmek bilen bilelikde olaryň ýagny barlanýan jyns nusgalarynyň petrografiki aýratynlyklaryny öwrenmeli.

Çäge daşlary we alewrolitler ýaly çökgündi dag jynslarynyň gatylygy esasan olary sementirleýän maddalaryň mineral düzüminde we gurluşyna bagly. Bir meňzeş mineral düzümlü, glinli sement bilen sementirlenen (berklenen), çökündi dag jynsynyň gatylygy, şonuň ýaly mineral düzümlü ýöne karbonatly sement bilen sementirlenen (berklenen) jynsyň gatylygundan 3 essä ýakyn azdyr.

Sementiň strukturasyňyň tipine baglylykda bazal sementler bilen berklenen jynslar ýokary gatylyga eýe bolýarlar.

Metamorfizma sezewar bolan çökündi dag jynslary bizatly platformalaýyn jynslara garaňda örän ýokary gatylyga eýe bolýar.

Dykyz dag jynslarynyň plastikligi hem olaryň mineralogiki düzümine bagly (toýyndan başga, olaryň plastik koeffisiýenti 5-den ýokary bolmaýar). Karbonatly jynslaryň (hekdaşlary we dolomitler) plastikligi olaryň däneleriniň ölçegleriniň kiçelmegine görä ýokarlanýarlar.

Gowalçlyk we sowrylanlyk (выветрелость) derejesi dag jynslarynyň gatylygyny we plastikligini ýokary derejede üýtgetýär. Gowalçlygyň we sowrylanlyk derejesiniň ýokarlanmagy jynsyň gatylygynyň kiçelmegine we plastiklik koeffisiýentiniň ýokarlanmagyna getirýär. Glinli toýunly – karbonatly jynslaryň (toýyn, hekli toýyn, mergel, toýynly hek we hek daşy) gatylygy olaryň karbonatlylygynyň ýokarlanmagyndan ýokarlanýarlar.

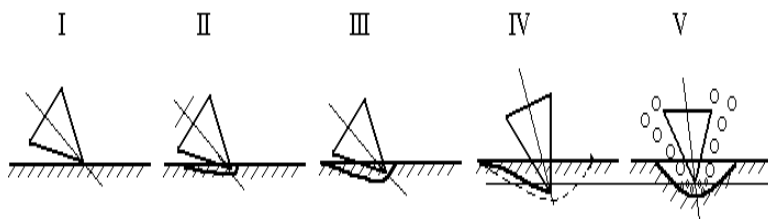
Başgada, jynslaryň mehaniki häsiýetlerine olaryň çyglyk derejesi hem täsir edýär. Dag jynsy suwlananda, ýa-da olaryň öýjükleri üst-aktiw maddalaryň (ПАВ – поверхностно-активные вещества) ergini bilen doldyrylanda jynslaryň gatylygy kiçelýär. Bu jynslar çyglananda olaryň (сцепление) ýapysygy güýçleriniň gowşamagy bilen bagly. Ýokary gowalçylykly toýyn jynslary öllenende olaryň gatylygy peselýär. Bu olaryň suw söýijiligi bilen bagly.

Jynslaryň ýerleşiş çuňlygy köpelende olaryň dykzlygy köpeliýär we gowalçylygy kiçelýär. Ondan başgada, jynslar çuňlykda hemmetaraplaýyn gysylma ýagdaýynda bolýar.

Hemme taraplaýyn basyş jisimleriň gatylygynyň ýokarlanmagyna getirýär. Meselem, hekli toýynyň gatylygy atmosfera basyşdan $1000\text{kG}/\text{sm}^2$ basyşa çenli ulalanda onuň gatylygy 38,5-den $138\text{kG}/\text{mm}^2$ ($107\text{H}/\text{m}^2$) çenli ulalýar. Başgaça 3,6 gezek ýokarlanýar, dolomitiň gatylygy, şol şertlerde, 367-den $494\text{kG}/\text{mm}^2$ ($107\text{H}/\text{m}^2$), ýagny 1,3 gezek ýokarlanýar.

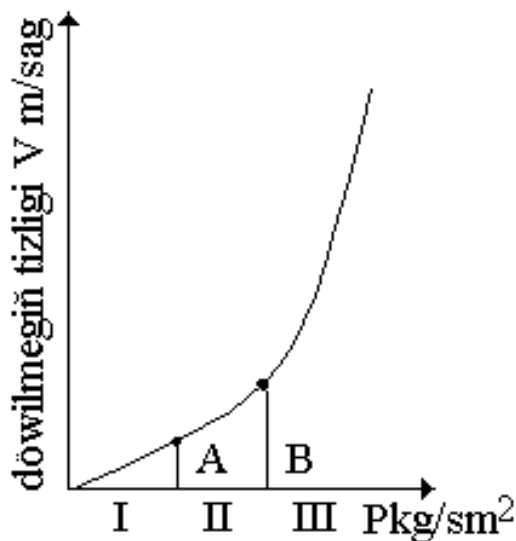
Hemmetazaplaýyn gysylmanyň ýokarlanmagy (çuňlygyň köpelmegi zerarly) esasynda olaryň plastiklik koeffisiýenti hem ýokarlanýar.

