

**TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

**B.Ýagşymämmedow, G.Ýagşymämmedowa**

**GUÝULARYŇ GEOFIZIKI  
BARLAGLARY WE  
PETROFIZIKA**

Ýokary okuw mekdepleri üçin okuw kitaby

Aşgabat – 2010

**B.Ýagşymämmedow, G.Ýagşymämmedowa, Guýularyň**  
geofiziki barlaglary we petrofizika.

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

## GIRIŞ

Peýdaly magdanlary agtarmak we barlamak işleri hemişe guýulary burawlamak bilen bile alynyp barylýar. Nebit we gaz senagatynda guýulary burawlamak diňe bir agtaryş we barlag işlerine mahsus bolman, eýsem nebit-gaz kânlerini özleşdirmekde hem ulanylýar.

Geofiziki barlaglar burawlanan guýularyň geologiki kesimini, olaryň tehniki ýagdaýyny öwrenmek, nebit-gaz ýataklarynyň özleşdirilişine gözegçilik işlerine amal etmek üçin geçirilýär. Bu maksatlar bilen geçirilýän geofiziki barlaglaryň toplumyna – guýularyň geofiziki barlag usullary diýip aýdylýar.

Guýularyň geologiki kesimini öwrenmeklik, gatlaklaryň yzygiderlikde ýerleşişini we olaryň ýerleşen çuňluklaryny, litologiýa-petrografiki häsiýetlerini, ýer jümmüşinde peýdaly magdanlaryň barlygyny, şeýle-de olaryň mukdaryny kesgitlemeklige syrykdyrylýar. Geologiki kesimi öwrenmeklige kern (nusgalyk dag jynsyny) almaklyk ýoly bilen hem amal etmek mümkin. Şeýle-de bolsa ol ýöriteleşdirilen dolotolaryň ulanylmagy bilen baglanşykly, bu bolsa buraw işleriniň çäklendirilmegine we burawlamagyň depgininiň haýallamagyna – ahyrynda burawlanýan guýunyň bahasynyň gymmatlamagyna getirýär. Bulardan başga-da islendik zerur aralykdan (çuňlukdan) kern almak mümkinçiligi çäklendirilen, şeýle-de kern ýer üstüne çykarylanda dag jynsynyň we ony doýgunlaşdyrýan flýuidleriň häsiýetleri duýarlyk derejede üýtgeýär, şol sebäbe görä, kerniň, şlamyň (guýy burawlananda, buraw ergini bilen bile ýer üstüne çykarylýan ownujak daşlar) derňewleriniň netijeleri geologiki kesimi doly suratlandyрмаýar.

Şunuň bilen birlikde, dag jynslarynyň fiziki-himiki häsiýetleriniň birnäçesini (elektrik geçirijiligi, elektrohimiki işjeňligi – aktiwligi, radioaktiwligi, temperatura geçirijiligi, maýyşgaklyk we ş.m.) olaryň ýerleşen tebigy şertlerinde,

guýularda geofiziki we geohimiki barlaglar geçirmek ýoly bilen öwrenmeklik mümkin bolýar.

Burawlanýan guýulardan örän az mukdarda kern almak, ýa-da bolmasa, bu meseläni doly ortadan aýyrmaga mümkinçilik berýän şeýle barlaglar toplumyna guýularyň geofiziki barlaglary diýilip atlandyrylýar we barlaglaryň netijeleri guýunyň boýuna, dag jynslaryň fiziki häsiýetleriniň üýtgemesini şekillendirýän diagramma görnüşinde berilýär. Guýularyň geofiziki barlaglary, dag jynslarynyň öwrenilýän häsiýetlerine baglylykda: elektriki, radioaktiw, termiki, akustiki we ş.m. ýaly görnüşlerine bölünýär. Geofiziki barlaglaryň netijeleri guýunyň kesiminde gatlaklaryň yzygiderlilikde ýerleşişini, olaryň ýerleşen çuňluklaryny, litologiki häsiýetlerini we olarda peýdaly baýlyklaryň (nebit, gaz, kömür, magdan we magdan däl çig mallar) mukdaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Netijede, alynan maglumatlar känleriň, sebitiň geologiki gurluşyny öwrenmekde, şeýle-de ätiýaçlyk gory hasaplananda, özleşdirmek üçin, taslamalar düzülende ilkinji maglumat bolup hyzmat edýär. Häzirki wagtda geofiziki maglumatlar dag jynslarynyň kollektorlyk häsiýetlerini bahalandyrmakda, olaryň nebit, gaz ýa-da suw bilen doýgunlyk derejesini kesgitlemekde esas bolup durýar. Guýulardan kern almaklygy minimuma çenli azaltmaga, nebit-gaz ýataklarynyň geologiki kesimi oňat öwrenilen ýagdaýynda bolsa, buraw işlerini kern alman geçirmeklige mümkinçilik döredýär.

Şeýle-de bolsa kern almakdan doly ýüz öwürmek, aýratyn hem bu mesele barlag guýularyna degişlilikde seredilende oňaly hasaplanylmaýar. Onuň sebäbi öýjükliigi, syzyjylygy, toýunlylygy, nebitgaz doýgynlylygy barada keri seljermek ýoly bilen alynan maglumatlar, köp ýagdaýlarda geofiziki barlaglarynyň netijelerini teswirlemekde düzedişler girizilmek üçin ilkinji material bolmagynda galýar.

*Nebit we gaz känleriniň özleşdirilişine gözegçilik* – ulanylýan nebit-gaz ýatagynyň çäginde ýerleşip, önüm berýän, şeýle-de gözegçilik hajatlaryny ýerine ýetirýän guýularda,

gatlakda nebiti gysyp, süýşürme hadysasyny, gaz-nebit, gaz-suw, nebit-suw araçäkleriniň üýtgemesiniň kanunalaýyklygyny öwrenmek maksatlary bilen geçirilýän geofiziki barlag usullarynyň toplumyny özüne birleşdirýär.

*Guýularyň tehniki ýagdaýyny öwrenmek* – guýy gurluşynyň ähli döwürlerinde: buraw işleri geçirilýän wagty, ulanmaga berilmeginiň ön syrasynda, ulanylýan döwürde geçirilýär. Burawlama wagtynda inklinometrleriň kömegi bilen guýunyň niliniň berilen ugryndan gyşarmasyny, kawernomer bilen diametriniň üýtgemesini, rezistiwimetr we termometrler bilen gatlakdan guýunyň niline suwuklygyň gelýän ýa-da bolmasa suwuklyk siňdirýän aralyklar kesgitlenilýär. Guýy ulanmaga berilmezinden ön, oturdylan sütünleriň bitewiligi we sütün aňyrsyndaky sement daşynyň hili kesgitlenilýär. Ulanyşdaky guýularda olaryň tehniki ýagdaýyna gözegçilik – sement daşynyň bitewiliginiň bozulan, ýagny sütüniň aňyrsynda suwuklyklaryň hereketiniň mümkin bolan ýerlerini ýa-da bolmasa sementiň sütün we dag jynslary bilen tutuşmak derejesini (bitewiligini) kesgitlemek bolup durýar.

Mundan başga-da, guýularyň geofiziki barlaglarynyň hataryna atyş-partladyş işlerini: geofiziki kabeli ulanmak bilen gatlaklary synag etmäge mümkinçilik berýän abzallary, gapdallygyna atýan gumçykaryjylary (gruntonos) ulanyp kern almaklygy, sütünler oturdylandan soň, gatlaklary açmak üçin geçirilýän perforasiýa işlerini we guýularda torpedirleme geçirmekligi hem goşýarlar. Bularyň geofiziki barlaglar bilen arabaglanyşygy, ol hem işleri geçirmek üçin şol bir geofiziki enjamlaryň we abzallaryň ulanylmagy bilen bagly.

Buraw işleri geçirilýän döwründe guýunyň kesimini goşmaça öwrenmek üçin, gapdal gruntonoslaryň kömegi bilen onuň diwaryndan kern almak, sütünler oturdylmadyk guýularda geofiziki kabelleri ulanmak bilen (OPK) gelejegi bar hasaplanýan gatlaklardan gaz we suwuklary alyp, ilkinji synaglary çalt we amatly ýerine ýetirmek, awariýada buraw enjamlaryny we galdyrylan metallary torpedirlemek amala

aşyrylýar. Guýular ulanmaga berilende, guýy bilen önümlü gatlagyň arasynda arabaglanşygy döretmek üçin perforasiýa işleri geçirilýär.

Ulanylýan gatлага emeli ýol bilen täsir edilýän (nagnetatelnýý) guýularda, olaryň önüm berijiligini ýa-da kabul edijiligini ýokarlandyrmak maksatlary bilen, basyşyň därili generatorlaryny ýa-da torpedalary ulanyp, gatlagy böwsme işleri ýerine ýetirilýär.

Häzirki wagtda guýularda geçirilýän geofiziki barlaglar nebit, gaz we beýleki peýdaly magdanlaryň känlerini agtarmakda, barlamakda we ulanmakda geçirilýän geologiki, buraw we ulanmak işleriniň aýrylmaz bölegine öwürildi. Guýularyň geotermiki barlaglary görnüşinde geçirilen ilkinji geofiziki işler, rus geology D.W.Golubýatnikowyň teklibi boýunça, häzirki Azerbaýjanyň Surhany we Bibi-abat nebit känlerinde 1905-nji ýylda ýerine ýetirildi. Geofiziki barlaglaryň önümçilige senagat möçberinde giňden ornaşdyrylmagy, 1928-nji ýylda fransuz alymy Şlýumberže tarapyndan, guýularyň elektriki barlag usullary oýlanyp, tapylyp senagata ornaşdyrmagy bilen başlanyldy. Rus geologlary D.W.Golubýatnikow we I.M.Gubkiniň başda durmagy bilen, ilkinji elektrometriki barlaglar 1929-njy ýylda Groznyda, 1930-njy ýylda Bakuda geçirilip başlanyldy. 1931-nji ýyllarda hyýaly garşylygy ýazmak bilen bir hatarda tebigy potensialy ýazmaklyk hem ýola goýuldy. Geofiziki barlag usullaryny häzirki zaman derejesine ýetirmekde rus alymlary W.W.Denisowiçiň, W.A.Doliskiýniň, M.A.Ždanowyň, W.N.Dahnowyň, S.G.Komarowyň, W.A.Şpagyň, G.W.Gorskowyň, I.M.Kurbatowyň, B.M.Pontekorowyň, G.N.Flerowyň W.N.Kobrnowanyň, B.Ý.Wendelşteýiniň, R.A.Rezwanowyň, D.A.Kožewnikowyň we başgalaryň atlaryny tutmak zerurdyr.

Dykgaatyňyza hödürlenýän okuw kitaby Nebit we gaz geologiýasy hünärinde okaýan talyplar üçin milli dilde ýazylan ilkinji kitapdyr. Bu kitabyň I-nji bölümi “Türkmengaz” döwlet konserniniň Nebit we gaz institutynyň Geofizika bölümüniň

hünärmeni G.Ýagşymämmedowa, giriş we II – VIII – bölümler: Türkmen politehniki institutynyň “Peýdaly magdanlary gözlemegiň we barlamagyň geofiziki usullary” kafedrasynyň uly mugallymy B.Ýagşymämmedow tarapyndan taýýarlanyldy.

Okuw kitaby ýazylanda, çapa taýýarlanylanda peýdaly maslahatlar bilen we tehniki taýdan bu işe hemaýat eden tehniki işgärlere awtorlar minnetdarlyk bildirýär.

## I BÖLÜM.

### DAG JYNSLARYNYŇ FIZIKI HÄSIÝETLERI

#### 1. Dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri umumy düşünje

Dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri – bu dag jynslarynyň Ýer togalagynda döreýän tebigy (Grawitasiýa, Magnit ýylylyk we ş.m.) ýa-da emeli döredilen fiziki meýdanlary (maýyşgak tolkun, radioaktiwlik, flýuidleriň basyş meýdany, optiki we ş.m.) bilen özara täsir etmäge bolan ukybydyr.

Bir meňzeş, bir fazaly dag jynslarynyň we minerallaryň fiziki häsiýetleri köp babatda olary düzýän himiki elementleriň atomlarynyň gurluşy bilen şertlendirilýär. Meselem: *elektriki ýylylyk* şeýle-de *dia-paramagnit* häsiýetleri atomyň daşky elektron gatlagynyň; *ferromagnit* häsiýetleri – içki elektron gatlagynyň, *radioaktiw* häsiýeti ýadronyň, *dyklyzlygy we maýyşgaklygy* bolsa – ýadronyň we daşky elektron gatlagynyň gurluşy bilen kesgitlenilýär.

**Geteroген we köp fazaly** dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri (meselem: oblomoçnyý, toýunly, karbonat dag jynslary) atomyň häsiýetinden başga-da, köp ýagdaýda dag jynslaryň sygymy, öýjükleri gaz-gidrodinamiki häsiýetleri bilen kepillendirilýän birmeňzeş dälliginiň derejesine bagly bolup durýar.

Ýer gabygynyň litosfera diýilip atlandyrylýan we şu günki tehniki derejede öwrenmeklige mümkin bolan bölegi, esasan hem dag jynslarynyň üç topary: Magmatiki, çökünci we metomorfiki dag jynslaryndan durýar. Bu toparlaryň fiziki häsiýetleriniň, şeýle-de her bir topara girýän dag jynslarynyň öz arasynda, fiziki häsiýetleri boýunça örän uly tapawut bardyr. Litosferany düzýän dag jynslarynyň fiziki häsiýetleriniň birmeňzeş dälligi, olary geofiziki usullaryň kömegi bilen belli bir aralykda (distansiýa) öwrenmekde we olardaky gazylyp alynýan peýdaly magdanlary ýüze çykarmakda esas bolup hyzmat edýär.



Islendik geofiziki usulyň tehnologi taýdan ulanylyşy üç etapdan durýar:

1. Birmeňzeş däl sredada döreýän fiziki meýdanyň parametrlerini ölçemek;
2. Geçirilen ölçegleri, dag jynslarynyň fiziki häsiýetlerini kesgitlemek we öwrenilýän sredanyň mümkin bolan fiziki modeliniň geometriýasyny gurmak maksatlary üçin, şeýle hem olaryň netijelerini geofiziki taýdan teswirlemek;
3. Gurulan fiziki modeli geologiki teswirleme netijesinde, öwrenilýän sredanyň fiziki-geologiki modelini gurmak;

Duýgur abzallaryň kömegi bilen fiziki meýdanyň häsiýetini ölçemegiň netijesinde, biz fiziki meýdanyň *hyýaly* parametrleri barada maglumat alýarys. Şonuň üçin, ölçeýji abzalyň gurluşy, onuň gurluş we metrologiki häsiýetnamasy – geofiziki barlaglaryň bu etrapdaky esasy bölümi bolup durýar.

**Geofiziki teswirlemede** – geofizikanyň gönümel meseleleri çözmegiň usullary, şeýle-de çözgidiň netijeleri, ýagny dag jynslarynyň dürli görnüşli we birmeňzeş dälligini göz önünde tutup, esasan hem guýa golaý ýerleşen zolagyň geofiziki maglumatlara edýän täsirini hasaba almaga mümkinçilik berýän – paletkalary, nomogrammalary, analitiki aňlatmalary (formula) ulanmak esas edip goýulan.

**Geofiziki maglumatlary** geologiki teswirlemeklige esas bolup, sredanyň fiziki häsiýetleri bilen kepillendirilýän, dag jynslarynyň birmeňzeş dälliginden, kesgitli litologiki häsiýetli dag jynslaryndan durýan geologiki obýektlere geçmäge mümkinçilik berýän petrofiziki arabaglanşyklary hyzmat edýär.

## 2. DAG JYNSLARYNYŇ TOÝUNLYGY

Çökündi dag jynslarynyň toýunlylygy, olaryň mineral skletinde effektiw diametri  $< 10$  mkm bolan bölejikleriň mukdary bilen häsiýetlendirilýär. Dag jynslarynyň toýunlylygy adaty granulemetriki derňewiň esasynda kesgitlenilýär we aşakdaky aňlatmadan hasaplanylýar :

$$C_{\text{toý}} = \frac{m < 0,01\text{mm}}{m_{\text{gat.f}}} \quad (1.1)$$

Bu ýerde:

$C_{\text{toý}}$  – massa toýunlylygy.

$m_{\text{gat.f}}$  – gaty fazanyň, sklet böleginiň massasy.

$m < 0,01$  – effektiw diametri  $d_{\text{ef}} < 0,01$  mm bolsa fraksiýanyň massasy.

Geofiziki işlerde  $C_{\text{toý}}$  – massa toýunlylygy,  $K_{\text{toý}}$  – göwrüm toýunlylygy,  $\eta_{\text{toý}}$  – otnositel toýunlylyk ýaly parametrleri ulanylýar. Toýun fraksiýanyň we dag jynslaryny düzýän skletiň dänejikleriniň dykzylygy deň bolan halatynda ( $\delta_{\text{sk}} = \delta_{\text{toý}}$ ) göwrüm toýunlylygynyň koeffisiýenti aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär:

$$K_{\text{toý}} = C_{\text{toý}} (1 - K_{\text{oý}}) \quad (1.2)$$

$K_{\text{oý}}$  – dag jynslarynyň umumy öýjükliligi.

Eger-de  $\delta_{\text{sk}} \neq \delta_{\text{toý}}$ ;  $\delta_{\text{sk}}$  we  $\delta_{\text{toý}}$  – deňşililikde skletiň we toýun fraksiýanyň dykzylygy.

$$K_{\text{toý}} = C_{\text{toý}} \frac{\delta_{\text{sk}}}{\delta_{\text{toý}}} (1 - K_{\text{oý}}) \quad (1.3)$$

$K_{\text{toý}}$  parametr dag jynslarynyň umumy göwrümünde toýun materialyň tutýan göwrümüne häsiýetlendirýär we bu koeffisiýenti geofiziki parametrleri deňeşdirmek üçin dürli dag jynslarynyň modeli gurulanda ulanmak amatlydyr, meselem: dag jynslaryň udel radioaktiwligine seredilende we ş.m.

Otnositel toýunlylyk koeffisiýenti  $\eta_{\text{toý}}$  ýa-da ýöne otnositel toýunlylyk, skleti düzýän bölejikleriň araboşlugynyň toýun material bilen doldyrylyşyny görkezýär.

$$\eta_{\text{toý}} = \frac{K_{\text{toý}}}{(K_{\text{toý}} + K_{\text{oý}})} \quad (1.4)$$

$\eta_{\text{toý}}$  – dag jynslarynyň diffuziýa – ýygnama (adsorbsiýa) aktiwligi bilen has ysnyşykly arabaglanşykda durýar.

Kollektor – dag jynslarynda toýun materialyň, toýun sementiň bir ýere ýygananan we aýratyn özüne mahsus bolan içki öýjükliligi bolan  $K_{\text{toý.oý}}$  agregat halyna ýerleşýärler. Dag jynslarynda şeýle agregat halyndaky toýunyň göwrüm mukdary, toýunyň agregat öýjükliligi bilen häsiýetlendirilýär.

$$K_{\text{toý.oý}} = \frac{K_{\text{toý}}}{(1 - K_{\text{oý.toý}})} \quad (1.5)$$

$K_{\text{toý.oý}} > 0$  bolýanlygy üçin hemişe  $K_{\text{toý.oý}} > K_{\text{toý}}$  göz önünde tutup, toýunly kollektoryň effektiv öýjükliliginiň aňryçäk bahasyny kesgitlemek mümkin:

$$K_{\text{oý.eff.aňr.çäk}} = \frac{K_{\text{oý}} - K_{\text{toý}} \cdot K_{\text{oý.toý}}}{(1 - K_{\text{oý.toý}})} \quad (1.6)$$

Seredilen parametrlar göwrümde deňölçegli ýaýran, ýeterlik derejede birmeňzeş çäge daşlary we esasy düzümi kwarsdan durýan alewrolitler üçin mahsus bolmak bilen, dag jynslarynyň ýaýrak toýunlylygy diýlip atlandyrylýan ululygy häsiýetlendirýär.

Polimikt çäge daşlarynda, alewrolitlerde toýun materialyň bir bölegi, bölekleyin ýa-da doly, meýdan şpatynyň dänejiklerine we beýleki jynslaryň ownuk döküklerine öwürülen görnüşinde saklanylýar.

Eger-de toýun sement, gaty däneleriň galtaşan ýerlerinde ýa-da kwars dänejikleriniň, polimikt çäge daşlarynyň, alewrolitleriň skletini düzýän dänejikleriň araboşluklaryny doldyrýan bolsa, onda oňa dag jynslarynyň effektiv öýjükliligini, syzyjylygyny peseltme ukyby häsiýetlidir. Eger-de toýun material görnüşini üýtgeden halda saklanýan bolsa kollektorlaryň syzyjylyk – göwrüm häsiýetlerine täsiri örän pesdir.

Dag jynslarynyň ýaýrak toýunlylygy bilen bir hatarda, toýun gatlaýjklar kollektorlar bilen ornuny çalyşyp ýerleşen

ýagdaýynda, gatlaklaýyn toýunlylyk diýilýän ululygy tapawutlandyrýarlar. Gatlaklaýyn toýunlylyk, gurluşy boýunça galyň kollektor gatlagyň toýun gatlajyklaryna degişli bölegini häsiýetlendirýär we  $\chi_{toý}$  bilen belgilenýär.