Guýy burawlananda dag jynslarynyň göwlişleriniň esasy kanyna laýyklyklary



Şaroşkaly dolotanyň dişiniň dag jynsy bilen özara täsiri. Bu ýagdaýda şaroşkaly dolotanyň dişi kütéklenen pahna görnüşli.

Şaroşka guýynyň düýbinde dag jynsynyň üstinde basylyp, togalanyp gidende dolotanyň dişi I ýagdaýdan V ýagdaýa çenli hereket edýär we dag jynsyny döwürýär.



Dag jynsynyň döwilmek hadysasy burawlama wagtyndaky dolotanyň disi bilen dag jynsyna täsir edýän birlik meýdanyna düşýän goýylma güýje bagly, ýagny udel güýç diýip atlandyrylýan goýylan güýje, dolotanyň aýlanma tizligine we başga faktorlara bagly.

Suratda

burawlamagyň mehaniki tizliginiň V

goýylan udel güýje P baglylygy görkezilen. Burawlamagyň mehaniki tizligi diýip wagıt birliginde dolotanyň jynsy döwip geçen ýoly.

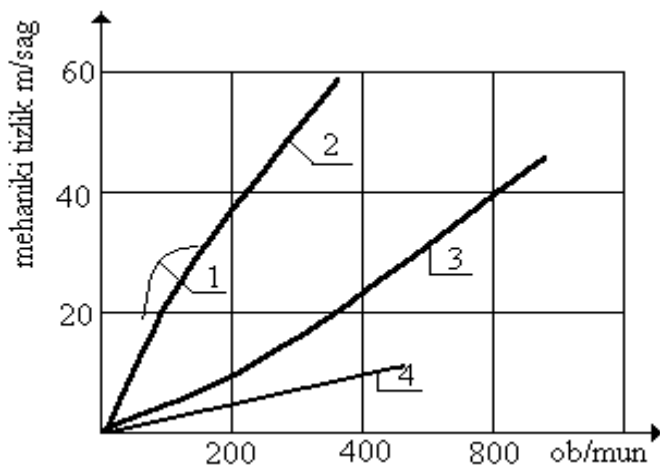
$V = f(P)$ baglylykda 3 interwal çäklenýär. I çäkke mehaniki tizlik V goýulan P güýjiň ulalmagyna göni proporsional ulalýar. Bu ýerde goýulan udel güýç jynsnyň döwliş güýjinden örän az, şonuň üçin döwilmä üst häsiýetli bolýar we bu interwala döwilmäniň üst çägi diýilýär.

II çäkke mehaniki tizlik V goýulan güýjini P ösmegi bilen ondan çalt ösýär. Bu çäkke döwleme hadysasy dag jynsynyň gatylygyna ýakym güýçde geçýär. Bu ýagdaýda döwlime marko we mikro jaýryklar emele getirip geçýär, bu bolsa döwme hadysasyny ýeňilleşdirýär muňa döwilmegiň ýadawlyk (усталостное разрушение) çägi diýip atlandyrylýar.

II we III çäklerin arasynda goýulan udel güýç jynsnyň gatylyk güýjine deň. Şu güýçden başlap döwilmä hadysasy göwrimli häsiýete eýe. III çäk göwrimli döwilmä çägi diýilýär.

Häzirki wagta burowlama hadysasy dag jynslarynyň ýadawlyk döwilmä çäginde amala aşyrylýar. Dag jynslary hem

metallar ýaly köpgezek goýulan güýjiň täsiri esasynda olar berklik çäginde kiçi naprýaženiýalarda döwilýärler. Ýagny döwilme hadysasy ýadawlyk häsiýete eýe bolýar.



Döwlimegiň tizligi dolotanyň aýlaw sanyna hem bagly. Mehaniki tizligi dolotanyň aýlaw sanyna baglylygy.

Bu ýerde: 1 – Hek (мел)

2 – Hekdaşy

3 – Mermer

4 – Granit

Dolotanyň aýlaw sany aý/min

Grafikden görnüşi boýunça, dürli mehaniki häsiýetli dag jynslarynda dolotanyň aýlaw tizligine dürli mehaniki tizlik degişli. Az plastiki (mermer) we port (granit) jynslar üçin mehaniki tizligiň aýlaw sanyna bolan baglylygy göni çyzykly baglanşyga ýakyn. Gowalçylykly we ýokaryplastiki (hek we hek daşy) jynslary üçin ol erginçyzykly baglylykdyr. Bu döwilmegiň wagt faktorynyň azalmagy we dolotanyň bir aýlawyna düşýän döwilmegiň çyňlygynyň azalmagy bilen bagly. Başga, burawlaýjy doloto bilen dag jynsynyň döwiliş hadysasynda dolotanyň aýlaw

sany näçe ýokary bolsa, onda dolotanyň dişiniň jyns bilen iş wagty az bolýar (hemişelik goýylan güçde) şonça hem bir aýlawdaky jynsyň döwiliş çüňlygy az bolýar.