Eger-de umumy ýagdaýda çägeli – alewritli we toýunly gatlaklaryň öýjüklilik koeffisiýenti deň bolmasa  $K_{toý.çäg.al} \neq K_{oý.toý}$ ,  $\eta_{toý}$  bilen  $\chi_{toý}$  aşakdaky gatnaşykdan özara baglanyşýarlar.

$$\eta_{toý} = \frac{\chi_{toý}(1 - K_{oý.toý})}{(\chi_{toý} + K_{oý.ç.alew}(1 - \chi_{toý})} \quad (1.7)$$

Bu ýerde:

$K_{toý.çäg.alew}$ . – çägeli, alewrolitli gatlagyň öýjüklilik koeffisiýenti.

Eger-de  $K_{oý.toý} = K_{toý.çäg.alew} = K_{oý}$  bolsa (1.4) we (1.7) ulanyp  $\delta_{sk} = \delta_{toý}$  bolanda  $\chi_{toý} = C_{toý}$  bolýanlygyny görkezmek kyn dälir.

**Karbonat dag jynslarynda** toýunlylyk kesgitlenilmeýär. Olarda  $5 \div 10\%$  HCl – ergini bilen işlenilenden soň eremän galyan  $C_{er.gal}$  galyndynyň, nusgalyk daşyň (kerniň) umumy agramyndaky mukdaryny kesgitleýärler.  $C_{er.gal}$ -ny diňe şertleýin  $C_{toý}$  hökmünde seredip bolýar, sebäbi eremeýän galyndynyň köp bölegi kremnezýomdan (terrigen material) durýar.

Dag jynslarynda toýun minerallaryň bolmagy bilen baglanşykly, olaryň mukdaryny kesgitlemek, düzümini we häsiýetnamalaryny öwrenmek, aşakdaky sebäplere görä nebit-gaz petrofizikasy üçin uly gyzyklanma döredýär :

1. Terrigen kollektorlarda kwars ýa-da polimikt toýun bölejikleriniň bolmagy, olaryň dag jynslarynyň öýjükliligine we syzyjylygyna ýetirýän täsirini kesgitleýär. Toýunlylygyň artmagy bilen dag jynslarynyň kollektorlyk häsiýetleri bolan, sygym-syzyjylyk parametrleri erbetleşýär.
2. Toýun bölejiklere mahsus bolan uly udel üst, toýunlylygyň artmagy bilen dag jynslarynda fiziki taýdan baglanşykly

suwuň mukdarynyň we galyndy suw koeffisiýentiniň bahasynyň ýokarylanmagyna getirýär. Toýun dänejiklerde anomal fiziki häsiýetli ýyganan suwyň gatynyň emele gelmegi we onuň toýunly jynsyň öýjük göwrüminiň köp bölegini eýelemegi, GGB-ň maglumatlary seljerilende hasaba almak zerur bolan fiziki we fiziki-himiki anomaliýalaryň ýüze çykmagyna getirýär.

3. Toýun materialyň mineral düzümi, mukdary, dag jynslarynyň nebit-gaz ýataklarynyň emele gelmegi üçin olaryň litologiki (örtük) ekran bolmak ukybyny kesgitleýän iň esasy faktor bolup hyzmat edýär.

Nebit-gaz kollektorlarynyň fiziki häsiýetleri öwrenilende, gyzyklanma döredýän **objektleriň** toýunlylygy baradaky maglumat aşakdaky meseleleri çözmeklik üçin zerurdyr.

1. Nebit-gaz kânleriniň ätiýaçlyk gory hasaplanylýan we özleşdirme barada taslamalar düzülýän döwründe, GGB-ň maglumatlaryny geologiki teswirlenende zerur bolan petrofiziki deňlemeleri we olaryň hemişelik ulylyklaryny saýlap almak we alynan netijeleri effektiv ulanmak üçin.
2. Öňümlü gatlagyň kesimi “süýji” buraw ergini *ulanyp açylanda*, kollektoryň guýa golaý ýerleşen zolagynda bolup geçýän hadysalary göz önünde tutmak üçin;
3. Nebit-gaz guýulary ulanylanda gatlak basyşyny bir derejede saklamak üçin önümlü gatлага “süýji” suw bilen täsir edilende kollektoryň özüni alyp barşyny öwrenmek üçin.

### 3. ÖÝJÜKLILIK

Ýer gabygyny düzyän dag jynslary, magdanlar, daş kömürler we minerallar tutuş jisim däldirler. Olaryň ählisi özünde boşluklary (öýjükleri) saklaýarlar we tebigy ýagdaýda gatlak suwy, dürli gazlar, nebit ýa-da bu flýuidleriň garyndysy bilen doýgunlaşandyr.

Boşluklar emele gelişleri boýunça, ilkinji ýa-da dag jynslary bilen bile bir wagtda emele gelen, ikilenç jynslar emele litogenez hadysasynyň netijesinde gelenden soň dörän öýjüklere bölünýärler.

Ilkinji öýjükler dürli görnüşli bolmak bilen, terrigen we karbonat dag jynslarynyň massiwinde olary düzyän dänejikleriň aralaryndaky boşluk bolup, ol çökündilerde köp ýagdaýlarda bir deň ýaýrandyr. Şeýle öýjüklilige däneara öýjüklilik hem diýilýär. Ikilenç dörän öýjüklere jaýryklar, uly boşluklar, minerallara aşgarlar täsir edende emele gelýän akawalar degişlidirler.

Çuň katogenez hadysasy bolup geçende birnäçe ýagdaýlarda, terrigen dag jynslarynda ikilenç boşluklar (uly boşluklar, jaýryklar) emele gelmegi mümkin, hek daşlarynda, dolomitlerde ilkinji öýjükler saklanyp galýarlar.

Dag jynslarynda dürli görnüşli ähli öýjükleriň we boşluklaryň göwrümini, mukdar taýdan öýjüklilik koeffisiýenti diýilýän ululyk bilen bahalandyrmak kabul edilen.

$$K_{oý.} = \frac{V_{oý.}}{V_{d.j}}; \quad (1.8)$$

Bu ýerde:

**$K_{oý.}$**  – nusgalyk daşyň öýjüklilik koeffisiýenti.

**$V_{oý.}$**  - dag jynslaryny ähli öýjükleriň, boşluklaryň göwrümi.

**$V_{d.j}$**  - nusgalyk dag jynslarynyň göwrümi.

Öýjüklilik dag jynslarynyň fundamental häsiýeti bolmak bilen, örän köp fiziki parametrlar bu häsiýete baglydyr.

Umumy ýagdaýda dag jynslarynyň umumy öýjüklilik koeffisiýenti

$K_{oý.u.m.} =$

$$\frac{(V_{dän.ar.oý} + V_{gat.faz} + V_{ul.boş})}{V_{nus.d.j.}} = K_{dän.ar.oý} + K_{gat.f.} + K_{ul.boş}.$$

(1.9)

Bu ýerde:

$V_{dän.ar.oý}$ . – dänejikleriň arasyndaky boşluklaryň göwrümi.

$V_{gat.faz}$ . – nusgalyk daşyň gaty fazasynyň göwrümi.

$V_{ul.boş}$ . – nusgalyk jynsdaky uly boşluklaryň umumy göwrümi.

$V_{nus.d.j.}$ . – nusgalyk jynsynyň göwrümi.

$K_{dän.ar.oý}$ . – nusgada däneara öýjüklikleriň paýyny görkezýän koeffisiýent.

$K_{gat.faz}$ . – nusgada gaty fazanyň paýyny görkezýän koeffisiýent.

$K_{ul.boş}$ . – nusgadaky uly boşluklaryň tutýan göwrüminiň paýyny görkezýän koeffisiýent.

Öýjükleri ölçegleri boýunça toparlara bölmekde, gaty fazanyň üstüni doýgunlaşdyrýan gatlak suwy bilen özara täsiri esas edilip goýulan.

**Has uly, ýokary kapillýarly öýjüklerde** - diametri  $> 10^{-4}$ m bolan öýjüklerde, kapillýar we gaty fazanyň ýygnaýjy güýçleri bilen baglanşykly suwyň göwrümi şeýle köp däl. Şol sebäpli bu öýjüklerde gatlak suwy, turbogidromekanikanyň kanunyna laýyklykda, esasan hem agyrlyk güýjüniň täsiri astynda hereket edýär.

**Kapillýar öýjüklerde** -  $d_{ef} = 10^{-7}$ m ÷  $10^{-4}$ m, iki sany gaty fazanyň galtaşma çäginde, üst dartyş güýji suwyň agyrlyk güýjüniň täsiri netijesinde bolup geçýän hereketine päsgel berýär, şonuň üçin şeýle öýjüklerde suw kapillýar güýçleriň täsiri astynda saklanýar.

**Sub kapillýar öýjüklerde** -  $d_{ef} = 2 \cdot 10^{-9}$  ÷  $1 \cdot 10^{-7}$ m; öýjüklerdäki suwyň bir bölegine gaty fazanyň üsti tarapyndan ýygnaýjy güýji täsir edýär. Bu ýagdaýda öýjükler ryhlo (gowşak) we berk baglanşykly suwlar bilen doldyrylyp, ol

suwyň agyrylyk güýjiniň ýa-da bolmasa üst dartyş güýjiniň täsiri astynda hereket etmäge mümkinçiligi bolmaýar.

**Mikro öýjüklerde** -  $d_{ef} < 2 \cdot 10^{-9}m$ , olaryň diametrleri gaty fazanyň üsti bilen berk baglanşykly suwuň bardasynyň galyňlygy bilen deň bolýanlygy sebäpli, gatlak suwunyň, temperaturasy  $70^{\circ}C$ -den pes bolsa hereket edip bilmeýär.

**Has ýokary kapillýarly öýjükler**, gowşak sementleşen galeçnikler, grawiý, uly we orta dänejikli çäge daşlary, bölejiklerden durýan karbonat dag jynslary üçin häsiýetlidir.

**Kapillýar öýjükler** – sementleşen adaty çäge daşlary, bölejiklerden ybarat ýa-da kristalliki hek daşlary, dolomitler üçin häsiýetlidir. Kapillýar we subkapillýar öýjükler granulyar kollektorlara degişlidir.

**Subkapillýar öýjükler** – toýunlara, kiçi kristalliki we mel görnüşli hek daşlaryna, dolomitlere degişlidir. Bu jynslarda jaýryklar bolmasa, kollektor bolup bilmeýär.

Öýjükleriň arabaglanşygyna we dag jynslarynda flýuidleriň hereketi boýunça *umumy, açyk, effektiv* ýa-da şol öýjüklerde flýuidleriň hereket edip biljek bölegini göz önünde tutýan dinamiki öýjükliligi tapawutlandyrýarlar.

**Umumy öýjüklilik** – biri – beýlekisi bilen baglanşykly, şeýle-de özaralarynda baglanşygy bolmadyk ähli boşluklaryň umumy göwrümi bilen häsiýetlendirilýär. Mukdar taýdan umumy öýjüklilik, gury dag jynslarynyň dykzlygynyň “ $\delta_{g.d.j}$ ” şol dag jynslarynyň mineral dänejikleriniň dykzlygyna “ $\delta_{m.d}$ ” bolan gatnaşygyndan hasapalanylýar.

$$K_{u.o.y.} = \frac{(V - V_{g.f})}{V} = 1 - \frac{\delta_{gu.d.j}}{\delta_{m.d}} \quad (1.10)$$

Bu ýerde:

$V$  – gury dag jynslarynyň göwrümi

$V_{g.f}$  – dag jynslaryndaky gaty fazanyň göwrümi

$\delta_{gu.d.j}$  – gurluşy bozulmadyk dag jynslarynyň dykzlygy

$\delta_{m.d}$  – gaty fazanyň ýa-da mineralogiki dykzlygy.

**Açyk öýjüklilik** – Açyk öýjüklilik koeffisiýenti özaralarynda we daşky sreda bilen arabaglanşykda (akawalary)



bolan öýjükleriň göwrümi bilen kesgitlenilýär. Aýyk öýjükli gury we kerosin bilen doýgunlaşan dag jynslarynyň nusgalygynyň agramyny çekip, soňra parafinlenen nusgalyk daşy kerosinde çekmek ýoly bilen hasaplaýarlar.

$$K_{öy.aç} = \frac{V_{öy.aç}}{V_{nus.d.j}} \quad (1.11)$$

Bu ýerde:

$V_{öy.aç}$  – kerosin bilen doldyrylan öýjükleriň göwrümi.

$V_{nus.d.j}$  – nusgalyk jynsnyň göwrümi.

Toýunlylygy pes bolan öýjükli we gowşak sementleşen dag jynslary üçin, umumy we aýyk öýjükli ganyň tapawudy örän kiçidir. Özünde örän köp subkapillýar öýjükleri saklaýan dag jynslary üçin bu tapawut uly bolup biler.

**Effektiv öýjüklilik koeffisiýenti,  $K_{öy.ef}$ .** – Nebit-gaz özünde saklaýan öýjüklerde, fiziki baglanşykly we kapillýarlaryň üstünde saklanýan suwyň göwrümini hasaba alman, diňe nebit-gazyň tutýan göwrümini häsiýetlendirýän ululykdyr.

$$K_{öy.ef} = \frac{(V_{öy.aç} - V_{bag.suw})}{V} \cdot K_{öy.aç} (1 - v_{bag.suw}) \quad (1.12)$$

Bu ýerde:

$V_{öy.aç}$  – özara baglanşykly öýjükleriň göwrümi.

$V_{bag.suw}$  – öýjükleriň diwary bilen baglanşykly suwyň göwrümi.

$K_{öy.ef}$  – kesgitlenişiniň takykylygy  $K_{bag.suw}$ -nyň kesgitlenişiniň takyklygyna bagly bolup durýar.

Şeýle-de bolsa, nebit-gaz kánleri özleşdirilende, öýjükleriň peýdaly göwrümindäki nebit-gazyň ählisini herekete getirmek mümkin däl. Şonuň üçin örän kiçi öýjüklerdäki we akawalaryň soňundaky gaz we suwuklyk dag jynslarynda hereketsiz galýar.

**Dinamiki öýjüklilik koeffisiýenti  $K_{d.öy}$**  – bu parametr dag jynslarynyň göwrüminiň haýsy böleginde, basyşlaryň berilen gradiýentinde suwuklygyň we gazyň hereketi mümkin bolan göwrümini görkezýär.

$$K_{d.oý} = \frac{(V_{öý.aç.} - V_{bag.suw.} - V_{gal.neb.})}{V} = \frac{V_{öý.ef.} - V_{gal.neb.}}{V} = K_{öý.aç.} (1 - K_{gal.suw.} - K_{gal.neb.})$$

(1.13)

$$K_{öý.um} > K_{öý.aç} > K_{öý.ef} > K_{öý.din.}$$

Bu ýerde:

**V<sub>gal.suw.ýň.</sub>**, **V<sub>gal.neb.</sub>** – degişlilikde suwyň we nebitiň öýjügiň diwary bilen baglansykyly bolany sebäpli, hereket etmeýän böleginiň göwrümi.

**K<sub>öý.din.</sub>** – dinamiki öýjüklik koeffisiýenti.

#### 4. DAG JYNSLARYNYŇ SUWDOÝGYNLYGY, ÇYGLYLYK, ERKIN WE BAGLAŞYKLY SUW

**Çyglylyk** – dag jynslarynda saklanýan suwy häsiýetlendirýär. Dag jynslarynyň umumy, maksimal çyglylygy **W** öýjük giňişlikleri suw bilen doly doýgunlaşan dag jynslarynda saklanýan suwuň göwrümini görkezýär.

$$W = W_{gat.f} (1 - K_{öý}) + K_{öý} \cdot K_{gal.suw.} + K_{öý} (1 - k_{gal.suw.}) = W_{him. bag.s} + W_{fiz.bag.suw} W_{erk.suw} \quad (1.14)$$

Bu ýerde:

**W<sub>him. bag.s</sub>** = **W<sub>gat.f</sub> (1-K<sub>öý</sub>)** – gaty fazada saklanýan himiki baglansykyly suwyň göwrümi.

**W<sub>fiz. bag.s</sub>** – dag jynslarynda fiziki baglansykyly suwyň göwrümi.

**W<sub>erk.suw</sub>** – dag jynslarynda erkin suwuň göwrümi.

**K<sub>gal.suw</sub>** – öýjüklerde saklanýan fiziki baglansykyly suwy häsiýetlendirýän galyndy suw koeffisiýenti.

**K<sub>öý.um</sub>** – dag jynslarynyň umumy öýjüklilik koeffisiýenti.

**W** – ulylyga dag jynslarynyň çyg saklanyp biljek sygymy hem diýilýär.

Çyglyk sygymy, kesgitli termodinamiki şertde we öýjükleri doldurýan suwuň belli häsiýetinde, seredilýän dag jynslary üçin hemişelik ulylykdur.

Dag jynslarynyň çyglylygy öýjüklerdäki erkin we fiziki baglansykly suwuň mukdaryna baglylykda giň çäklerde üýtgäp biler.

**Himiki baglansykly suw** – Dag jynslaryny düzýän minerallaryň kristallarynda  $H_2O$ -nyň molekulasy görnüşinde (kristallaşan suw), ýa-da alýumin-silikat düzümlü minerallaryň kristalliki gözeneginde  $OH^-$ ,  $H^+$  ionlar görnüşinde (gidroksiol), ilkinji nobatda bolsa, toýunly minerallarda saklanýarlar we oňa kristallizasion ýa-da konstitusion suw diýlip atlandyrylýar.

**Fiziki baglansykly suw** – Dag jynslaryndaky suwuň bu görnüşine, öýjükleri emele getirýän gaty fazanyň üstünde, suwuň molekulalarynyň dag jynslarynyň mineral skleti bilen özara täsiri astynda saklanýan bölegine aýdylýar.

**Dag jynslaryndaky galyndy suw** – Dag jynslarynda kapillýar güýçleriň täsiri bilen saklanýan fiziki baglansykly suwuň jemine galyndy suw diýip kabul edilip, galyndy suw doýgunlygy diýilýän koeffisiýent bilen häsiýetlendirilýär.

$$K_{gal.suw} = \frac{V_{gal.suw}}{V_{oj}} \quad (1.15)$$

### **Dag jynslarynyň nebit-gaz doýgunlygy**

Kollektor dag jynslary tebigi ýagdaýda özünde suwy-nebiti-gazy saklap bilýärler. Suwly kollektorlarda, adatyça, olaryň öýjük giňişligi doly suratda suw bilen doýgunlaşan bolýar. Şeýle-de bolsa, birnäçe geologiki obýektlerde, olaryň golaýynda ýerleşen nebitiň ýatagy bilen baglansykda örän az mukdarda galyndy nebitiň bolmagy mümkin. **Nebitli gidroföl** kollektorlarda öýjükler nebit we suw bilen doýgunlaşan. Bu ýagdaýda nebit adaty däneara boşluklary we ölçegi boýunça **I-mkm** bolan kawernleri eýeleýär, kämahallar bolsa, ondan kiçi boşluklarda we jaýryklarda hem nebitiň bolmagy mümkin. Mineral skletiň üsti doly ýagdaýda suwyň plýonkasy (bardasy) bilen ýapylýar. Erkin suw bolsa, öýjügiň nebit bilen eýelenmedik bölegini tutýar. Öýjükdäki nebitiň, suwuň

mukdary  $K_N$  we  $K_{suw}$  koeffisiýentleri bilen häsiýetlendirilýär we  $K_N + K_{suw} = 1$ ;

Eger-de, kollektor nebit ýatagynyň aňryçäk nebit-doýgunlygynyň zolagynda ýerleşen bolsa, nebit-doýgunlyk koeffisiýenti

$$K_{N.aň.çäk} = 1 - K_{gal.suw} \quad (1.16)$$

Bölekleyin gidrofob kollektorlarda gaty fazanyň üstüniň bir bölegini nebitiň üst-aktiw düzüminiň molekulalary tutýar we bu ýerde suw bardasy (plýonkasy) ýokdyr. Bölekleyin gidrofob kollektorlarda berlen deň şertde nebit doýgunlyk koeffisiýenti, şol kollektoryň doly gidrofil ýagdaýyndaky nebit doýgunlyk koeffisiýentinden ýokarydyr we aňryçäk nebit doýgunlyk zolagynda  $K_{N.aň.çäk} > 1 - K_{gal.suw}$ ;

Bu ýerde:

$K_{gal.suw}$  - doly gidrofil kollektora degişlidir.

Gidrofob kollektorlarda nebit diňe bir kapillýar öýjükleri eýelemän, eýsem subkapillýar öýjüklerde hem saklanyp biler.

Bölekleyin gidrofoblyk ýokary öýjükli, syzyjylykly we pes derejede suw doýgunlykly, toýunlylygy pes kollektorlara mahsusdyr. Şeýle kollektorlaryň  $K_N > 95\%$  -e çenli bolup biler.

Uly kawernli, jaýrykly kollektorlaryň aňryçäk nebit doýgunlykly zolagynda  $K_N = 1$  diýip kabul edilýär.

Aňryçäk nebit doýgunlykly zolakda

$$K_N = 1 - K_{gal.suw} \quad (1.17)$$

Doly doýgunlaşmadyk zolakda

$$K_N = 1 - K_{suw} \quad (1.18)$$

Şeýle-de gazdoýgunlyk koeffisiýenti hasaplanylýar.

Aňryçäk gaz doýgunlykly zolakda

$$K_{gaz} = 1 - K_{gal.suw} \quad (1.19)$$

Doly doýgunlaşmadyk zolakda

$$K_{gaz} = 1 - K_{suw} \quad (1.20)$$

Üç komponentli ýagdaýda  $K_N + K_{gaz} + K_{suw} = 1$

Aňlatmalarda:  $K_N$  we  $K_{\text{gaz}}$  – degişlilikde nebit we gaz doýgunlyk koeffisiýentleri.

## 5. DAG JYNGLARYNYŇ DYKYZLYGY

Maddanyň dykyzlygy birlik göwrümindäki massasy bilen kesgitlenilýän ululykdyr.

$$\delta = \frac{m}{V} \quad (1.21)$$

Bu ýerde:

$\delta$  – maddanyň dykyzlygy;  $m$  we  $V$  – maddanyň massasy we göwrümi. Ölçeg birligi  $\text{g/sm}^3$ ,  $\text{kg/m}^3$ .

Gaty himiki elementleriň we minerallaryň dykyzlygy  $0,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  – litiý  $\div 22,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  – osmiý, iridiý çenli üýtgeýär. Ýer gabygyny düzýän dag jynslarynyň dykyzlygy  $1,6 \cdot 10^3 \div 3,5 \cdot 10^3 \text{ g/sm}^3$  aralykda üýtgeýär we ýeriň –ortaça dykyzlygy  $5,52 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ .

$V$  – göwrümli dag jynslary,  $V_{\text{gat.faz}}$  göwrümli gaty fazadan,  $V_{\text{oý}}$  – göwrümli öýjüklerden durýar. Öz gezeginde gaty faza dürli minerallardan we boşluklaryny doldurýan flýuidlerden  $V_N$  – nebit,  $V_s$  – suw,  $V_G$  – gazdan durýar. Şeýle dag jynslarynyň dykyzlygyny umumy görnüşde aşakdaky ýaly ýazmak bolar.

$$\delta_{d,j} = \delta_{g.faz} \frac{V_{\text{gat.faz}}}{V} + \delta_s \frac{V_{\text{suw}}}{V} + \delta_N \frac{V_N}{V} + \delta_G \frac{V_G}{V} = (1 - K_{\text{oý}}) \delta_{g.faz} + K_{\text{oý}}(K_{\text{suw}}\delta_{\text{suw}} + K_N\delta_N + K_{\text{gaz}}\delta_{\text{gaz}}) \quad (1.22)$$

Gaty fazanyň dykyzlygy  $\delta_{g.faz}$  – ony düzýän minerallaryň dykyzlygynyň ortaça ulylygyna deňdir.

$$\delta_{g.faz} = \sum_{i=1}^n \delta_{m,i} \frac{V_{m,i}}{V_{\text{gat.f}}} \quad (1.23)$$

Deňlemelerden görnüşi ýaly, dag jynslarynyň dykyzlygy olaryň  $K_{\text{oý}}$ -ne bagly bolup durýar. Şeýle-de  $K_{\text{oý}} \rightarrow 0$ ;  $\delta_{d,j} = \delta_{\text{gat.f}}$  bolýanlygy gelip çykýar.

Suw bilen doly doýgunlaşan dag jynslary üçin  $K_s = 1$ ;  $K_N = K_G = 0$  diýip kabul etse bolýar. Onda

$$\delta_{d,j} = (1 - k_{oy}) \delta_{g,faz} + K_{oy} \delta_{suw} \quad (1.24)$$

Gury dag jynsy üçin  $\delta_{suw} \approx 0$  we  $\delta_{Ggaz} \approx 0$  onda

$$\delta_{gur.d,j} = (1 - k_{oy}) \delta_{g,faz} \quad (1.25)$$

### Gazlaryň dykzlygy

Ideal gaz bolan – howanyň dykzlygy  $T=20^\circ\text{C}$   $P=0,1\text{MPa}=1\text{atm}$  –de  $1,2\text{ kg/m}^3$ . Şolbir şertlerde metanyň  $\delta_{met} = 0,7\text{ kg/m}^3$ . Pentanyň  $\delta_{pent} = 3,17\text{ kg/m}^3$ . Şeýlelik-de, adaty şertlerde gazyň howa görä dykzlygy : arassa metan üçin

$$d = \frac{0,7}{1 \cdot 2} = 0,58 \text{ Pentan üçin } d = \frac{3,17}{1 \cdot 2} = 2,64$$

Şeýle-de bolsa gatlak şertlerinde basyşyň artmagy bilen tebigy gazlaryň dykzlygy birden artýar.

### Suwuklyklaryň dykzlygy

$T = 20^\circ\text{C}$  – temperaturada tebigy gatlak suwlarynyň dykzlygy, olarda erän duzyň mukdaryna baglylykda üýtgeýär  $\delta_s = 1,01\text{ g/sm}^3$  süýji suw,  $1,24\text{ g/sm}^3$  duz bilen doly doýgunlaşan suw.

Gatlak nebitiniň dykzlygy onuň himiki düzümine, şeýle-de onda erän gazyň mukdaryna bagly bolup durýar. Nebitde erän gazyň mukdarynyň kemelmegi bilen, onuň göwrümi kiçelýär dykzlygy artýar.

Tebigy şertlerde nebitiň dykzlygy giň çäklerde  $0,5 \div 1,0\text{ g/sm}^3$  üýtgeýär.

## Minerallaryň dykzlygy

Minerallar dykzlygy boýunça:  $\delta_{\text{gat}} > 4,0 \text{ g/sm}^3$  has dykyz,  $\delta_{\text{gat}} = 2,5 \div 4,0 \text{ g/sm}^3$  orta dykzlykly,  $\delta_{\text{gat}} < 2,5 \text{ g/sm}^3$  kiçi dykzlykly toparlara bölünýärler.

Minerallaryň dykzlygy - minerallaryň gurlyşynyň kristallografiki aýratynlygyny görkezmek bilen, olary düzýän elementleriň otnositel atom massasy, atomlaryň elektron gatynyň gurluşy bilen häsiýetlendirilýär we ahyrynda olaryň atomlarynyň ýerleşiş bilen kesgitlenilýär.

Dag jynslaryny düzýän minerallaryň köp böleginiň ion ýa-da kawalent görnüşli kristalliki baglanşygy bolup, ortaça  $2,2 \div 3,5 \text{ g/sm}^3$  dykzlyklary bilen häsiýetlendirilýär.

## Çökünci dag jynslarynyň dykzlygy

Çökünci dag jynslarynyň tebigi şertlerdäki dykzlygy, diňe bir ol dag jynslarynyň häsiýetlerine bagly bolman, eýsem olary doýgunlaşdyrýan flýuidleriň dykzlygyna we olaryň gatnaşyklaryna baglydyr. Flýuidleriň dykzlygy, olaryň düzümi we suwuň duzlylygy bilen kesgitlenilýär. Gury dag jynslarynyň dykzlygy mineral skletiň dykzlygyna we umumy öýükliligine baglydyr. Şeýlelik-de, litologiki bir görnüşli dag jynslarynyň dykzlygyny kesgitleýän wajyp faktor, ol hem umumy öýüklilige häsiýetlidir.

## 6. DAG JYNGLARYNYŇ SYZYJYLYGY

Basyşlaryň tapawudynda öz üstünden suwuklygy, gazy we olaryň garyndysyny geçirip bilijilik ukybyna dag jynslarynyň *syzyjylygy* diýilýär.

Ol dag jynslarynyň basyşlarynyň tapawudynda öz üstünden flýuidleri süzüp geçirijilik ukybyny häsiýetlendirmek bilen, aşakdaky görnüşlere bölünýär: fiziki ýa-da absolyt, faza ýa-da effektiv we otnositel syzyjylyk.

## Fiziki syzyjlyk

**Fiziki syzyjlyk** - dag jynslarynyň öz üstünden gaty faza garanda, himiki inert bolan birmeňzeş suwuklygy we gazy süzüp geçirijiligini häsiýetlendirmek bilen, mukdar taýdan  $K_{\text{syz}}$  fiziki syzyjlygyň koeffisiýenti bilen bahalandyrylýar.

Darsiniň deňlemesinde  $K_{\text{syz}}$  syzyjlyk koeffisiýenti, sarp edilen birmeňzeş düzümlü suwuklygyň (gazyň) tizligi  $v_{\text{syz}}$  bilen, basyşyň gradiýentiniň  $\frac{\Delta P}{\Delta L}$  arasyndaky proporsionallyk koeffisiýenti bolup hyzmat edýär.

$$v_{\text{syz}} = K_{\text{syz}} \frac{\Delta P}{\mu L} = \frac{Q}{F}, \quad (1.26)$$

Bu ýerde:

$K_{\text{syz}}$  – dag jynsynyň syzyjlyk koeffisiýenti

$v_{\text{syz}}$  – süzülmäniň çyzykly tizligi;

$\Delta P$  – basyşyň  $\text{Pa}$ -da aňladylan gradiýenti (tapawudy);

$L$  – öýjükli sredanyň metrde aňladylan uzynlygy.

$\mu$  - suwuklygyň (gazyň)  $\text{Pa} \cdot \text{S}$ -da aňladylan dinamiki şepbeşikligi;

$Q$  – wagt birliginde öýjükli sredanyň kese kesimden geçýän suwuklygyň (gazyň)  $\text{m}^3/\text{s}$ -da aňladylan mukdary;

$F$  – öýjükli sredanyň  $\text{m}^2$ -da aňladylan kese kesiminiň meýdany;

Darsiniň deňlemesinden syzyjlygyk koeffisiýentiniň  $\text{m}^2$ -da aňladylan ulylygyny kesgitleýäris:

$$K_{\text{syz}} = \frac{Q \mu L}{F \Delta P} \quad (1.27)$$

Syzyjlyk koeffisiýentiniň ölçeg birligi hökmünde, kese kesiminiň meýdany  $1 \text{ m}^2$ , uzynlygy  $1 \text{ m}$ , basyşyň gradiýenti  $1 \text{ Pa}$  saklananda, şepbeşikligi  $1 \text{ Pa} \cdot \text{S}$  bolan suwuklygyň nusgalyk dag jynslarynyň üstünden  $1$  sekuntda



geçiren we  $1\text{m}^3$ -da aňladylan mukdary kabul edilen. Fiziki taýdan syzyjylygyň bu ölçeg birligi üstünden suwuklyk geçirýän öýjükli sredanyň akawalarynyň kese kesiminiň umumy meýdanyny häsiýetlendirýär.

Senagatda syzyjylygyň ölçeg birligi hökmünde  $1,02 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2 = 1,02 \text{ mkm}^2$ -a deň bolan ulylyk **Darsi** ulanylýar; adatyça **0,001D – 1 mD** birlik has hem ýörgünlidir.

Dag jynslary syzyjylygy boýunça üç sany şertli topara bölünýär:

1. Syzyjylykly,  $K_{\text{syz}} > 10,2 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ ;
2. Ýarym syzyjylykly,  $K_{\text{syz}} = (0,1 \div 0,2) \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$ ;
3. Hakykatdan hem syzyjylygy bolmadyk,  $K_{\text{syz}} \leq 0,1 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$  görnüşlere bölünýärler.

Kollektorlaryň fiziki syzyjylygy örän uly bolmak bilen ol:  $0,1 \cdot 10^{-15} \text{ m}^2$ -dan  $3 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$ -a çenli we ondan hem ýokary çäklerde üýtgeýär. Syzyjylygy  $(0,2 \div 1,02) \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$  – çäklerinde üýtgeýän kollektorlar tebigatda has köp duş gelyär.

**Faza syzyjylygy** - dag jynsynyň öýjük giňişliginden syzylyp geçýän fazalaryň görnüşi dürli bolan ýagdaýynda kesgitlenilýär. Tebigy şertlerde dag jynsynyň boşluklary suw, nebit we gaz bilen doýgunlaşan bolmagy mümkin. Şol sebäpli, fazalaryň islendik görnüşiniň syzylyp geçmegi üçin, zerur bolan syzyjylyk, parametriň absolýut bahasyndan kiçi bolýar we dag jynsynda saklanýan fazalaryň tutýan göwrüminiň gatnaşygyna, olaryň şepbeşikligine bagly bolup durýar.

Meselem: nebit – suw akymy üçin syzylyp geçýän fazanyň akym tizligini kesgitleýän deňlemäni iki deňlemä öwürip ýazmak mümkin.

$$v_N = \frac{Q_N}{F} = K_{N.\text{syz}} \cdot \frac{1}{\mu_N} \cdot \frac{\Delta P_N}{\Delta L}; \quad v_s = \frac{Q_s}{F} = K_{s.\text{syz}} \cdot \frac{1}{\mu_s} \cdot \frac{\Delta P_s}{\Delta L} \quad (1.28)$$

Bu ýerde:

$K_{N.\text{syz}}$ ,  $K_{s.\text{syz}}$  – degişlilikde nebit we suw üçin faza syzyjylygy;  
 $\Delta P_N = \Delta P_s$  – durnuklaşan akymda basyşyň üýtgemegi;  
 $v_N$ ,  $v_s$  – nebitiň we suwuň süzülip geçmeginiň çyzykly tizligi.

Öýjük giňişligindäki fazalaryň göwrüminiň gatnaşygyna baglylykda, (1.28) deňlemedäki faza syzyjylyklary üýtgeýär.

Dag jynslarynyň absolýut we faza syzyjylyklarynyň giň çäklerde üýtgeýänligi üçin, olary deňeşdirmegiň amatly usuly bolup *otnositel syzyjylyk* hyzmat edýär. Ol faza syzyjylygyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär:

$$K_{\text{ot.N.syz}} = \frac{K_{N.\text{syz}}}{K_{\text{syz}}}; \quad K_{\text{ot.g.syz}} = \frac{K_{g.\text{syz}}}{K_{\text{syz}}}; \quad K_{\text{ot.s.syz}} = \frac{K_{s.\text{syz}}}{K_{\text{syz}}}; \quad (1.29)$$

Bu ýerde:

**K<sub>ot.N.syz</sub>**, **K<sub>ot.g.syz</sub>**, **K<sub>s.syz</sub>** – degişlilikde nebitiň, gazyň we suwuň otnositel faza syzyjylyklary, **K<sub>syz</sub>** – dag jynslarynyň absolýut syzyjylygy.

Dag jynslarynda flýuidleriň hereketi mümkin bolan akawalaryň udel üstleri, görnüşleri (egrem – bugramlygy), öýjükleriň ölçegleri, olaryň şekilleri bilen häsiýetlendirilýän öýjük giňişliginiň gurluşy, jynslaryň syzyjylyk koeffisiýentiniň ulylygyna täsir edýän esasy faktor bolup durýar. Bu parametrler jynslaryň süzüjiligine päsgel berýän üst dartyş güýçlerini, syzyp geýän flýuidiň traýektoriyasyny (yzyny) we harçlanan flýuidiň mukdaryny kesgitleýär. Syzyjylygyň teoriýasynda bu arabaglanşyk Kozeni – Karmanyň deňlemesi bilen aňladylýar.

$$K_{\text{syz}} = \frac{K_{\text{din.ö}}^3}{f \cdot S_{\text{ud.üst.}}^2 \cdot T_{\text{gid.eg.bug.}}^2} \quad (1.30)$$

Bu ýerde:

**K<sub>din.ö.</sub>** – dag jynslarynyň birlik ulşünde aňladylan dinamiki öýjükliligi;

**S<sub>ud.üst.</sub>** – flýuidleriň hereketi mümkin bolan akawalaryň udel üsti, m<sup>2</sup>/ m<sup>3</sup>;

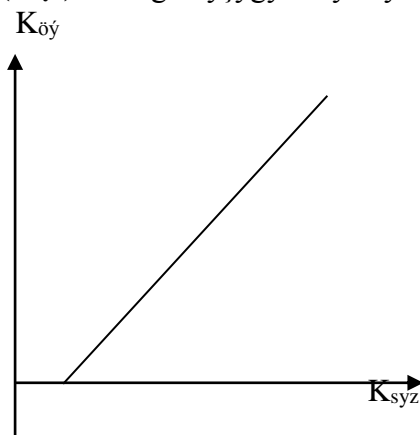
**T<sub>gid.eg.bug.</sub>** - flýuidleriň hereket edýän akawalarynyň **L<sub>k</sub>** - orta statistiki uzynlygynyň, nusgalyk dag jynsynyň **L** uzynlygyna

$\frac{L_k}{L}$  gatnaşygyna deň bolan, akawalaryň gidrawliki şekili

(egrem-bugramlygy);

$f$  – öýjüklere kese kesiminiň şekilini hasaba alýan koeffisiýent. Bu parametriň san bahasy granulýar kollektorlar üçin 2÷3 aralykda üýtgeýär we köp halatlarda 2,5-deň diýip kabul edilýär.

Granulýar dag jynslarynyň syzyjylygyna, öýjükliliginiň we öýjük giňişliginiň gurluşynyň hil taýdan täsirini statistiki  $K_{\delta} = f(K_{sy})$  arabaglanyşygyň mysalynda görkezmek mümkin.



Jynslaryň ownuk bölejiklerinden düzülen dag jynslarynyň (oblomoçnyý) öýjük giňişlikleriniň gurluşyny, belli bir derejede dag jynsyny düzýän dänejikleriň  $S_{ud.üst.}$  udel üsti, olaryň täsirli ýada  $d_m$  median diametri, dänejikleriň birsydyrgynlyk (deň ölçegli) koeffisiýenti, akawalaryň ortaça radiusy şeýle-de akawalaryň gidrawliki görnüşleri bilen häsiýetlendirmek mümkin.

## 7. DAG JYNGLARYNYŇ UDEL ELEKTRIK GARŞYLYGY WE ONUŇ DÜRLI FAKTORLARA BAGLYLYGY

Udel elektrik garşylygynyň (gelejekde udel garşylygy) ulylygy deregine kese-kesiminiň meýdany  $1 \text{ m}^2$ , beýikligi  $1 \text{ m}$  göwrümlü, kub görnüşindäki dag jynsynyň garşylygy kabul edilen. Geçirijiniň doly garşylygy Omuň kanunyna laýyklykda

$$R = \rho \frac{\ell}{S} \quad (1.31)$$

Bu ýerde:

**R**- geçirijiniň doly garşylygy;

**$\ell$**  - uzynlygy;

**S** – kese kesiminiň meýdany;

**$\rho$**  – geçirijiniň maddasyna bagly bolan udel elektrik garşylygy.

Geçirijiniň garşylygyny Om-da uzynlygy  $m$ -de, kese kesiminiň meýdanyny  $m^2$  –da aňladyp alarys:

$$\rho = \frac{RS}{\ell} \left[ \frac{Om \cdot m^2}{m} \right] = Om \cdot m \quad (1.32)$$

Dag jynslarynyň elektrik toguny geçirijilik ukybyny häsiýetlendirmek üçin,  **$\rho$**  udel garşylygynyň ters ulylygy bolan,  **$\sigma$**  udel elektrik geçirijiligi hem ulanylyar.

$$\sigma = \frac{1}{\rho} \left[ \frac{Sm}{m} \right] \left[ \frac{mSm}{m} \right] \quad (1.33)$$

$Sm$  – simens elektrik geçirijiligiň ölçeg birligi.

Dag jynslarynyň udel garşylygynyň  $Om \cdot m$ -iň üşlerinden, onlarça we yüzlerçe mün  $Om \cdot m$ -e çenli üýtgemegi, olaryň häsiýetlerini elektrik usullarynyň kömegi bilen öwrenmäge mümkinçilik döredýär.

Dag jynslary tebigy ýagdaýynda minerallardan we öýjüklerini doldurýan gazlardan we suwuklyklardan durýar. Çökündi dag jynslaryny düzýän minerallar örän uly elektrik garşylygyna  $10^6 \div 10^8 \text{ Om} \cdot m$ . eýe bolup, olar elektrik toguny geçirmeýärler. Şeýlelikde dag jynslarynyň udel garşylygy

ondaky suwuklygyň (duz ergini) garşylygyna göni proporsionaldyr diýip bolar.

### Dag jynslarynyň udel garşylygy

Gatlak suwlary we buraw ergini, duzlaryň suwdaky erginleridir. Suw erginleriniň duzlulyk derejesini 1 litr suwdaky dürli ionlaryň gramlarda ýa-da mollarda aňladylýan düzümi; 1 litr ergindäki duzyň grammlarda aňladylan mukdary, erginlerdäki duzlaryň agrama görä göterimlerde aňladylan düzümini kesgitleýän, gatlak suwlarynyň himiki analiziniň netijeleri bilen häsiýetlendirmek mümkin.

Erginiň duzlulyk derejesini aňladýan bir usuldan başga bir usula geçmeklik nomogrammalaryň we tablisalaryň kömegi bilen amala aşyrylýar. Duzlaryň suwlardaky erginleriniň udel garşylygy, ergindäki duzlaryň konsentrasiýasyna, himiki düzümine we onuň temperaturasyna baglydyr.