EDEBIÝAT

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. "Механика горных пород" А.И. Спивак, Москва «Недра» 1967г.
11. «Разрушение горных пород при бурении скважин» М.Р. Мавлютов Москва. «Недра». 1978.

MAZMUNY

| | |
|--|-----------|
| GIRIŞ..... | 7 |
| I. DAG JYNSY BARADA ESASY DÜŞÜNJE..... | 8 |
| 1.1. Çöküncü dag jynsynyň düzümi..... | 8 |
| 1.2. Dag jynsynyň gurlyşy..... | 9 |
| 1.3. Dag jynsynyň strukturasy..... | 10 |
| 1.4. Çöküncü jynsynyň teksturasy..... | 14 |
| 1.5. Dag jynsynyň dürliligi..... | 16 |
| II. GATY JISIMİŇ FIZIKASYNYŇ BIRNÄÇE SORAGLARY..... | 16 |
| 2.1. Kristallaryň gurlyşy..... | 17 |
| 2.2. Kristalyň özara täsirli güýçleri..... | 18 |
| 2.3. Kristallaryň häsiýeti..... | 20 |
| III. GATY JISIMİŇ TEORETIKI BERKLIĞI. MASŞTABLY FAKTORY..... | 23 |
| 3.1. Ýarym kristally jisimde sepleşme güýçleri..... | 29 |
| IV. DEFORMASIÝANYŇ ÝÖNEKEÝ GÖRNÜŞINDE DAG JYNSYNYŇ WE MINERALLARYŇ MEHANIKI HÄSIÝETI..... | 31 |
| 4.1. Jynsy döredýän minerallaryň mehaniki häsiýeti..... | 32 |
| 4.2. Minerallaryň plastikliگی..... | 34 |
| V. GATYLYK BARADA DÜŞÜNJE. MINERALLARYŇ GATYLYGY..... | 36 |
| VI. DEFORMASIÝANYŇ ÝÖNEKEÝ GÖRNÜŞINDE DAG JYNSYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETI..... | 42 |
| 5.1. Dag jynsynyň maýyşgatylyk häsiýeti..... | 42 |
| VII. DEFORMASIÝANYŇ ÝÖNEKEÝ GÖRNÜŞINDE DAG JYNSYNYŇ BERKLIĞI... | 49 |
| VIII. ÄHLI TARAPDAN GYSYLANDA DAG JYNSYNYŇ MEHANIKI HÄSIÝETI..... | 53 |
| 8.1. Deň ölçegli ähli taraplaýyn gysylanda dag jynsynyň häsiýeti..... | 56 |
| 8.2. Deň ölçegsiz ähli taraplaýyn gysylanda dag jynsynyň häsiýeti..... | 59 |

| | | |
|-------------|--|------------------|
| IX. | DAG JYNGLARYNYŇ MEHANIKA HÄSİYETLERI WE STATIKA BASYLMASYNDA (ВДАВЛІВАНІЕ) OLARYŇ DÖWÜLMEGINIŇ ESASY KANUNA LAÝYKLYKLARY..... | 63 |
| 9.1. | Burawlamada dag jynslaryndaky täsirli güýjiň ýagdaýlarynyň aýratynlyklary..... | 64 |
| 9.2. | Jynslara şamp basylanda onuň naprýaženiýaly ýagdaýy we onuň döwülişiniň mehanizmleri..... | 64 |
| 9.3. | Şamp basylma usuly bilen dag jynslarynyň mekaniki häsiýetlerini kesgitlemek..... | 65 |
| X. | DAG JYNGLARYNYŇ MEHANIKA HÄSİYETLERI BOÝUNÇA KLASLANDARYLYŞY..... | 67 |
| XI. | DAG JYNGLARYNYŇ MEHANIKA HÄSİYETLERI BOÝUNÇA KLASLANDARYLYŞY..... | 68 |
| XII. | DAG JYNGLARYNYŇ MINERALOGIKA DÜZÜMINIŇ, URLYŞYNYŇ, ÇYGLYLYGYNYŇ WE ÇUŇLYKDA ÝERLEŞIŞINIŇ OLARYŇ MEHANIKA HÄSİYETINE TÄSIRI..... EDEBIÝAT..... | 70 75 |