Erginiň konsentrasiýasy (duzlulygy) näçe ýokary bolsa, onuň udel garşylygy şonça-da pesdir. Bir näçe duzlaryň elektrik geçirijiligi ol duzlaryň aýratynlykda alynan elektrik geçirijilikleriniň jemine deňdir. Nebit-gaz ýataklaryna mahsus gatlak suwlarynda erän duzlaryň umumy mukdaryndan 70-den 95% çenli NaCl duzlary tutýar.

Buraw ergininde hem ol duz agdyklyk edýär. Şoňa laýyklykda gatlak suwlarynyň we buraw ergininiň suwunyň garşylygy kesgitlenende, olarda diňe hlorly natriniň duzy bar diýip kabul etmek bolýar. Suw erginleriniň temperaturasy ýokarlandygyça, onuň elektrik garşylygy peselýär. Bu bolsa temperaturanyň ýokarlanmagy bilen erginiň şepbeşikliginiň peselip, ionlaryň hereket tizliginiň artýanlygy bilen düşündirilýär.

Temperaturanyň  $dt$  ululyga artmagy, erginiň udel garşylygynyň  $d\rho$  ululyga üýtgemegine getirýär.

$$d\rho = - \alpha\rho dt \quad (1.34)$$

$\alpha$  – temperatura koeffisiýenti. Egerde  $\alpha$  – temperatura bagly däl diýip kabul etsek onda 
$$\int \frac{d\rho}{\rho} = -\int \alpha dt \quad (1.35)$$

ýa-da  $\ell_n \rho = \alpha t + \ell_n C \quad (1.36)$

Şeýlelikde,  $t_1$  temperaturada erginiň udel garşylygy  $\rho_1$  bolsa deňşililikde alarys.

$$\ell_n \rho_1 = -\alpha t_1 + \ell_n C \quad (1.37)$$

(1.31) we (1.32) deňlemeleri bilelikde çözüp alarys.

$$\ell_n \rho - \ell_n \rho_1 = \alpha (t_1 - t) \quad (1.38)$$

ýa-da  $\rho = \rho_1 \ell^{\alpha(t_1 - t)}$  (1.39)  
bu ýerden

$$\rho = \rho_1 \left( 1 + \alpha + \frac{\alpha^2}{1 \cdot 2} + \frac{\alpha^3}{1 \cdot 2 \cdot 3} + \dots + \right)^{t_1 - t} \quad (1.40)$$

$\alpha$  – nyň birinji derejesinden başga agzalarynyň örän kiçi ululyk bolany üçin, ony hasaba almasaň hem bolýanlygyny göz önünde tutup bolar. Onda

$$\rho = \rho_1 (1 + \alpha)^{t_1 - t} \quad (1.41)$$

Temperaturanyň uly bolmadyk  $0^0 - 50^0$  –a çenli üýtgemesinde has gysgaldylan aňlatmany ulanmak bolar

$$\rho = \rho_1 [1 + \alpha (t_1 - t)] \quad (1.42)$$

$\alpha$  – elektrik geçirijiligiň temperatura koeffisiýentiniň ortaça bahasy NaCl - ergini üçin temperaturanyň  $1^0$  C üýtgesine 0,022 deňşlidir.

$\rho$ ,  $\rho_1$  – erginiň  $t$  we  $t_1$  temperatura deňşli garşylyklary.

NaCl - ergininiň udel garşylygynyň dürli temperaturalarda, onuň konsentrasiýasyna baglylygy nomogramma görnüşinde berilýär. Bu nomogramma buraw ergininiň ýer üstündäki  $t_1$ -de ölçenilen garşylygyny guýunyň nilindäki  $t_2$  temperatura deňşililikde hasaplamak üçin ulanylýar. Buraw ergininiň suwunyň (BES-i)  $\rho_{es}$  udel garşylygyny, toýun gabyjygyň  $\rho_{tg}$  garşylygyny, buraw

ergininiň  $\rho_{Be}$  udel garşylygy boýunça hasaplamak üçin paletkalar, grafikler ulanylýar.

### **Toýunsyz, granulyar gurluşly dag jynslarynyň udel garşylygy**

Öýjükleri suw bilen doýgunlaşdyrylan granulyar gurluşly, arassa dag jynsynyň  $\rho_{s.d.j.}$  udel garşylygy, ony doýgunlaşdyrýan suwyň  $\rho_s$  garşylygyna, öýjüklilik koeffisiýenti bilen kesgitlenilýän, ondaky suwyň mukdaryna, struktura  $F$  koeffisiýenti bilen häsiýetlendirilýän öýjükleriň ýaýraýşyna baglydyr.

$$\text{Ýagny} \quad P_{s.d.j.} = f(\rho_s, k_{\text{öý}}, F) \quad (1.43)$$

Öýjüklilik koeffisiýenti  $12 \div 30\%$  möçberinde üýtgeýän, sementleşen çäge daşlaryndan durýan kollektorlar üçin, struktura koeffisiýenti  $4 \div 1,7$ -ä çenli üýtgeýär, şeýle öýjüklilik koeffisiýenti bolan karbonat dag jynslary üçin ol koeffisiýent 2-den 50-ä çenli üýtgeýär, kämahallarda 100-e çenli baryp ýetýär.

Dag jynslarynyň garşylygy temperatura baglylykda suw erginleriniň garşylygynyň üýtgeýän çäklerine degişlilikde üýtgeýär. Dag jynslarynyň udel garşylygy barasynda aýdylanda, suw erginlerinde bolşy ýaly, haýsy temperatura degişliligini görkezmek zerurdyr. Dag jynslarynyň ýerleşen cuňlugynyň üýtgemegi (çuňlaşmagy) temperaturanyň artmagyna getirýänligi bilen baglanyşyklylykda, beýleki deň şertlerde, onuň garşylygy peselýär.

Öýjükleri suw bilen doýgunlaşan dag jynslarynda gatlak suwunyň täsirini aradan aýyrmak maksady bilen, suwly gatlagyň udel garşylygy deregine, garşylygyň otnositel koeffisiýentine seretmeklik kabul edilen.

$$P = \frac{\rho_{s.d.j.}}{\rho_s} \quad (1.44)$$

Bu ýerde:

$\rho_s$  – gatlak suwunyň udel garşylygy;

$\rho_{s.dj.}$  – suw bilen 100 % doýgunlaşan dag jynslarynyň udel garşylygy.

Otnositel garşylyk  $P$  takmynan alynanda, ilki bilen dag jynslarynyň birlik göwrümünde saklanýan suwuň mukdaryna, ýagny suwuň dag jynsynda ýaýraýşyna baglydyr. Hakykatdan bolsa, dag jynslarynda saklanýan suwuň mukdarynyň, onuň öýjüklilik koeffisiýentine, öýjügiň görnüşine we onuň ýaýraýşyna baglylygyny göz önünde tutsak, onda otnositel garşylygynyň ululygy, dag jynslarynyň öýjükliligine we öýjüklileriň görnüşine baglydyr diýmek bolar.

Konsentrasiýasy giň çäklerde üýtgeýän suw ergini, granulýar gurluşly arassa dag jynslaryny doýgunlaşdyrýan mahalynda şeýle garaýyş kabul ederlikdir. Muňa garamazdan suwda duzlaryň konsentrasiýasy örän kiçi bolan ýagdaýynda, üst geçirijiliginiň täsiri astynda, suw bilen doýgunlaşdyrylan dag jynslarynyň  $\rho_{s.dj.}$  garşylygy hem-de doýgunlaşdyrýan suwuň  $\rho_s$  garşylygynyň arasyndaky proporsionallyk ýitýär.

Birmeňzeş gurluşly, dogry görnüşli dänejiklerden düzülen dag jynslary üçin, otnositel garşylygyň we öýjükliligiň arasyndaky baglanyşyk analitiki hasaplanylýp biliner. Geçirilen hasaplamalaryň we tejribeleriň görkeziji ýaly, arassa granulýar gurluşly dag jynslary üçin otnositel garşylyk, öýjüklilik koeffisiýentiniň üsti bilen şu aşakdaky ýaly aňladylýar.

$$P = \frac{\alpha}{K_{\text{öý}}^m} \quad (1.45)$$

$\alpha$  – hemişelik ululyk;

$m$  – dag jynsynyň häsiýetine bagly bolan, öýjüklilik koeffisiýentiniň görkezijisi. Bu babatda köplenç ýagdaýda şu aşakdaky aňlatmadan peýdalanylýar.

$$P = \frac{1}{K_{\text{öý}}^m} \quad (1.46)$$

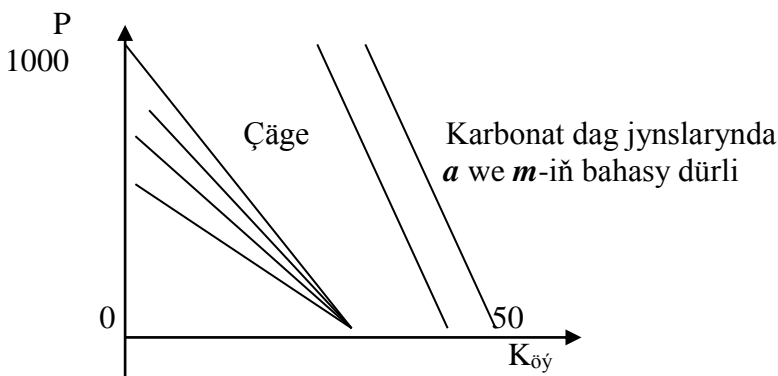


Bu ýerde dereje görkezijisi bolan “**m**”, çäge üçin 1,3-den sementleşen dag jynslarynda 2,3-e çenli üýtgeýär. Egerde bu barada takyk maglumat ýok bolsa, onda  $m = 2$  diýilip kabul edilýär.

$$P = \frac{1}{K_{\text{öý}}^2} \quad (1.47)$$

Senagatda dag jynslarynyň nusgalarynda geçirilen tejribe-barlag işleriniň netijesinde, otnositel **P** garşylyk bilen öýjüklilik **K<sub>öý</sub>** koeffisiýentiniň arasyndaky arabaglanşygy alýalar.

Ýönekeý görnüşli, däneara öýjüklere bolan sementleşmedik arassa dag jynslarynyň (çägeler, alewrolitler) otnositel garşylygy uly däldir we öýjüklilik koeffisiýenti bilen has jebis arabaglanşygy bar.



Sementleşen, şeýlede jaýrykly we kawernli, öýjük giňişliginiň görnüşi çylşyrymly bolan dag jynslary, öýjüklilik koeffisiýentiniň kiçi bahasyna eýe bolmak bilen, otnositel garşylygyň we **K<sub>öý</sub>**-iň arasyndaky baglanyşygyň has çylşyrymlylygy bilen häsiýetlendirilýär. Tekstura gurluşy boýunça, birmeňzeşligi bilen häsiýetlendirilýän, aýratynlykda alynan nebitgaz ýataklarynyň kollektor gatlagyna ýa-da

gatlaklar toplumyna,  $P = f(K_{\delta y})$  baglanyşygynyň has jebes görnüşi mahsusdyr.

Eger-de  $P = f(K_{\delta y})$  grafigi bar bolsa, onda **P**-yň san bahasy boýunça öýjükliklik koeffisiýentini  $K_{\delta y}$  tapmak bolýar, ýa-da 1.44-nji aňlatmany ulanyp hasaplanylýar.

Ýuka gatlaklardan durýan dag jynslarynda, gatlagyň ýaýran ugryna ölçenen  $\rho_{11}$  udel garşylygy, hemişe oňa  $\perp$  - ýar ugra ölçenen  $\rho_{\perp}$  -iň ululygyndan kiçidir. Şeýle dag jynslaryna anizotrop dag jynslary diýilýär.

Anizotropiýa hadysasy, slansly toýunlarda, toýunly slanslarda, daş kömürlerde, mergellerde we oruny çalyşyp gelýän ýuka çäge-toýun dag jynslarynda mese-mälim ýüze çykýar. Dag jynslarynyň anizotroplyk derejesini kesgitlemek üçin, anizotropiýa koeffisiýenti diýilýän ulylyk aşakdaky aňlatmadan tapylýär.

$$\lambda_a = \sqrt{\rho_{\perp} / \rho_{11}} \quad (1.48)$$

Anizotrop dag jynslarynyň mukdar häsiýetnamasyny almak üçin ol jynsyň ortaça udel garşylygy ulanylýar

$$\rho_{ort} = \sqrt{\rho_{\perp} \cdot \rho_{11}} \quad (1.49)$$

### **Toýunly çäge dag jynslarynyň udel garşylygy**

Petrografiýada terrigen dag jynslary üçin effektiv diametri 0,01 mm-den uly bolan çäge we alewrit fraksiýalaryny we ondan kiçi bolan toýun fraksiýalaryny tapawutlandyrýarlar. Çäge we alewrit fraksiýalar dag jynsynyň sklet bölegini düzýän bolsa, toýun sementleşdiriji material bolup hyzmat edýär.

Toýun bölekler suw erginlerinden kationlary we radioaktiw elementleri oňat ýygnaýanlygy sebäpli, olar aktiw däl sklet fraksiýa garanda, ýygnama ukyby uly bolan adsorbentler (ýygnaýjylar) hökmünde seredilýär. Dag jynslarynda toýun materialynyň bolmagy, olaryň fiziki we geofiziki häsiýetleriniň düýpgöter üýtgemegine getirýär.

Dag jynslarynda toýun sementden başga-da silikat, karbonat, demirli sementler hem bolup biler. Pes aktiwlikli karbonat we silikat, sementler, aktiw däl sklet esasynyň bir bölegi hökmünde seredilýär. Adsorbsiýa taýdan aktiw bolan demirli sement dag jynslarynyň fiziki häsiýetlerine, takmynan, toýun sementiňki ýaly täsir edýär. Kislotada ereýän goşundy hökmünde, karbonat we limonitli sementler granulometriki analizde hasaba alynmaýar.

Eger-de dag jynslarynda ereýän komponent (goşundy) ýok bolsa, onda toýun materialyň mukdary aşakdaky parametrleriň üsti bilen aňladylýar.

1. Toýun goşundynyň  $M_{to}$  massasynyň, dag jynslarynyň esasy skletini düzýän minerallaryň summar  $M_{sk}$  massasyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýän toýun materialynyň dag jynslaryndaky massa konsentrasiýasy.

$$C_{t.m.} = \frac{M_{to}}{M_{sk}} \quad (1.50)$$

2. Dag jynsyndaky toýunyň  $V_{to}$  göwrüminiň, nusgasynyň umumy göwrümüne bolan gatnaşygy bilen häsiýetlendirilýän toýun göwrümi

$$K_{toý} = \frac{V_{to}}{V_{sk} + V_{to} + V_{öý}} \quad (1.51)$$

Bu ýerde:  $K_{toý}$  – nusgalyk dag jynslaryndaky toýunyň göwrümi.

Jisimiň skletini düzýän minerallaryň dykzlygy, toýun fraksiýanyň dykzlygyna deň bolsa onda  $K_{toý} = C_{t.m.} (1 - K_{öý})$  (1.52)

3. Aktiw däl skletiň öýjükleriniň toýun materialy bilen doldurylyş derejesini

aňladýan otnositel toýunlylyk  $\eta = K_{toý} / (1 + K_{öý})$  (1.53)

Arrasa we toýunly gatlaklar bilen ornuny çalyşýan, suw bilen doly doýgunlaşan toýunly kollektorlaryň elektrik geçirijiligi, toýunly we arassa düzüjileriniň elektrik geçirijiliginiň jemine deňdir.

$$\frac{1}{\rho_{s,dj(bn)}} = \frac{K_{toş}}{\rho_{to}} + \frac{1 - K_{toş}}{P\rho_s} \quad (1.54)$$

$\rho_{to}$  – adatça, çäkleşýän dag jynslarynyň udel garşylygyna deň hasap edilýän, toýun düzüjiniň udel garşylygy.

$P$  – otnositel garşylyk.

$\rho_s$  – arassa çäge düzüjisindäki gatlak suwynyň udel garşylygy.

Ýokarda aýdylanlary göz önünde tutsak, toýunly dag jynslarynyň otnositel garşylygy, diňe bir gatlak suwunyň udel garşylygyna we onuň göwrümine bagly bolman, eýsem toýun materialynyň görnüşine hem-de onuň ýaýraýşyna bagly diýmek bolar. Bu bolsa suwyň udel garşylygynyň artmagy bilen, dag jynslarynyň udel garşylygynyň ýokarlanmasynyň arasyndaky näsazlyga, ýagny suwuň udel garşylygynyň ösüşinden dag jynsynyň udel garşylygynyň ösmesiniň yza galmagyna getirýär. Şeýlelikde, toýunly dag jynslarynyň otnositel garşylygynyň, arassa dag jynslarynyň otnositel garşylygyna garanda kemelýänligini görkezýär. Toýunly dag jynslarynyň otnositel garşylygynyň peselmesi, gatlak suwunyň garşylygy 0,40 Om.m-den geçende duýulýar. Bu ýagdaýda alynan otnositel garşylyk  $P$  hyýaly bahasyna eýe bolýar we  $P_h$  bilen belgilenýär.  $P_h$  bilen  $K_{öş}$  arasynda baglanyşyk gurmak üçin dag jynslarynyň toýunlylygyna degişli düzediş girizmeli bolýar. Bu düzedişleriň ululygy kollektoryň toýunlylygynyň we gatlak suwunyň garşylygynyň artmagy bilen ulalýar. Ol düzediş tebigi potensialyň TP diagrammasynyň ýa-da nusgalyk dag jynslarynyň analiziniň (derňewiniň) netijesinde kesgitlenilýär. Toýunly dag jynslaryndaky öýjükleri ýokary konsentراسیýaly suw bilen doýgunlaşdyrylýan mahalynda, onuň ýagdaýyny häsiýetlendirýän parametr bolup otnositel garşylygynyň  $P_{aç}$  aňryçäk bahasy hyzmat edýär.  $P_h$ –nyň ululygy boýunça  $P_{aç}$ –iň san bahasyny kesgitlemek, toýunly dag jynslarynyň öýjüklili koeffisiýenti öwrenilende, geofiziki maglumatlary teswirlemegiň meseleleriniň esasyalarynyň biri hasap edilýär.

## Jaýrykly we uly boşluk (kawernli) dag jynslarynyň udel garşylygy

Jaýrykly we uly boşlukly dag jynslaryna himiki we biohimiki (hek daşlary, dolomitler, angidritler, gipsler we ş.m.) metamorfizirleşen we beýleki dag jynslary degişlidir. Olar üçin: gaty mineral skleti, öýjükleriň çylşyrymly görnüşi we uly bolmadyk umumy öýjüklilik häsiýetlidir. Öýjük giňişlikleri dänejikler arasyndaky boşluklardan, jaýryklardan we uly boşluklardan (kawernlerden) durýarlar. Şeýle dag jynslarynyň udel garşylygy, ýokary umumy öýjüklilikiniň hem-de litologiýasynyň ujypsyz üýtgeýänligine garamazdan, kesim boýunça-da, olaryň ýaýran meýdany boýunça-da düýpgöter üýtgäp bilýärler. Umumy öýjüklilik diýilende, öýjükleriň umumy göwrüminiň, nusgalyk dag jynsynyň göwrümine bolan gatnaşygy göz önünde tutulýar. Jaýryk-kawernli dag jynslarynyň udel garşylygynyň ululygyna ondaky jaýryklar uly täsir edýärler. Elektrolit bilen doýgunlaşan jaýryklaryň, ugry boýunça akýan elektrik togy, dänearasyndaky boşluklary doldurýan elektrolite görä, has az garşylyk görkezýärler. Dag jynslaryndaky izolirlenen ýa-da bolmasa ýarym izolirlenen boşluklar (kawern) udel elektrik garşylygyna duýarlyk derejede täsir etmeýär. Jaýrykly dag jynslarynyň elektrik geçirijiligi şu aşakdaky ýaly kesgitlenilýär.

$$\frac{1}{\rho_{dj}} = \frac{K_{öý,j}}{A\rho_s} + \frac{1}{\rho_{j.db}} \quad (1.55)$$

$$K_{öý,j} = A \frac{\rho_s (\rho_{j.db} - \rho_{j,dj})}{\rho_{j.db} \rho_{j,dj}} \quad (1.56)$$

Bu ýerde:

**K<sub>öý</sub>** – dag jynsynyň göwrüm birliginde aňladylýan jaýryklaryň göwrümi.

**ρ<sub>s</sub>** – jaýryklary doldurýan suwuň garşylygy.

**ρ<sub>j.db</sub>** – dag jynsynyň jaýryk däl böleginiň garşylygy.

**ρ<sub>j,dj</sub>** – jaýrykly dag jynsynyň udel garşylygy.

**A** – jaýryklaryň giňişlikdäki ýerleşişine bagly koeffisiýent. Ol  $1 \div 2$ -ä çenli üýtgäp bilýär we jaýryklar haotiki ýerleşende 1,5-a deň diýip kabul edilýär.

Jaýryklaryň, kiçi garşylykly, ýokary derejede duzlaşan suw bilen doýgunlaşmasy, ol dag jynslaryň garşylygynyň **p<sub>dj</sub>** has hem kiçelmegine getirýär. Olaryň jaýryklary köp bolup, jaýryksyz böleginiň öýjükli­ligi pes bolsa, şonça-da udel garşylygynyň kiçelmesi çalt artýar.

Jaýryklary doldurýan suwuklygyň garşylygynyň artmagy we jaýryk däl böleginiň garşylygynyň peselmegi, jaýrykly dag jynsynyň garşylygyna edýän täsiriniň, umuman, kiçelmegine getirýär we däneara boşluklaryň täsiri bilen deňleşýär. Jaýrykly dag jynslarynyň şeýle häsiýeti käbir halatlarda elektriki usullaryň diagrammalary boýunça garşylygyň kiçelen ýerlerinde jaýrykly zolaklary ýüze çykarmaklykda peýdalanýar.

### **Nebitgazly dag jynslarynyň udel garşylygy**

Nebitgazly dag jynslarynyň udel garşylygy onuň öýjüklerindäki nebitiň, gazyň, suwuň otnositel mukdaryna, gatlak suwlarynyň minerallaşma derejesine, öýjükli­ligine, öýjükleriniň strukturasy­na, litologiýasyna we ş.m. baglydyr. Öýjüklerde nebitgazyň suw bilen ornuny çalyşmasy, dag jynslarynyň udel garşylygynyň ýokarlanmagyna getirýär.

Nebitgaz bilen doýgunlaşan arassa dag jynsynyň udel garşylygy, öýjüklerde saklanýan gatlak suwunyň udel garşylygyna proporsionaldyr. Şonuň üçin, nebit-gazly gatlagyň udel garşylygy, nebit-gaz doýgunlygynyň derejesini görkezip bilmeýär. Dürli derejeli nebit-gaz doýgunlygy bolan dag jynslary bir meňzeş garşylyk bilen bellenip biliner we tersine, bir meňzeş nebit-gaz doýgunlygy bolan dag jynslary dürli garşylyga eýe bolup biler.

Nebit-gazly dag jynslarynyň udel garşylygynyň ululygyna täsir edýän dürli faktorlaryň (gatlak suwunyň minerallaşma derejesini, öýjükli­ligi we öýjük giňişliginiň

gurluşy) täsirini doly ýa-da bölekleyin ortadan aýyrmak maksady bilen, udel garşylygynyň deregine nebit-gazly gatlagyň  $\rho_{n.gg}$  garşylygynyň, gatlagyň şol bir temperaturada, şol bir derejede duzly suw bilen 100% doýgunlaşandaky  $\rho_{sg}$  garşylygyna bolan gatnaşygy ulanylýar.

$$Q = \frac{\rho_{n.g.g.}}{\rho_{s.g.}} \quad (1.57)$$

Bu gatnaşykda  $Q$  – garşylygyň ulalma koeffisiýenti diýilýär we suwly gatlagyň öýjükleri bölekleyin nebit-gaz bilen doýgunlaşdyrylanda, onuň udel garşylygynyň näçe esse artýanlygyny görkezýär. Garşylygyň ulalma koeffisiýenti  $Q$  bilen, suw doýgunlyk koeffisiýentiniň  $K_s$  arasynda ters arabaglanşykly gatnaşyk bar.

$$Q = \frac{1}{K_s^n} \quad (1.58)$$

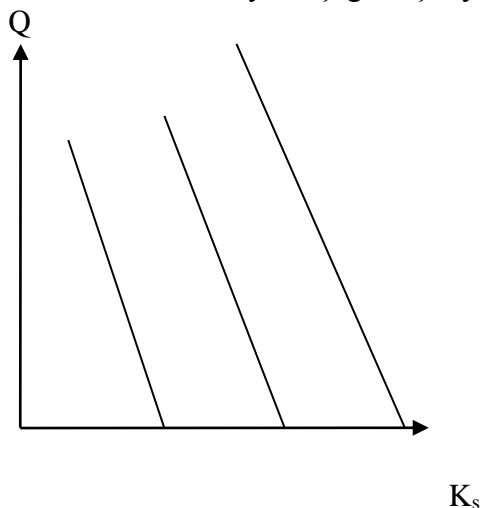
$K_s$  – öýjügiň suw bilen doýgunlaşan böleginiň, boşluklaryň umumy göwrümüne bolan gatnaşygyna deň bolan suw doýgunlyk koeffisiýenti. “n”–1,73 ÷ 4,33 çenli üýtgeýän we köp halatlarda 2-ä deň edilip alynýan, nebitiň, suwuň häsiýetine hem-de dag jynslarynyň litologo-petrografiki häsiýetlerine bagly bolup, suw doýgunlygyny görkezýän dereje. Nebit-gaz doýgunlyk koeffisiýenti  $K_{Ng}$  öýjükleriň nebit-gaz bilen doýgunlaşan göwrüminiň, şeýle-de ol öýjükleriň umumy göwrüm giňişligine bolan gatnaşygynyň deň ululygydyr. Eger-de öýjükleriň umumy göwrümini 1-e deň diýip kabul etsek, onda nebit-gaz we suw doýgunlyk koeffisiýentleriniň jeminiň bire deň bolýanlygy gelip çykýar.

$$K_N + K_g + K_s = 1; K_{Ng} + K_s = 1; K_s = 1 - K_{Ng} \text{ onda: } Q = \frac{1}{(1 - K_{Ng})^n} \quad (1.59)$$

Şeýlelikde garşylygyň ulalma koeffisiýentiniň san bahasynyň üsti bilen arassa gatlagyň nebit-gaz doýgunlyk koeffisiýentini  $K_{Ng}$  kesgitlemek mümkin. Arassa gatlagyň garşylygynyň ulalma koeffisiýenti, gatlagyň nebit-gaz doýgunlyk derejesine, onda suwuň, nebitiň, gazyň ýaýrama häsiýetine şeýle-de öýjük giňişliginiň gurluşyna, dag jynslarynyň litologo-petrografiki häsiýetine we gatlak suwuklygynyň fiziko-himiki häsiýetine baglydyr. Eger-de gatlakda ýerleşen suw bölejikleri özara bagly bolup bir ulgamy emele getirýän bolsalar, onda garşylygyň ulalma koeffisiýenti  $Q$  minimumdyr. Suw bölejikleri özara baglanyşmaýan bolsa onda  $Q$ -yň bahasy artýar.

Laboratoriýa barlaglarynyň netijesinde gurulan arabaglanşyk grafikleri, emeli ýol bilen suw doýgunlaşdyrylan dag jynslarynyň nusgalaryndan alynan. Görüşiniz ýaly,  $Q$  bilen  $K_s$ ,  $K_{Ng}$  koeffisiýentleriniň arasynda ýeterlik baglanşygyň barlygy teswirlenýär. Nebitgazly dag jynslarynyň udel garşylygy olaryň toýunlygyna baglydyr, bu ýagdaýda  $Q$  duýarlyk möçberde üýtgeýär.

dürli sebitlerden alynan çäge daşlary





## 8. TEBIGY RADIOAKTIWLIK

Dag jynslarynyň radioaktiwligi boýunça özara tapawutlanýanlygy, guýularyň kesimini gamma usulyň kömegi bilen öwrenmeklige esas bolup durýar. Radioaktiwligi aşakda agzalan meseleleri çözmek maksatlary üçin öwrenýärler.

***Geçmişde yz galdyrmadyk çökündileri yzarlamak*** maksatlary üçin:

1. Dürli litologiki dag jynslarynyň gamma aktiwliginiň üýtgeýiş çäklerini kesgitlemek we olary mineral düzümi boýunça aýratynlaşdyrmak;

2. ***Birmeňzeş mineral düzümlü*** inçe dispersiýaly fraksiýasy bolan çökündilerde, ondaky radioelementleriň mukdaryna görä gamma aktiwliginiň üýtgemesiniň kanunalaýyklygyny anyklamak;

3. ***Çökündileriň dörän*** şertini gaýtadan dikeldip, dag jynslarynyň emele geliş hadysasynda belli bir wagt aralygyndaky gaýtalanmany anyklamak;

4. ***Radioaktiw elementleriň*** konsentrasiýasy bilen çökündiniň fasial häsiýetnamasynyň we nebit-gazyň ýygnanmagynyň amatly gurluşlaryň tektoniki ösüşiniň arasyndaky baglanşygy anyklamak;

5. ***Hek daşlarynyň dolomitleşmesi***, bitumlaşmasy, nebit-suw araçägindäki radiogeohimiki anomaliýalar ýaly geohimiki aýratynlyklaryň dag jynslary bilen özara baglanşygyny anyklamak.

6. ***Kaliý, fosfor magdanynyň*** we olardaky kaliniň, fosforyň mukdary bilen radioaktiwligiň arasynda korrelýatiw arabaglanşygy almak;

7. ***Magdanyň gamma aktiwligi*** bilen U, Th, Ra ýaly radioelementleriň magdandaky mukdarynyň, olaryň görnüşleri bilen arabaglanşygyny öwrenmek.

Çökündi dag jynslarynyň arasynda angidritler, kwarsly çäge daşlary, arassa (toýunsyz) hek daşlary, örän pes-toýunly polimikt çäge daşlary - pes radioaktiwlige, toýunlar, kaliý duzlary bolsa ýokary radioaktiwlige eýedirler.

Gamma usulyň (GU) nebitgazsenagat geologiýasynda esasy wezipesi dag jynslarynda kalini, urany, torini mukdar taýdan we radioaktiw elementleriň umumy mukdaryny kesgitlemek bolup durýar.

Dag jynslarynyň toýunlylygyny kesgitlemek, ol materiýalyň meňzeşligini ýüze çykarmak, organiki maddanyň mukdaryna baha bermek, litologogenetiki seljermäniň kömegi bilen çökündileriň emele geliş şertini öwrenmekligiň mümkinçiligine esaslanandyr.

GU-nyň ýokary petrofiziki maglumat berijiligi toýunyň, aýratynlykda seredilýän toýunly minerallaryň, uglewodorodlaryň ýatagynyň emele gelmeginde, kollektor dag jynslarynyň syzyjylyk sygym häsiýetlerine kesgitli täsirini ýetirýänligi bilen şertlendirilendir.

Guýular duzly buraw ergini bilen doldyrlanda, TP – usulyň diagrammasy pes derejede differensirlenýär we GU-ň maglumatlary bolmasa toýunlylygy kesgitlemek mümkinçiligi peselýär.

### **Radioaktiw dargama kanuny**

Tebigy radioaktiwlik hadysasy, bir atom ýadrolarynyň öz-özünden başga bir elementiň atom-ýadrosyna öwürilmegi bolup, kesgitli statistiki kanuna laýyklykda bolup geçýär.

Radioaktiw dargama atomyň gurluşynyň, düzüminiň, energiýasynyň üýtgemegine getirýär we  $\alpha, \beta$  – şöhleleri,  $\gamma$  – kwantlary bölüp çykarmak bilen bolup geçýär.

$\alpha, \beta$  – şöhleler maddalarda güýçli Kulon özara täsirine duş gelyänligi üçin, olaryň maddalardan geçiş ukyby örän pes, şol sebäbe görä, nebit-gaz guýularynyň barlaglarynda diňe  $\gamma$  – kwantlar ulanylýar, olar maddalarda ýagtylygyň wakumdaky tizligine deň tizlik bilen ýaýraýar we  $E_\gamma = h\nu$  – energiýa,  $P = \frac{E}{S}$ ; implusa eýedir. Tebigy we emeli radioaktiw ýadrolar üçin dargama kanuny, wagt birliginde deslapky ýadrolardan dargan

we dargaman galan sanynyň arasyndaky arabaglanşygyny kesgitleýär. Ol differensial görnüşinde aşakdaky ýaly ýazylýar.

$$\frac{dN}{dt} = -\lambda N \quad (1.60)$$

**dN** - ýadrolaryň umumy **N** sanyndan **dt** – wagta aralygynda dargan ýadrolaryň sany.

$\lambda$  – ýadrolaryň örän kiçi wagt birligindäki dargama tizligini häsiýetlendirýän hemişelik ululyk bolmak bilen, dargama hemişeligi diýlip atlandyrylýar.

$A = \lambda N$  – ululyk bir wagt birliginde dargan ýadrolaryň sanyny häsiýetlendirýänligi üçin, radioaktiw ýadrolaryň aktiwligi diýlip atlandyrylýar.

(1.60) deňlemäni integrirläp, wagt geçmegi bilen dargan radioaktiw ýadrolaryň sanyny kesgitleýän eksponensial kanuny alarys.

$$N(t) = N_0 e^{-\lambda t} \quad (1.61)$$

Radioaktiw dargama hadysasyna seredilende, dargama hemişeligidinden başga-da, ýarymdargama periody diýilýän ululyk hem giňden ulanylýar. Ýarym dargama periody  $T_{1/2}$  – bu radioaktiw ýadrolaryň deslapky sanyndan 50%-ň dargap bilýän wagtydyr.  $T_{1/2}$  we  $\lambda$  aýratynlykda seredilýän radioelement üçin hemişelik ululykdyr.

### Radioaktiw şöhleleriň maddalar bilen özara täsiri

Tebigy ýa-da emeli ýadro öwrülişiklerinde ýüze çykýan köp sanly elementar bölejiklerden we şöhlelerden, ýadro geofizikasynada, guýularyň geofiziki barlaglarynda esasan hem  $\alpha$ ,  $\beta$  – bölejikleri, neýtronlar şeýle-de gamma kwantlar uly gyzyklanma döredýär.

Ýadro geofizikasynyň we guýularyň radioaktiw barlag usullarynyň ählisi diýen ýaly neýtronlaryň we  $\gamma$  – kwantlaryň dag jynslary bilen özara täsirine esaslanandyr. Maddalardan geçirijiligi örän pes bolan  $\alpha$  we  $\beta$  şöhleleri, meýdan ýa-da guýy barlaglarynda ulanylmaýar. Olar diňe tejribehana

şertlerinde ulanylýar. Ondan başga-da bu elementar bölejikleriň maddalar bilen özara täsiriniň netijesi, neýtronlary we  $\gamma$  – kwantlary bellemekde peýdalanýar.  $\alpha$ ,  $\beta$  – bölejikler maddalaryň içinden geçende olaryň atamlary bilen özara täsir edip, kem-kemden öz energiýalaryny ýitirmek bilen, sredany ionlaşdyrýarlar, atamlary oýandyrýarlar we şeýlelikde siňip gidýärler. Bu özara täsir diňe bir maddanyň fiziki we himiki häsiýetleri bilen kesgitlenilmän, eýsem olaryň himiki düzümine, dykzlygyna, elementar bölejikleriň massasyna, zarýadyna we energiýasyna baglydyr.

### **$\alpha$ – şöhleleriň maddalar bilen özara täsiri**

$\alpha$  – bölejikler (şöhleler) beýleki elementar bölejikleriň arasynda, massasy boýunça, has uly bolmak bilen, ol geliniň  ${}^4_2\text{He}$  atamlarynyň položitel zarýadlanan ýadrolarynyň toplumydyr.

**Maddalaryň içinden geçende  $\alpha$  – bölejikleriň energiýasy** esasan hem atamlary ionlaşdyrmaga sarp edilýär. Şeýlelikde, onuň atamlar bilen çaknyşma netijesinde ýitirýän energiýasy.

$$-\frac{dE}{dx} \approx \frac{e^2 nz}{g^2} \quad (1.62)$$

Bu ýerde:

**dE** – şöhle dx aralygy geçendäki energetiki ýitgisi.

**e** – lektronyň energiýasy.

**g** - bölejigiň hereket tizligi.

**nz** – atamlaryň konsentrasiýasy.

$\alpha$  – bölejikleriň zarýadynyň ulylygy, onuň ionlaşdyryjy ukubynyň ýokarlygyny kesgitlemek bilen çäklenmän, eýsem maddalaryň içinden geçijilik ukubynyň pesligini hem görkezýär. Şeýlelikde,tebigy radioaktiw elementleriň göýberýän ýokary energiýaly  $\alpha$ –şöhleleri howada 11,5 sm ýol

geçip bilýär, gaty maddalarda bu uzynlyk mikronlarda ölçenilýär.  $\alpha$ -şöhleleriň geçen ýolunyň şekili göniçyzyklydyr.

**$\beta$  – şöhleleriň maddalar bilen özara täsiri**

$\beta$  – bölejik massasy boýunça  $\alpha$  – bölejikden has kiçi bolmak bilen, ol çalt hereket edýän elektronlaryň  $\beta$  we pozitronlaryň  $\beta^+$  akymydyr (toplumydyr).  $\beta$  – şöhle maddalaryň içinden geçende diňe bir atomlaryň elektron gatlaklary bilen özara täsir etmän, eýsem atom ýadrolary bilen hem çaknyşýarlar. Şeýlelikde  $\beta$  – şöhläniň energiýasy diňe ionlaşdyrma harçlanman, atomlary бүтинleýin oýandyrmaga hem sarp edilýär. Elektronlar bilen çaknyşanda energiýanyň udel ionlaşdyrma ýitgisi

$$-\left(\frac{dE}{dx}\right)_{ion} = nz\Phi(E_e) \text{ kesgitlenilýär} \quad (1.63)$$

Bu täsir netijesinde oýandyrlan atom elektromagnit şöhlelerini göýberýär.

$\beta$  – şöhleleriň atomyny oýandyrmak üçin siňdiren energiýasy ýa-da atomyň göýberen elektromagnit şöhlesi

$$\left(\frac{dE}{dx}\right)_{\text{sh}} = nz^2 E_\ell \Phi(E_\ell) \text{ kesgitlenilýär} \quad (1.64)$$

Bu ýerde:

$\Phi(E_e)$  – elektronyň energiýasyna baglylykda üýtgeýän funksiýa.

**Ionlaşdyrma we atomy oýandyrmak üçin siňdirlen energiýalaryň gatnaşygy,  $\beta$  – şöhläniň energiýasyna, maddalary düzýän himiki elementleriň tertip sanlaryna baglydyr.**

$$\left(\frac{dE}{dx}\right)_{\text{sh}} / \left(\frac{dE}{dx}\right)_{ion} = \frac{nz^2 E_\ell \Phi(E_\ell)}{nz\Phi(E_e)} = \frac{E_\ell z}{800} \quad (1.65)$$

Ýokardaky gatnaşykdan görnüşi ýaly, hatda agyr elementler üçin  $z \geq 80$ ,  $\beta$  – şöhläniň energiýasy 10 Mew-e deň bolanda, onuň atomyny oýandyrmak üçin ýitiren energiýasy, şöhlelendirmä bolan ýitgisi bilen deňleşýär. Ýeňil elementler

bilen özara täsirinde ionlaşma siňýan energiýasy artýar. Birmeňzeş spektrli  $\beta$  – şöhläniň maddalardan geçende ýitgisi:

$$I_{\beta} = \frac{J_{\beta 0} \ell^{-\mu x}}{4\pi x} \text{ kesgitlenilýär.}$$

### **$\gamma$ – kwantlaryň maddalar bilen özara täsiri**

$\gamma$  – kwantlaryň maddalar bilen özara täsiriniň ölçegi, maddalary düzýän elementar bölejikleriň (elektronyň, ýadronyň) üstündäki mikro we makro kesiminiň meýdany bolmak bilen, ol bir elementar bölejik bilen beýleki bölejigiň ýa-da olaryň gamma kwant bilen özara täsir mümkinçiligini kesgitleýär. Mikro kesim bir elementar bölejik bilen, makro kesim bolsa, birlik göwrümdäki elementar bölejikler bilen özara täsir mümkinçiligini görkezýär.

$\gamma$  – şöhleler ýokary ýygylýkly elektromagnit tolkunlarydyr. Olar öz tebigaty boýunça radiotolkunlaryna, ýagtylyga, rentgen şöhlelerine meňzeş bolup, olardan has ýokary tolkun ýygylýgy bilen tapawutlanýar.  $\gamma$  – kwantlaryň giňişlikde ýaýrama tizligi hemişelik bolup, ol ýagtylygyň wakumda ýaýraýyş tizligine deňdir, ýagny 300 000 m/sek,  $\gamma$  – kwantyň  $E_{\gamma}$  energiýasy onuň tolkun ýygylýgy bilen kesgitlenilýär.

$$E_{\gamma} = h\nu \quad (1.66)$$

Bu ýerde:

$h$  – Plankyň hemişeligi.

$\nu$  – tolkun ýygylýgy.

$\gamma$  – kwantlaryň ýüze çykmany, atom ýadrolaryň bir energetiki derejesinden, başga bir energetiki derejesine birden geçmek hadysasy bilen baglanşyklydyr, şoňa görä-de tebigi, şeýle-de emeli radioaktiw elementleriň göýberýän şöhleleri göniçyzykly spektrlere degişlidir.

$\alpha$ ,  $\beta$  – şöhlelere garanda  $\gamma$  – kwantlaryň maddalardan geçmek ukyby örän ulydyr. Ol gaty maddada onlarça santimetre ýetýär.  $\gamma$  – kwantlaryň maddalar bilen özara täsiri örän çylşyrymlydyr. Häzirki wagtda bu özara täsiriň 10-dan

gowrak görnüşü bellidir. Emma energiýasy  $10\text{-}M_{\text{ew-e}}$  çenli bolan kwantlar üçin olar esasan hem 3-dürlidir.

1. **Fotoeffekt** -  $E_\gamma$  – energiýaly kwant atom bilen çaknyşma netijesinde ähli energiýasyny ýadronyň daşyndaky bir elektrona siňdirýär we ýitip gidýär. Şeýlelikde goşmaça kinetiki energiýa alan elektron,  $\gamma$  – kwantyň düşýän ugruna  $\perp$  - tarapa öz orbitasyny taşlap gidýär. Fotoeffekt hadysasynyň netijesinde atom oýandyrlan halyna geçýär. Şonuň üçin bu hadysa rentgen şöhlelerini ýa-da bolmasa 0-že elektron göýbermeklik bilen tamamlanýar. Fotoeffektiň mümkinçiligi (ähtimallygy) bir göwrüm birligindäki atomlaryň sany bilen kesgitlenýär.

$$\tau = \tau_f \cdot n = \frac{\delta N_0}{A} \tau_f$$

(1.67)

Bu ýerde:

$\tau_f$  – bir atoma degişli fotoeffektiň ähtimallygy.

$\tau$  – fotoeffektiň çyzykly koeffisiýenti.

2. **Kompton effekt ýa-da Kompton ýaýramasy** – kompton ýaýramasynda,  $\gamma$  – kwant fotoeffektdäki ýaly tutuş atom bilen özara täsir etmän, ol ýadronyň daşynda ýerleşen gatlaklardaky elektronlaryň biri bilen çaknyşyp, öz energiýasynyň bir bölegini oňa berip, ugruny üýtgedýär. Elektron öz gezeginde  $\gamma$  – kwantdan goşmaça kinetiki energiýany alyp, atomy taşlap, belli bir burç bilen orbitadan çykyp gidýär. Kompton effektiň ähtimallyk koeffisiýenti, göwrüm birligindäki elektronlaryň sany bilen kesgitlenilýär.

$$\sigma = n z \sigma_k = \frac{\delta N_0 z}{A} \sigma_k \quad (1.68)$$

Bu ýerde:

$n$  – birlik göwrümindäki atomlaryň sany;

$z$  – elementleriň tertip sany;

$\sigma_k$  – bir atoma degişli Kompton ýaýramanyň ähtimallygy;

$N_0$  – Awagadronyň sany.  $1 < z < 35$  üçin  $\frac{z}{A} = 0,5$  onda  $\sigma =$

$0,5 N_0 \sigma_k \delta$ ;

$A$  – elementiň atom massasy;

$\sigma$  – Kompton effektiň çyzykly koeffisiýenti  
 $\delta$  – maddanyň dykzylygy.

### Elektron we pozitron emele gelme effekti

Bu hadysa  $\gamma$  – kwantyň himiki elementleriň ýadrolary bilen özara täsiri netijesinde bolup geçýär. Ýadro fizikasynyň häzirki zaman teoriýasy nukdaý nazaryndan seredilende, madda düşýän kwant ýadronyň Kulon meýdanynda doly siňmek bilen dürli tarapa çykyp gidýän  $e^+$  we  $e^-$  pozitrony we elektrony emele getirýär. Mälim bolşy ýaly, jübut elementar bölejikleri emele getirmek üçin olaryň massalaryna  $2m_0c^2$ -a ekwiwalent bolan energiýany siňdirmek zerurdyr, şoňa görä-de, bu özara täsir diňe ýokary energiýaly kwantlara mahsusdyr. Şeýlelikde, reaksiýada ýüze çykýan bir elementar bölejigiň energiýasy  $m_0c^2$ -a deň bolýandygyny göz önünde tutsak, onda  $E_\gamma \geq 2m_0c^2$  ýa-da  $m_0c^2 = 0,51$  Mew deň bolýanlygy üçin  $E_\gamma \geq 1,02$  Mew deň ýa-da uly bolmasa bu effektiň ýüze çykmaýanlygy görülýär.

Görşümüz ýaly, düşýän kwant ýadronyň **Kulon** meýdanynda siňmek bilen energiýalary  $2m_0c^2$ -a deň bolan  $e^+$  we  $e^-$  bölejikleri emele getirýär.

Elektron we pozitron emele gelmeginiň çyzykly koeffisiýenti, göwrüm birligindäki ýadrolaryň sany bilen kesgitlenilýär.

$$K = K_{jüb} \cdot n = \frac{\delta N_0}{A} K_{jüb} \quad (1.69)$$

Bu ýerde:

$K_{jüb}$  –  $e^-$  we  $e^+$  emele gelmesiniň ähtimallygynyň koeffisiýenti;

$\gamma$  – kwantyň maddalaryň içinden geçendäki haýallamasynyň çyzykly koeffisiýenti  $\mu$  - 3-hadysanyň netijesinde ýitirýän energiýasyny häsiýetlendirýän koeffisiýentleriň jemine deňdir.

$$\mu = \tau + \sigma + k$$

(1.70)



Bu ýerde:

$\mu = \gamma$  – kwantlar maddalardan geçendäki haýallamasynyň çyzykly koeffisiýenti:

$\gamma$  – kwant maddadan geçende, maddanyň atomlarynyň ýerleşşi “oňat” geometriýaly ýagdaýyň şertine laýyk gelýän bolsa, onda onuň haýallamasy eksponensial kanunyň deňlemesi bilen beýan edilýär.

$$I_{\gamma} = I_{\gamma 0} e^{-\mu r} \quad (1.71)$$

Bu ýerde:

$I_{\gamma 0}$   $\gamma$  – kwantyň deslapky depgini;

$I_{\gamma}$  – maddadan geçenden soňky depgini;

$r$  – maddanyň galyňlygy.

Eger-de ýaýran şöhläniň maddadan geçişine gözegçilik edilýän bolsa we maddanyň galyňlygy (geometriki ölçegleri) kwantyň özara täsirsiz geçip bilýän aralygyndan has uly bolsa, özara täsirsiz geçen kwantlar bilen bir hatarda, atomlarda ýaýran kwantlar hem belleniýär. Şeýlelikde, ýokarky aňlatma başga görnüşe eýe bolýar.

$$I_{\gamma} = I_{\gamma 0} e^{-\mu r} B \quad (1.72)$$

Bu ýerde:

$B$  -  $\gamma$  – kwantlaryň jemlenme faktory.

Meseläniň geometriýasyny hasaba alsak.

$$I_{\gamma} = \frac{I_{\gamma 0} \varepsilon(E_{\gamma})}{4\pi r} \ell^{-\mu r} B(E_{\gamma}, r) \quad (1.73)$$

$$B = A \ell^{\alpha_1 \mu} + (1 - A) \cdot \ell^{-\alpha_2 \mu} \quad (1.74)$$

Bu ýerde:

$\varepsilon(E_{\gamma})$  – detektoryň effektiwligi.

$r$  – kwant bilen şöhlendirilýän maddanyň galyňlygy.  $A$ ,  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$  – seredilýän dag jynsy üçin hemişelik ulylyk, arabaglanşyk grafiklerden kesgitlenilýär.

## 9. DAG JYNSLARYNYŇ NEÝTRON HÄSIÝETLERI

Dag jynslarynda neýtronlaryň döredýän reaksiýalary,  $\gamma$  – kwantlaryň döredýän reaksiýalaryndan tapawutlanýar we dürli-dürlidir. Şonuň üçin stasionar we implus neýtron usullary, guýularyň radiometriki barlaglarynda esasy orny eýeleýärler. Bu usullar nebit-gaz we peýdaly magdanlaryň kánlerinde dag jynslarynyň kollektorlyk häsiýetlerini kesgitlemekde, önümlü obýektleri ýüze çykarmakda, ulanylýan kánlere gözegçilik etmekde, mineral çig maly we dag jynslaryny elementler boýunça seljermekde, şeýle-de başga bir näçe derwaýys meseleleri çözmekde giňden ulanylýar.

Neýtron usullarynyň sütünler oturdylan guýularda geçirilýän geofiziki işleriň arasynda aýgtylaýjy orny eýelemegi, polat sütünler oturdylanlygyna garamazdan, guýularyň geologiki kesimini öwrenip bolýanlygy bilen kepillendirilýär. Nebit-gaz ýataklarynyň gutarnykly barlaglary neýtron usullaryny ulanman amala aşyrmak mümkin däl.

Neýtron usullaryny ulanmaklyk, geofiziki barlaglaryň maglumatlarynyň takyklygyny ýokarlandyrmaga, barlag wagty, sarp edilýän çykdaýjyny tygşytlamaga, geologiki we nebit-gazyň çykaryp bolýan goruny ygtybar kesgitlemäge, özleşdirmede öndebaryjy, ykdysady taýdan tygşytly usullaryny ulanyp, nebit-gaz berijilik koeffisiýentini ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Dünýäde nebit-gazyň barlanylan gory, onuň önümlerini ulanylyşyndan yza galýar. Şonuň üçin nebit-gaz kánleriniň özleşdirilişine gözegçilik etmekde we onuň işlenilişiniň amatly usulyny seçip almakda, şeýle-de deslapky we galyndy nebitdoýgunlygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýänligi üçin, neýtron barlag usullarynyň mundan beýläk hem ähmiýeti artýar.

Neýtron usullaryny ulanmaklyk önümlü gatlagyň galyňlygyny, nebit-gaz ýatagyň meýdany boýunça, suwalma hadysasynyň häsiýetini, ol gatlaklaryň özleşdiriliş derejesini ýüze çykarmak bilen nebitiň öwezini dolup

bolmajak ýitgisini peseldýär we barlag-agtaryş, şeýle-de nebit çykaryjy kärhanalaryň önüm çykarmaklyga gönükdirlen çykdaýjylaryny tygşytlamaga mümkinçilik berýär.

Öýjüklilik, toýunlylyk, nebit-gaz, suw doýgunlylyk, dag jynslarynyň gaty fazasynyň himiki düzümi, basyş we temperatura neýtron usullarynda belenilýän parametre gösgöni täsir etmän, degişli neýtron häsiýetnamasynyň üsti bilen öz täsirini ýetirýärler.

Ýylylykdan ýokary we ýylylyk derejesindäki energiýaly neýtronlaryň dag jynslarynda giňişlikde-energetiki we wagta baglylykda ýaýramasyny häsiýetlendirýän ululyklar bolup, neýtronlaryň haýallama uzynlygy, haýallama wagty, haýallan neýtronlaryň implusynyň dispersiýasy, diffuziýa uzynlygy we migrasiýa (süýşme) uzynlygy, ýylylyk neýtronlaryň ömri, ýylylyk neýtronlaryň diffuziýa koeffisiýenti hyzmat edýär. Bu parametrleri bilmeklik, neýtron usullaryny ulanmaklygy petrofiziki taýdan esaslandyrmak, amatly ölçeg geçirliş şertlerini saýlamak, netijelerini gaýtadan işlemek üçin algoritmleri düzmek, öwrenilýän sredanyň häsiýetnamalary bilen teswirleme parametrleriniň arasynda özara baglanşyklaryny gurmak üçin zerurdyr.

### **Neýtronlaryň maddalar bilen özara täsiriniň görnüşleri we olaryň petrofiziki maglumat berijiligi**

Geofizikada dag jynslarynyň madda düzümini öwrenmekde neýtron usullaryny ulanmaklyga esas edilip, neýtronlar dag jynslarynda ýaýranda ýüze çykýan fiziki prosesleri barlamak goýulandyr. *Neýtronlaryň haýallama hadysasy* giň energetiki zolagy, 14 Mew-den takmynan 1 ew-a çenli aralygy eýeläp, ilkinji 100 mikrosekunt wagtda bolup geçýär. *Ýylylyk neýtronlaryň diffuziýa hadysasy* özünüň uzynlygy bilen tapawutlanýar we 100-lerçe millisekunt dowam edýär.

Dag jynsyny emele getirýän elementleri, neýtron bilen özara täsiri boýunça:  $1 < A < 25$  ýeňil,  $25 < A < 80$  – orta we

$80 < A < 240$  agyr massaly ýaly üç topara bölmek mümkin. Birinji topara çökündi, ikinji we üçinji toparlara bolsa magmatiki we metomorfiki dag jynslary girýärler.

Dürli elementleriň ýadrolary bilen neýtronyň özara täsiri, diňe bir mişeniň – ýadronyň massasyna bagly bolman, eýsem neýtronyň energiýasy hem uly täsirini ýetirýär.

Energiýa babatynda neýtronlaryň üç toparyny tapawutlandyrýarlar:

1)  $E < 1$  Kew; 2)  $1 \text{ Kew} < E < 0,5 \text{ Mew}$ ; 3)  $0,5 < E < 14 \text{ Mew}$ . Umuman alanyňda, neýtronlaryň energiýasy boýunça şeýle bölünişigi, olar bilen bolup geçýän ýadro reaksiýalarynyň häsiýetini, reaksiýada bölünip çykýan elementar bölejikleriň görnüşlerini, olaryň energiýalaryny we ýaýrama burçlaryny we ş.m. kesgitleýär.

Meselem, pes energiýaly zolakda agyr ýadrolar tarapyndan neýtronlaryň siňdirilmesi, orta energiýaly zolakda maýşgak ýaýrama hadysasy agdyklyk edýär, oňnositel ýokary energiýaly zolakda bolsa, özara täsir netijesinde ýadronyň oýandyrlan halyna geçmeginiň mümkinçiliginiň artýanlygy sebäpli, maýşgak däl ýaýramanyň ýüze çykmasynyň ähtimallygy ýokarlanylýp, zarýadlanan bölejikleriň emele gelmegi mümkin. Neýtronlaryň gatnaşmagynda dag jynslarynda bolup geçýän fiziki hadysalara:

1. Atom ýadrolarynda çalt neýtronlar bilen bolup geçýän we bu hadysada häsiýetli  $\gamma$ -kwantlary emele getirýän, neýtronlaryň maýşgak däl ýaýramasy.
2. Atom ýadrolarynyň çalt neýtronlar bilen aktiwleşdirilmegi (işjeňleşdirilmegi).
3. Neýtronlaryň rezonas siňdirilmesi.
4. Ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlaryň gatnaşmagynda ýadrolaryň bölünmesi.
5. Atom ýadrolaryň ýylylyk neýtronlar bilen özara täsirinde aktiwleşmesi.
6. Häsiýetli  $\gamma$  – şöhle göýbermek bilen bolup geçýän, ýylylyk neýtronlaryň siňmesi we ş.m.

Ýokarda sanalan hadysalar dag jynslaryny şöhlelendirmekde stasionar ýa-da implus kadasynda işleýän çeşmeler ulanylýanlygyna garamazdan bolup geçýärler. Bu hadysalar dürli wagt dowamlylygynda bolup geçýänligi sebäpli, neýtronlaryň ömrüniň aýratynlykda seredilýän döwürlerini synlap, belli döwürde mahsus hadysalaryň belli bir geologiki maglumat bilen özara baglanşygyny göz önünde tutsak, implus çeşmelerini ulanmagyň has amatly bolýanlygy gelip çykýar.

### **Neýtronlaryň maddalar bilen özara täsiri**

**Neýtron** – zarýadsyz elementar bölejik bolup, onuň massasy takmynan protonyň massasyna deňdir. Neýtron elektriki taýdan zarýadsyzlygy sebäpli, zarýadly bölejikler bilen özara täsire girmeyär, şonuň üçin beýleki elementar bölejiklere garanda maddalardan geçijilik ukyby has ýokarydyr.

Neýtron ýadro bilen çaknyşanda bolup geçýän hadysalar, dag jynslarynyň ýadro häsiýetleri öwrenilende, uly gyzyklanma döredýän dürli ýadro reaksiýalaryny ýüze çykarýar.

Energiýalaryna baglylykda neýtronlar :

1. Ýylylyk neýtronlar  $E_n < 1 \text{ ev} \approx 0,025 \text{ ev}$
2. Orta energiýaly neýtronlar  $1 \text{ ev} < E_n < 0,1 \text{ Mev}$
3. Çalt neýtronlar  $E_n > 0,1 \text{ Mev}$
4. Rezonans neýtronlar  $E_n = 1 \text{ ev} \div 1,0 \text{ kev}$
5. Ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlar  $E_n = 0,3 \div 100 \text{ ev} \approx 0,5 \text{ ev}$  ýaly şertli toparlara bölünýärler.

Neýtronlaryň gatnaşmagynda bolup geçýän ýadro reaksiýalary: ýaýrama we siňme ýaly toparlara bölünýärler.

Neýtronyň islendik energiýasyna mahsus bolan **ýaýrama** hadysasy: maýýşgak we maýýşgak däl ýaly görnüşlere bölünýär.

**1. Maýýşgak ýaýrama** – neýtronlaryň bu görnüşli ýaýramasy, iki sany ideal maýýşgak şaryň çaknyşmasyna

meñzeşdir. Şonuň üçin, neýtronyň we ýadronyň çaknyşandan soňky we çaknyşmazdan öňki kinetiki energiýalarynyň jemi, neýtronyň çaknyşmazdan öňki we soňky energiýalarynyň jemine deň hasap edilýär, bu bolsa neýtronyň kinetiki energiýasy ýadronyň içki energetiki derejesini üýtgetmeklige sarp edilmeyär diýiligidir. Neýtronyň energiýasynyň ýylylyk we orta mukdardaky çäklerinde maýyşgak çaknyşmanyň kese kesimi “ $\sigma_y$ ”, himiki elementleriň ýadrolarynyň uly toparlary üçin hemişelige ýakyndyr, emma çalt neýtronlar öz energiýalaryna baglylykda bu parametriň duýarlyk derejede üýtgemesine sezewar bolýarlar. Bu ýagdaý, dag jynslaryny düzýän beýleki elementlerden özüniň maýyşgak ýaýrama kese kesimi “ $\sigma_{neý}$ ” boýunça has tapawutlanýan wodoroda degişlidir.

Neýtronlaryň ýadrolar bilen çaknyşandaky ýitirýän energiýasy, ýadronyň massasyna “ $M$ ” we neýtronlaryň ýaýramada çaknyşma burçyna baglydyr. Neýtronyň çaknyşmazdan öňki energiýasy “ $E_n$ ” we “dynçlykda” duran ýadro bilen çaknyşandan soňky energiýasynyň “ $E'_n$ ” arasynda aşakdaky ýaly baglanyşyk bardyr.

$$E'_n = E_n \frac{M^2 + 2M \cos \psi + 1}{(M + 1)^2} \quad (1.75)$$

Bu ýerde:

$M$  – ýadronyň massasy.  $\cos \psi$  – neýtronyň ýadro bilen çaknyşma burçy. Bu aňlatma laýyklykda ( $E'_n$ ) – iň kiçi energiýasy  $\psi = \pi$  bolanda ýagny, gös-göni çaknyşmada mümkindir.

$$\Delta E_{n \cdot \min} = \alpha E'_n ; \alpha = \left( \frac{M - 1}{M + 1} \right)^2 \quad (1.76)$$

onda energiýanyň maksimal ýitgisini şeýle kesgitlemek bolar.

$$E_{n \cdot \max} = E_n - E_{n \cdot \max} = (1 - \alpha) E \quad (1.77)$$

Teoriýada neýtronyň bir sapar çaknyşanda ýitirýän energiýasy kesgitlenilende, haýallama parametri diýilip atlandyrylýan, ýitginiň orta logarifmiki san bahasyny ulanmaklyk amatly hasap edilýär.

$$\xi = \ln E_n - \ln E_n' = 1 + \frac{\alpha}{1+\alpha} \ln \alpha \quad (1.78)$$

Soňky aňlatma, neýtronyň ýaýramagy ähli ugra deň güýçli we  $\cos \Psi$  (-1; 1) aralykda deň paýlanan diýip kabul edip alynandyr, bu bolsa haýal hem-de orta energiýaly neýtronlar üçin häsiýetlidir.

Ýokary energiýaly  $E_n$  neýtronlar üçin, himiki elementleriň uly toparyna degişlilikde, bu ýaýrama deň güýçli diýmek bolmaz, sebäbi ýaýraýan neýtronlaryň ugry olaryň öňe bolan hereket ugryna gabat gelýär.

Eger  $\xi$  neýtronyň energiýasyna bagly däl diýip kabul etsek, neýtronyň “j” sapar çaknyşmadan soňky energiýasynyň ortologarifm bahasyny taparys.

$$\ln E_{nj} = \ln E_n - j \xi \quad (1.79)$$

Bu aňlatmadan neýtronyň energiýasyny “ $E_n$ ”-n, “ $E_n$ ”-e çenli peseltmek üçin zerur bolan çaknyşma sanyny kesgitläp bolýar.

$$j = \frac{1}{\xi} \ln \frac{E_n}{E_n'} \quad (1.80)$$

Aňlatmadan görnüşi ýaly, neýtronyň energiýasynyň maksimal ýitgisi, çaknyşýan ýadronyň massasy  $M = 1$  bolanda mümkinligi gelip çykýar, bu bolsa neýtron wodorodyň “H” ýadrosy, ýagny proton bilen çaknyşanda  $\Theta = \pi$  bolýar we neýtron öz energiýasyny doly ýitirmegine çenli baryp ýetýär diýilidigidir. Şeýlelikde, wodorod “H” neýtrony has oňat haýalladyjy bolup hyzmat edýär.

**2. Neýtronlaryň maýyşgak däl çaknyşmasy** – neýtronyň ýadro bilen maýyşgak däl çaknyşmasynda, onuň energiýasy diňe bir ýadrodan serpigen kinetiki energiýa döretmäge sarp bolman, eýsem ýadrony oýandymaga, ýagny onuň içki energiýasyny artdymaga sarp edilýänligi sebäpli, şol bir ýadroda maýyşgak çaknyşmadaka garanda has köp energiýa ýitirýär.

Ýadrony oýandymaklyga siňdirilen energiýa, soňlugy bilen gamma kwant görnüşinde çykýar. Bu kwantyň spektri

aýratynlykda alynan himiki elementiň ýadrosy üçin häsiýetli ululyk bolup, minerallaryň himiki düzümini kesgitlemek maksatlary üçin peýdalanmak mümkinçiligi bar.

Maýyşgak däl çaknyşma çalt neýtronlar üçin diňe agyr ýadrolar bilen çaknyşanda mümkinligini göz önünde tutmak zerurdyr.

**3. Neýtronlaryň ýadrolar tarapyndan siňdirilmesi.** Ýadrolar bilen çaknyşma netijesinde, haýallap energiýasyny ýylylyk energiýasyna çenli peselden neýtronlaryň siňdirilmesi, neýtronyň kinetiki energiýasynyň ýadro doly geçirilýänligini aňladýar. Bu reaksiýanyň netijesinde, ýadro oýandyrylan halyna geçýär, ýagny ol başga energetiki derejä eýe bolýar. Oýandyrylan ýadronyň durnukly halyna geçmek hadysasy ondan protonlaryň (**n,p**), alfa şöhleleriň (**n, $\alpha$** ), gamma kwantlaryň (**n, $\gamma$** ), iki sany neýtronyň (**n, 2n**) we ş.m. bölünip çykmagyna getirýän ýadro reaksiýalarynyň ýüze çykmagy bilen tamamlanýar.

## 10. DAG JYNGLARYNYŇ MAÝYŞGAKLYK HÄSIÝETLERI

**Maýyşgaklyk** – maddada mehaniki täsir astynda dartgynlyk ýagdaýy ýüze çykanda **görnüşiniň** (gaty jisimlerde) we göwrüminiň (suwuklyklarda, gazlarda) üýtgemesi we onuň içki energiýasynyň artmagy netijesinde daşky täsire garşylyk görkezip bilijilik ukybydyr. **Eger täsir edýän güýç** maddalaryň maýyşgaklygynyň aňryçäk bahasyndan uly bolmasa, onda dartgynlyk ýagdaýy aýrylandan soň, ol özüniň görnüşiniň we göwrüminiň deslapky ýagdaýyny dikeldýär. **Şeýle häsiýetli deformasiýalara** (özgermelere) maýyşgak ýa-da durkuny dikeldip bilýän deformasiýalar diýilýär. Täsir edýän güýç **maýyşgaklygyň aňryçäk bahasyndan geçýän bolsa**, onda dartgynlyk ýagdaýy aýrylandan soň jisimde galyndy ýa-da bolmasa öňki durky dikeldilmeýän deformasiýa bolup geçýär.



Gaty jisimleriň göwrüminiň üýtgemesini *otnositel göwrüm deformasiýasy* bilen, görnüşiniň üýtgemesini süýşme (sdwig) deformasiýasy bilen häsiýetlendirmek mümkin. Birmeňzeş we izotrop (ähli taraplaýyn bir meňzeş häsiýetli) ideal (arassa) maýyşgak sredanyň häsiýetlerini sypatlandyrmak üçin, adatça aşakdaky jübüt hemişelikleriň (konstant) biri: *Ýungyň moduly “E”* (boý maýyşgaklyk moduly) we *Puassonyň koeffisiýenti “δ”* (keseligine gysylma koeffisiýenti); *Lamenîň* hemişelikleri *“λ”* we *“G”* (G-süýşme moduly), şeýle-de göwrümleýin (hemme taraplaýyn) gysylma *“β”* ulanylýar. Bu hemişelikleri boý *“υ<sub>B</sub>”* we kese *“υ<sub>K</sub>”* maýyşgak tolkunlaryň tizlikleriniň üsti bilen kesgitlemek mümkin.

Eger-de jisimiň otnositel göwrüm deformasiýasyny  $\frac{\Delta V}{V}$  koordinat oklary boýunça, çyzykly otnositel deformasiýasynyň (degişlilikde  $\mathbf{x}$  – oky boýunça  $\ell_x$ ,  $\mathbf{y}$  – oky boýunça  $\ell_y$  we  $\mathbf{z}$  – oky boýunça  $\ell_z$ , ) jemi hökmünde seretsek  $\frac{\Delta V}{V} = \ell_x + \ell_y + \ell_z$ , onda Ýungyň moduly *“E”* izolirlenen – aňryçäk süýndirýän ýa-da gysýan naprýaženiýanyň (dartgynlygyň) *“P<sub>x</sub>”* (ýa-da  $\mathbf{P}_g$  we  $\mathbf{P}_z$ ) we çyzykly otnositel deformasiýanyň, şol bir koordinata oky boýunça  $\ell_x$  (ýa-da  $\ell_y$  we  $\ell_z$ ) proporsionallyk koeffisiýenti bolup durýar.

$$\ell_x = \frac{1}{E} P_x \quad (1.81)$$

Bu aňlatma köp halatlarda çyzykly deformasiýa üçin Gugyň deňlemesi ýa-da Gugyň kanuny diýilýär.

Puassonyň koeffisiýenti – naprýaženiýanyň keseligine täsiri netijesinde ýüze çykýan çyzykly otnositel deformasiýanyň, jisimiň boýuna bolup geçýän çyzykly otnositel deformasiýa bolan gatnaşygyna deňdir.

$$\sigma = \frac{\ell_y}{\ell_x} \quad (1.82)$$

Gaty jisimiň hemmetaraplaýyn deňölçegli gysylýan ýagdaýy üçin Gugyň kanuny aşakdaky görnüşe eýe bolýar.

$$\frac{\Delta v}{v} = \frac{3(1-2\nu)}{E} P \quad (1.83)$$

Bu ýerde:

$V$  – jisimiň deformasiýadan öňki göwrümi;

$\Delta V$  – göwrüminiň naprýaženiýa astynda üýtgemesi;

$E, \nu$  – hemişelik ululyk  $E = \text{const.}, \nu = \text{const.}$

$P$  – orta normal naprýaženiýa.

$P = \frac{P_x + P_y + P_z}{3}$  ululyga kadaly (normal) naprýaženiýanyň

ortaça bahasy diýilýär. (1.82) – aňlatmadan görnüşi ýaly, bu ýerden göwrüm gysylmasyny ýa-da oňa ters ululyk bolan, hemme taraplaýyn gysylma modulynyň “ $K$ ” bahasyny ideal maýyşgak sreda üçin kesgitlemek bolýar.

$$\beta = \frac{1}{K} = -\frac{1}{P} \frac{\Delta V}{V} = \frac{3(1-2\nu)}{E} \quad (1.84)$$

Bu ýerde:

$K$  – hemme taraplaýyn gysylma moduly;

$\beta$  – gysylma parametri.

$E = \text{const}$  we  $\nu = \text{const}$  bolanda “ $\beta$ ” ortaça kadaly (normal) naprýaženiýa bagly bolmaýar.

(1.84) – deňlemenden, maýyşgak jisimiň hemme taraplaýyn gysylmasynda onuň esasy häsiýetleri bolan otnositel göwrüm deformasiýasynyň täsir edýän naprýaženiýa göni proporsionallygy gelip çykýar. Başga söz bilen aýdanymyzda göwrümleýin gysylma koeffisiýenti “ $\beta$ ” beýleki “ $E$ ” we “ $\nu$ ” ýaly jisimiň maýyşgak häsiýetlerini sypatlandyryan hemişelik ululyk bolup durýar. Şeýle-de bolsa tebigatda ideal jisimiň ýoklugyny ýatda saklamak zerurdyr.

Minerallarda, dag jynslarynda öýjükler, kawernler (uly boşluklar) we olary doýgunlaşdyryan flýuidleriň hemişe bolýanlygy üçin, olarda deformasiýanyň çyzykly däl görnüşleri ýygy-ýygýdan duş gelýär.

Dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri, maýyşgaklyk çäginde geçmeýän hemme taraplaýyn naprýaženiýada, göwrüm deformasiýasynyň netijesinde üýtgeýär. Petrofizikada maýyşgaklyk hadysasy öwrenilende naprýaženiýanyň bu görnüşine has çalt düş gelinýär. Gaty jisimiň görnüşiniň üýtgemesini häsiýetlendirýän süýşme (sdwig) deformasiýasyny eksperimental taýdan kesgitlemek has çylşyrymly. Bu düşünje topragyň mehanikasynda we dag jynslaryň berklik häsiýetleri öwrenilende giňden peýdalanylýar.

Dag jynslary umumy ýagdaýda – ýeterlik derejede çylşyrymly emele gelmelerdir. Dag jynslarynyň göwrümi “V”, ululygy boýunça gaty skletiň göwrümüne “V<sub>sk</sub>” deň bolup, dag jynsyny emele getirýän minerallaryň göwrümünden “V<sub>gat</sub>” we ondaky boşluklaryň ýa-da suw, nebit, gaz bilen doýgunlaşan öýjükleriň göwrümünden “V<sub>öý</sub>” durýar.

$$V = V_{sk} + V_{öý} + V_{gat} \quad (1.85)$$

Dag jynslarynyň öýjüklerinde häsiýetleri boýunça tapawutlanýan mineral maddalar (toýun) we öýjükleri doldurýan gatlak suwundan tapawutlanýan nebitiň we gazyň bolmagy mümkin. Şol sebäbe görä, dag jynslarynyň skleti diýilýän termin, öýjükleri doldurýan flýuidiň maýyşgaklyk häsiýetlerini hasaba almazdan, olaryň deformasiýasyny kesgitlemeli bolanda peýdalanylýar. “Dag jynslarynyň göwrümi” diýilýän düşünje, haçan-da öýjükleri doýgunlaşdyrýan flýuidiň maýyşgaklyk häsiýetini hasaba almak bilen deformasiýa kesgitlenilende giňden ulanylýar.

Belli bolşy ýaly, köp sanly minerallar, magmatiki we metomorfiki dag jynslary göterimiň ülüşlerinde ölçenilýän örän kiçi öýjüklilige eýedirler. Şeýle dag jynslaryny birfazaly hökmünde seretmek mümkin. Olaryň maýyşgaklyk häsiýetleri kristalliki we struktura anizotropiýasyna baglylykda üýtgeýär, ýöne bu jisimleriň dartgynly ýagdaýyndaky (naprýaženiýa) häsiýetleri ideal maýyşgak sredalara meňzeşlikde göwrüm deformasiýany häsiýetlendirýär.

Standart akustiki abzallaryň kömegi bilen, guýularda dag jynslarynyň maýyşgaklyk häsiýetleri öwrenilende, 20÷30 kGs ýygylkly yrgyldy meýdanyndan peýdalanylýar. Eger-de köp sanly dag jynslarynyň tebigy ýerleşen ýagdaýynda, öýjük giňişliginiň ýokary derejedäki basyşyny, şeýle-de dartgynly ýagdaýdaky yrgyldynyň täsiriniň örän gysga wagtlaýynlygyny hasaba alsak, onda dag jynslaryny doýgunlaşdyrýan suwy şeýle dinamiki nagruzka (ýük) öýjüklerde akdyryp bilmez diýsek dogry bolar. Şeýlelikde, bu ýagdaýda öýjükleri gidrawliki taýdan izolirlenen diýip hasaplamak mümkin.

Ýokarda seredilenlerden, dykyz minerallary we pes öýjüklilikli magmatiki, metomorfiki dag jynslaryny guýularyň akustiki barlaglarynda ulanylýan yrgyldyly nagruzkada, ideal maýyşgak sreda meňzeş deformirlenýär diýip kabul etmek bolar. Suw bilen doýgunlaşan, sementleşmedik we gowşak sementleşen toýunly-çäge daşlary, ideal maýyşgak sredanyň alamatlaryna eýe bolýanlygy üçin, olaryň göwrüm maýyşgaklygy, oňa täsir edýän naprýaženiýanyň ululygyna bolan baglylygy örän pes bolup, suwuk we gaty fazanyň ortaça göwrüm maýyşgaklygy bilen kesgitlenilýär.

Däneara öýjükliligi bolan sementleşen, gazdoýgunlykly we syzyjlyksyz matrisaly, jaýrykly, uly boşlukly dag jynslarynyň birnäçesinde, göwrüm deformasiýasynyň koeffisiýenti dag jynslarynyň gazdoýgunlylygyna bagly bolman, esasan hem ol dag jynsynyň sementleşen skletiniň maýyşgaklyk häsiýetleri bilen kesgitlenilýär.

Nebit we suw bilen doýgunlaşan, ownuk böleklerden düzülen sementleşen we karbonat, toýunly şeýle-de öýjüklilikli magmatiki we metomorfiki dag jynslary galtaşma maýyşgaklygyna eýedir. Yrgyldyly nagruzkada, olarda ýüze çykýan göwrüm deformasiýasy, diňe gaty we suwuk fazanyň maýyşgaklyk häsiýetlerine bagly bolman, eýsem olaryň öýjükliliginden, sementleşen skletin we suwuk fazanyň maýyşgaklyklarynyň gatnaşygyndan, effektiw (peýdaly) naprýaženiýadan, litologiýadan baglylygy örän jebisdir.

Seredip geçilen takmyny çözgütlerde maýyşgak sreda, dag jynslarynyň skletiniň we öýjüklerini doldurýan flýuidleriň maýyşgaklygynyň gatnaşygy, dag jynslarynyň struktura – litologiki aýratynlyklary we olaryň ýerleşen tebigy şertlerinde sezewar bolýan mehaniki naprýaženiýasynyň ululygynyň täsiri sypatlandyrylýar.

Bu seredilýän faktorlaryň ählisi öýjükleri, gaty we suwuk fazanyň dürli koeffisiýentlerini, dag jynslarynyň öýjükliligini we dykzlygyny bilip, hasaba almak mümkin. Aýdylanlary göz önünde tutmak bilen, boý we kese tolkunlaryň ýaýrama tizligini kesgitleýän deňlemäni aşakdaky görnüşde ýazmak mümkin.

$$U_{boy} = \sqrt{\frac{3(1 - \sigma_{d,j})}{\beta_0 \sigma_{d,j}(1 + \sigma_{d,j})}} \quad (1.86)$$

$$U_{kese} = \sqrt{\frac{3(1 - 2\sigma_{d,j})}{2\beta_0 \sigma_{d,j}(1 + \sigma_{d,j})}} \quad (1.87)$$

Bu

ýerde

$$\beta_0 = \frac{1}{\left[1 + \frac{\beta_{d,j}}{\beta_{suw} - \mu\beta_{gat}}\right]} K_{d,j} \beta_{d,j} + \beta_{gat,f}$$

$\sigma$  – Puassonyň koeffisiýenti;

$\delta_{d,j}$  – dag jynslarynyň dykzlygy.

Boý tolkunlaryň belli aralygy geçýän wagtynyň deňlemesini (interwal wagty) (1.86) aňlatmadan alarys:

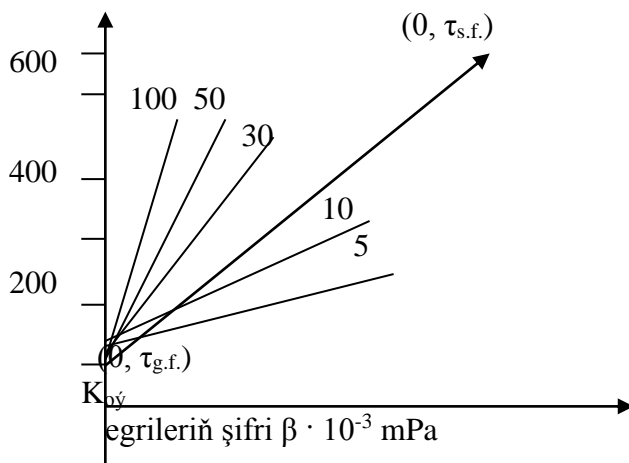
$$\tau = t_1 - t_2$$

$$\tau_{d,j} = \frac{1}{g_{boy}} = \sqrt{\frac{\beta_0 \delta_{d,j}(1 + \delta_{d,j})}{3(1 - \delta_{d,j})}} \quad (1.88)$$

çyzgydan görnüşi ýaly, boý tolkunlaryň aralyk wagt tapawudy bilen öýjüklik koeffisiýentiniň arabaglanşygyny takmynan (**0**;  $\tau_{gat,f}$ ) we (**1**;  $\tau_{suw,k}$ ) iki nokadyň üstünden geçýän göni diýip kabul etmek bolýar. Bu gönüniň deňlemesi

$$\frac{\tau_{d,j} - \tau_{gat,f}}{\tau_{suwuk.} - \tau_{gat,f}} = \frac{k_{oy} - 0}{1 - 0} \quad (1.89)$$

$$\tau_{d,j} \cdot \frac{mks}{m}$$



Bu deňleme Billiniň ortaça wagt deňlemesi diýilip atlandyrylýar we ol köp halatlarda aşakdaky görnüşde ulanylýar.

$$\tau_{d,j} = (1 - K_{oy}) \tau_{gat,f} + K_{oy} \tau_{suwuk.} \quad (1.90)$$

Bitewi gaty jisimde, suwuklyklarda we gazlarda maýyşgak tolkunynyň energiýasy, yrgyldaýan bölejikleriň arasyndaky sürtülme harçlanmak bilen, ýylylyk energiýa öwrülip giňişlikde ýaýraýar. Şonuň üçin, tolkunynyň amplitudasy «A» aralygynyň üýtgemegi bilen özgermä sezewar bolýar. Şu nukdaý nazardan, maýyşgak tolkunlarynyň siňme koeffisiýenti has hem maglumat berijilige ukyply bolýar we aşakdaky deňlemeden kesgitlenilýär.

$$A = A_o \left( \frac{x}{x_o} \right)^{-n} \exp[-\alpha(x - x_o)] \quad (1.91)$$

$$A = \frac{1}{S} \ell_n \frac{A_o}{A} \quad (1.92)$$

Bu ýerde:

**S** – zondyň bazasy, iki çeşmäniň aradaşlygy;

**A<sub>o</sub>** – çeşmeden **X<sub>o</sub>** – aralygyndaky tolkunýň amplitudasy;

**A** – tolkunýň aralyga baglylykda üýtgeýän amplitudasy;

**α** – tolkunýň sönme koeffisiýenti.

## **11. DAG JYNSLARYNYŇ ÝYLYLYK – FIZIKI HÄSIÝETLERI**

Dag jynslarynyň ýylylyk fiziki häsiýetlerini öwrenmeklik, nebit-gaz ýataklaryny agtarmakda, barlamakda we özleşdirmekde termiki usullary ulanmaga esas bolup hyzmat edýär.

Dag jynslarynyň ýylylyk – fiziki häsiýetlerini bilmek aşakdaky meseleleri çözmekde zerurdyr:

1. Ýer jümmüşinde gurluş (struktura) elementlerini ýüze çykarmak maksatlary bilen, tebigy ýylylyk meýdanynyň ýaýraýşyny öwrenmek.
2. Geologiki kesimleri deňeşdirmek (korrelýasiýa) we gatlaklary litologiki taýdan aýdyňlaşdyrmak.
3. Barlag guýularyň kesiminde gaz bilen doýgunlaşan gatlaklary ýüze çykarmak.
4. Gatlaga termiki täsir edilende, emeli döredilen ýylylyk meýdanyň ýaýraýşyny öwrenmek.
5. Gatlakda, guýuda, suwuklygyň, gazyň we olaryň garyndysynyň ýylylyk konweksiýasyny öwrenmek.
6. Ýer jümmüşiniň temperaturasyny ulanyp öýjükli sredada ýylylyk görerijiniň hereketi mahalynda bolup geçýän ýylylyk çalyşygyny teoretiki we eksperimental taýdan öwrenmek.

Dag jynslarynyň wajyp ýylylyk fiziki häsiýetleri: ýylylyk geçirijiligi – “λ”, temperatura geçirijiligi – “α” we ýylylyk sygymy “c” hasaplanylýar.

Ýylylyk energiýasyny geçirmegin mehanizmi, maddany düzýän bölejikleriň – molekulalaryň, atomlaryň, ionlaryň, elektronlaryň ýylylyk hereketiniň netijesinde bolup geçýän özara täsir häsiýetleri bilen kesgitlenilýär.

Islendik jisimde ýylylyk çalyşmasy, onuň dürli böleklerinde temperaturanyň birmeňzeş bolmadyk ýagdaýynda mümkin. Ýylylyk geçirijiligiň mehanizmi jisimiň agregat halyna baglydyr. Ýylylyk geçirijiligi suwuk we gaty jisimlerde, dielektriklerde molekulalaryň we atomlaryň ýylylyk hereketi netijesinde maddalaryň goňşulykda ýerleşen bölejiklerine gönüden-göni geçirmek ýoly bilen (konwektiw geçirijilik); gazlarda we gaza meňzeş maddalarda – ýylylyk hereketiniň dürli tizlikleri bolan elementar bölejikler biri-biri bilen çaknyşanda bolup geçýän ýylylyk çalyşygynyň netijesinde; metallarda esasan hem, bagly däl elektronlaryň hereketi netijesinde amala aşyrylýar.

Ýylylygyň konwektiw geçiliş hadysasy diňe suwuklyklara we gazlara mahsusdyr.

**Konwektiw geçiriş** – sredanyň makroskopiki elementleriniň ornuny üýtgetmesi bilen baglanyşkly ýylylyk ýaýramasydyr. Suwuklyklaryň we gazlaryň göwrümünde elementar bölejikleriň ýokary temperaturaly böleginden, pes temperaturaly bölegine ornuny üýtgetmegi netijesinde ýylylyk geçirilişi.

Konwektiw geçirijilik ýylylyk görerijiniň erkin ýa-da mejbury ýagdaýdaky hereketi netijesinde amala aşyrylýar. Erkin hereket haçan-da ulgamyň dürli ululykly massa güýjüniň täsiri astynda, ýagny massa güýjüniň meýdany bir meňzeş bolmadyk ýagdaýynda ýüze çykýar. Eger-de massa güýçler grawitasiýa meýdany bilen şertlendirilen bolsa, onda izometriki däl ulgamda meýdanyň birmeňzeş dälligi, erkin hereketi döredýän dykyzlyk bilen kesgitlenilýär.

**Şöhlenenmedäki ýylylyk çalyşygy (radiasiýa ýylylyk çalyşmasy)** – bu hadysa jisimiň şöhlenenmede göýberýän energiýasynyň giňişlikde ýaýramasyndan we ol energiýanyň beýleki jisimler tarapyndan siňdirilmesinden ybarat bolup



durýar. Şöhle göýbermek hadysasynda, şöhlelenýän jisimiň içki energiýasy elektromagnit tolkunlarynyň energiýasyna öwrülip, ähli ugurlar boýunça ýaýraýar. Tolkunlaryň ýaýraýan ugrunda ýerleşen jisimler oňa düşýän elektromagnit tolkunlaryň bir bölegini siňdirýär, şeýlelikde şöhlelenme energiýasy ony siňdirýän jisimiň içki energiýasyna öwürülýär.

Islendik molekula energetiki babatynda, elektromagnit ulgamy bolup durýar. Molekulalaryň içki energiýasyny (kristalliki gözenegiň meýdanyny) ilkinji ýakynlaşmada üç görnüşli additiw düzüji hökmünde seretmek mümkin:

1. Molekuladaky elektronlaryň hereketi.
2. Molekulany emele getirýän atomlaryň energiýasynyň üýtgemegi.
3. Molekulalaryň бүтінleşýän aýlanmasynyň energiýasy.

Molekulalaryň içki energiýasynyň her bir görnüşine spektriň oblastlarynyň kesgitli bölegi degişlidir, şeýle-de bolsa hereketiň yrgyldyly we aýlanýan görnüşine, görüýän ýagtylygyň çäginde başlap, radiodiapozona çenli bolan aralykda ýatýan, spektriň *infrogyzyl* oblasti degişlidir. Hakykatdan bolsa, molekulanyň yrgyldyly ýagdaýynyň üýtgemegi bilen bir wagtda, bitewi ulgam hökmünde onuň aýlanmagynyň netijesinde ýüze çykýan energiýa hem üýtgeýär, bu hadysa molekulýar yrgyldy-aýlanma spektrniň emele gelmegine getirýär. Eger-de *infrogyzyl* şöhlelenmäniň ýygylgy, molekulanyň yrgyldysynyň ýygylgy bilen gabat gelse, onda aýratyn zolak emele getirmek bilen energiýanyň rezonans siňmesi bolup geçýär. Siňme zolagy tolkun ýygylgy ýa-da tolkun uzynlygy, onuň görnüşü we intensiwligi bilen häsiýetlendirilýär. Şeýlelikde, spektrdäki zolagyň ýagdaýy barlanylýan maddanyň düzümine hil taýdan baha bermäge, şol bir wagtyň özünde zolagyň intensiwligi seljerilýän maddanyň düzüminde öwrenilýän komponentiň mukdaryny häsiýetlendirýär.

## Ýylylyk sygymy, ýylylyk geçirijilik we temperatura geçirijilik koeffisiýentleri

Maddanyň ýylylyk sygymy “C” – berilen termodinamiki ýagdaýda ( $P=\text{const}$ ,  $V=\text{const}$  we ş.m) onuň temperaturasyny  $1^\circ\text{C}$  ýokarlandyrmak üçin zerur bolan ýylylyk mukdarydyr.

$$C = \frac{dQ}{dT} \quad (1.93)$$

Bu ýerde:

**dQ** – nusgalyk dag jynsyna berilen örän kiçi mukdardaky ýylylyk;

**dT** – berilen ýylylyk mukdary bilen baglanşykly temperaturanyň ýokarlanmasynyň örän kiçi derejesi.

Nusgalyk dag jynsynyň temperaturasy **T<sub>1</sub>**-den **T<sub>2</sub>**-ä çenli üýtgände ortaça ýylylyk sygymy şeýle kesgitlenilýär.

$$C = \frac{\Delta Q}{(T_1 - T_2)} \quad (1.94)$$

Bu ýerde:

**ΔQ** – nusganyň temperaturasy **T<sub>1</sub>** –den, **T<sub>2</sub>**-ä çenli üýtgände sarp edilen ýylylyk mukdary, dürli maddalar massalary ýa-da göwrümi boýunça adaty tapawutlanýarlar, şol sebäbe görä olar ýylylyk çalyşygynda energiýany birnäçe sapa özüne siňdirip bilýänligini göz önünde tutup : massa, göwrüm we molýar udel ýylylyk sygymy ýaly, ýylylyk çalyşygyny häsiýetlendirýän ululyklar girizilen.

**Udel massa ýylylyk sygymy** – “C<sub>m</sub>” bu  $\frac{Dj}{kg \cdot K^\circ}$  -

birliğinde aňladylyp, birlik massasy bolan nusgalyk dag jynsynyň temperaturasyny berilen termodinamiki şertde ( $P = \text{const}$ ,  $V = \text{const}$  we ş.m)  $1^\circ\text{C}$  ýokarlandyrmak üçin zerur bolan ýylylyk mukdarydyr.

$$C_m = \frac{dQ}{dT} = \frac{C}{m} \quad (1.95)$$

Bu ýerde:

**dQ** – birlik massaly madda berilen örän kiçi ýylylyk mukdary, ýagny udel ýylylyk mukdary;

**dT** – temperaturanyň **dQ** – bilen baglanyşykly örän kiçi üýtgemesi. **m** – nusgalyk dag jynsynyň massasy.

Udel massa ýylylyk sygymynyň ortaça bahasy –  $C_m$  -  $\frac{Dj}{kg \cdot k}$  - birliklerde aňladylyar, kesgitli **T<sub>1</sub>** we **T<sub>2</sub>** temperatura

aralygyndaky bolup geçýän termodinamiki hadysada birlik massaly maddanyň temperaturasyny 1°C ýokarlandyrmak üçin zerur bolan we  $\frac{Dj}{kg}$  aňladylan “**ΔQ**” ýylylyk mukdarydyr.

$$C_m = \frac{\Delta Q}{[(T_1 - T_2) \cdot m]} \quad (1.96)$$

**Göwrüm udel ýylylyk sygymy** –  $C_v$  -  $\frac{Dj}{m_3 K}$  aňladylyp –

kesgitli termodinamiki şertde (**P** = const we **V** = const) birlik göwrümlü maddanyň temperaturasyny 1°C ýokarlandyrmak üçin zerur bolan ýylylyk mukdarydyr.

$$C_v = \frac{dQ}{dT \cdot V} = \delta C_m \quad (1.97)$$

Aňlatmalarda:

**m** – nusgalyk dag jynsynyň massasy.

**dQ** – elementar ýylylyk mukdary.

**dT** – ýylylygyň üýtgemesiniň elementar ulylygy.

**V** we **δ** – giňişlilikde nusgalyk dag jynsynyň göwrümi we Kg/m<sup>3</sup> aňladylan dykzyzlygy.

Geofiziki barlag işlerinde ulanylýan dag jynslarynyň esasy ýylylyk häsiýetleri bolup, ýylylyk geçirijiligi “**λ**” ýa-da dag jynslarynyň udel ýylylyk garşylygy  $\xi = \frac{1}{\lambda}$ ; ýylylyk sygymy “**C**” we temperatura geçirijiligi “**α**” bolup durýar.

**Ýylylyk geçirijilik koeffisiýenti** “**λ**” – sredanyň molekulalarynyň kinetiki (ýylylyk) energiýany geçirip

bilijiliginı häsiýetlendirmek bilen  $[\lambda] = \frac{[q]}{[T]} = \frac{Wt}{m \cdot k}$  - bu,

gapdallarynyň birlik ölçegleri bolan kub şekilli göwrümlı we garşylykly gapdallarynyň temperaturasy 1°C tapawutlylykda saklanýan dag jynsynyň nusgasynyň üstünden, bir wagıt birliginde geçýän ýylylyk mukdaryny aňladýar. **Ýylylyk**

**geçirijilik** - ýylylygy jisimiň has gyzgyn böleginden “sowuk” tarapyna geçirilmegine ýardam etmek bilen, ol jisimde temperaturanyň deňleşmegine getirýär. Temperatura geçirijiliginde, ýylylygy geçirmeklik ýokary energiýaly bölejiklerden (molekula, atom, elektron) kiçi energiýaly bölejiklere, energiýany gös-göni geçirmeklik ýoly bilen amala aşyrylýar.

Dag jynslarynyň ýylylyk geçirijiligini öwrenmeklik boýunça geçirilen köp sanly barlaglaryň netijesinde, dykzlygyň artmagy bilen ýylylyk garşylygynyň peselýänligi anyklanyldy. Şunuň bilen baglanyşyklylykda ýer jümmüşinden çogup çykan magmatiki we metomorfiki dag jynslary, toýunly-çägeli çökünci jynslardan, aýratyn hem toýunly gatlaklara garaňda, pes ýylylyk garşylygy bilen tapawutlanýarlar. Dag jynslarynyň ýerleşen çuňlugynyň artmagy bilen, olaryň dykzlygy kanuna laýyklykda artýar, bu bolsa şol ugur boýunça ýylylyk garşylygynyň we geotermiki gradiýentiň kiçilmegine getirýär.

Ýylylyk garşylygy, dag jynslarynyň gatlaklaýyn ýerleşişine bagly bolup, bu parametr gatlagyň ýaýraýşyna perpendikulýar ugra-artyp, ters tarapa bolsa - kiçelýär. Bu ýagdaý gatlak suwlarynyň şol ugra hereketi netijesinde, konweksiýa hadysasy bilen baglanyşyklylykda goşmaça ýylylyk mukdarynyň geçýänligini aňladýar. İçinde ornyny çalyşýan gatlak suwlary bar bolan, kiçi galyňlykly, syzyjylykly gatlaklaryň toplumyndan durýan antiklinal gurluşlaryň gümmesinde geotermiki gradiýentiň artmagy şol hadysa bilen düşündirilýär. Dürli dag jynslary ýylylyk siňdirende ýa-da bolmasa ýylylyk geçirende temperaturanyň üýtgemesi dürli tizlik bilen bolup geçýär. Temperaturanyň

tizliginiň dürli dag jynslarynda üýtgemesi **temperatura geçirijiligi** diýilip atlandyrylýan toplumlaýyn parametr bilen häsiýetlendirilýär.

$$\alpha = \frac{\lambda}{c \delta_{d,j}} = \frac{1}{\xi c \delta_{d,j}} \quad (1.98)$$

Bu ýerde:

$\delta_{d,j}$  – dag jynslarynyň dykzlygy.

$\alpha$  – ululyk, wagt birliginde birlik göwrümi bolan dag jynsynyň temperaturasynyň üýtgemesini görkezýär we  $m^2/sec$  – aňladylýar.

Köp fazaly, öýjükli dag jynslarynda ýylylyk energiýany geçirmeklik diňe ýylylyk geçirijiligi bilen däl, eýsem öýjük giňişligini doldurýan flýuidlerdäki konweksiýa hadysasynyň netijesinde hem bolup geçýär. Köp fazaly çökündi dag jynslarynda ýylylyk geçirijiliginiň ululygy, ondaky fazalaryň göwrüminiň gatnaşygy, himiki-mineral düzümi, aýratynlykda seredilýän fazanyň agregat haly, udel üsti we ş.m. bilen kesgitlenilýär.

## **II BÖLÜM.**

### **GUÝULARY BARLAMAGYŇ ELEKTRIKI USULLARY**

#### **Hyýaly garşylyk usuly.**

#### **1. Guýularyň geofiziki barlag usullarynyň maglumat berijiligi**

Guýularyň geofiziki barlaglary aşakdaky esasy meseleleri çözmek maksatlary üçin ulanylýar:

##### **I. *Umumy häsiýetli meseleler:***

1. Guýularyň kesimini düzýän dag jynslaryny litologiki aýratyn gatlaklara bölmek, olaryň ýerleşen çuňluklaryny we galyňlygyny kesgitlemek.
2. Kollektorlary ýüze çykarmak.
3. Peýdaly magdanlary ýüze çykarmak we olaryň giňişlikde ýaýraşyny öwrenmek.
4. Geologiki obýektleriň gurluşyny we fasiýa taýdan üýtgeýşiniň häsiýetini öwrenmek.
5. Guýularyň kesimlerini deňeşdirmek. Peýdaly magdanlaryň ýataklarynyň gurluşyny öwrenmekde geofiziki barlaglaryň maglumatlaryny toplumlaýyn teswirlemek üçin reperleri (durnukly gatlak) ýüze çykarmak.
6. Guýularyň kesimini stratigrafiki taýdan gatlaklara bölmek we dag jynslarynyň geologiki ýaşyny kesgitlemek hem-de takykklamak.

##### **II. *Anyklama barlaglaryny geçirmek***

Bu meselä esasan hem geofiziki parametrleri mukdar taýdan kesgitlemek girýär:

1.  $K_{\text{öýj.}}$ ,  $K_{\text{syz}}$ ,  $C_{\text{toýun}}$ ,  $T_{\text{öýj.akaw.görnüş.}}$
2.  $K_{\text{gaz}}$ ,  $K_{\text{Nebit}}$ ,  $K_{\text{gal.gaz}}$ ,  $K_{\text{gal,Nebit.}}$ ,  $K_S$ ,  $K_{\text{gal.s.}}$
3. Gazylyp alynýan kömriň marka düzümini we beýleki parametrleri kesgitlemek.
4. Dag jynslarynyň düzümindäki magdan we magdan däl gazylyp alynýan baýlyklary kesgitlemek.

Ýokarda agzalan meseleleri çözmek üçin geofiziki barlag usullaryň netijelerini teswirlemegiň ýörite işläp taýýarlanylýan usuly ulanylýar. Guýularda ölçenilen geofiziki parametrlerden geologiki kesimler baradaky maglumatlara geçmek, ol kesimlerde gazylyp alynýan peýdaly magdanlary ýüze çykarmak we guýularyň ýerleşen meýdançasynyň gurluşyny öwrenmek, geofizikanyň maglumatlaryny teswirlemegiň özeni bolup durýar. Geofiziki maglumatlary teswirlemek tehnologiki taýdan degişlilikde dört bölüme (döwür) bölünýär.

**Birinji döwür** - geofiziki maglumatlary teswirlemegiň birinji döwründe guýuda hereket edýän geofiziki zondlardan belleýji abzala gelyän signallary  $\rho_n$ ,  $\rho_{ef}$ ,  $\Delta U_{Tp}$ ,  $I_J$ ,  $I_{n.J.}$  we ş.m. geofiziki parametrlere öwürmek hem-de diagramma kagyzyňa egriler görnüşinde ýa-da sanlar görnüşinde magnit lenta ýazmak ýerine ýetirilýär. Bu döwürde geofiziki partiýalarda diagramma ýa-da magnit lenta ýazgy geçirmek amala aşyrylýar.

**Ikinji döwürde** – ýokarda agzalan parametrlerden, dag jynslarynyň hakyky fiziki häsiýetleri bolan  $\rho$ ,  $A_{da}$ ,  $\delta$ ,  $\gamma_{aktiwligi}$  we ş.m. geçilýär. Bu hadysa köp halatlarda dürli uzynlykly zondlaryň kömegi bilen guýularda geçirilen barlaglaryň netijelerini we örän köp mukdarda alynan maglumatlary teswirleme işleriniň geçirilmegini talap edýär. Şeýle zerurlyk şu aşakdakylar bilen delillendirilýär.

1. Zond, fiziki häsiýeti boýunça dag jynslarynyň häsiýetlerinden tapawutlanýan buraw ergininde hereket edýär.

2. Geofiziki usullaryň kömegi bilen barlanylýan dag jynslarynyň göwrümi uly, şol sebäbe görä ol dürli fiziki häsiýetleri bolan zolaklary öz içine alýar.

3. Guýunyň diwaryna buraw ergininiň edýän basyşy, gatlak basyşyndan uly (8÷15%) bolýanlygy sebäpli, kollektor dag jynslarynda buraw ergininiň suwunyň (BES) gatlagla aralaşmagy bolup, gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginde fiziki häsiýetleri boýunça tapawutly zolaklary emele getirýär.

4. Bir näçe geofiziki usullar polat sütünler oturdylan guýularda geçirilýär.

**Üçünji döwür.** Bu döwürde dag jynslarynyň fiziki häsiýetlerinden olaryň litologiýasyna we kollektorlyk häsiýetlerine geçmeklik amala aşyrylýar. Guýularda geofiziki işleri geçirmegiň netijesinde alynýan maglumatlaryň mukdary, ony diňe bir guýunyň çäginde ýokary effektivli ulanmaklyga mümkinçilik döretmän, eýsem guýularyň toplумы üçin ulanmak mümkinçiligini kepillendirýär. Şu esasyda, guýularda geçirilýän geofiziki işler, dürli möçberli we köp sanly geologiki meseleleri çözmeklige:

- a) Guýularyň geologiki kesiminiň aýratynlyklaryny takyk öwrenip, olarda gatlaklaryň bitewüliginiň bozulmalaryny, şeýle-de ylalaşmaýan elementlerini ýüze çykarmaga;
- b) Meýdançalaryň çäklerinde burawlanan guýularyň geologiki kesimini, çökündi dag jynslaryndaky fasial üýtgeşmeleri öwrenmeklige;
- c) Gazylýp alynýan peýdaly baýlyklaryň känleriniň gurluş aýratynlyklaryny we meýdanyň çäklerindäki ýaýraýşyny öwrenip, olaryň ätiýaçlyk gorlaryny esaslandyryp hasaplamak üçin gerek bolan maglumatlary almaga mümkinçilik berýär.

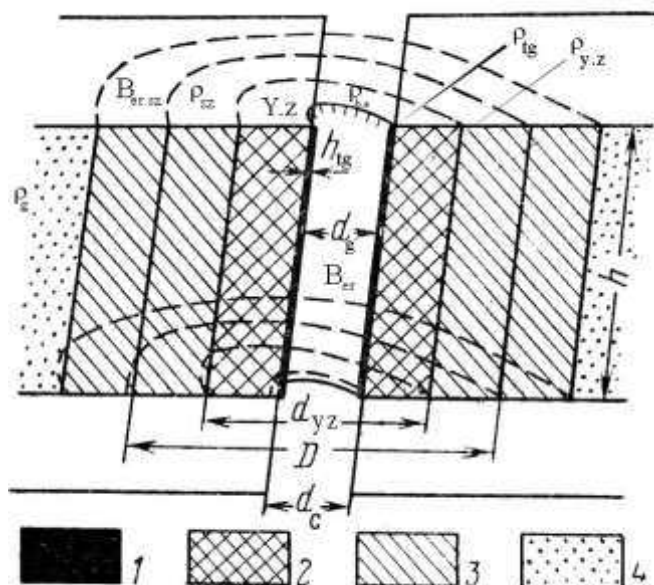
**Dördünji döwür** – guýularda geçirilýän geofiziki işleriň maglumatlaryny ýokarda agzap geçilen meseleleri çözmek maksady üçin ulanmak.



## **2. GUÝULARDA GEOFIZIKI BARLAG OBÝEKTLERINIŇ HÄSIÝETNAMASY**

Guýularyň geologiki kesimini öwrenmek we ondaky gazylyp alynýan peýdaly baýlyklary ýüze çykarmak; elektriki, radiometriki, akustiki, ýadro-magnit, termometriki, geohimiki we beýleki geofiziki barlaglary geçirmeklik bilen amala aşyrylýar. Geofiziki barlaglaryň obýekti, sütünler oturdylmadyk (burawlanýan), sütünler bilen berkidilen (ulanylýan), gatlaklara gaz ýa-da suw göýbermek üçin niýetlenen, duruzylan guýulardyr. Köp babatda guýularda geofiziki barlaglaryň kömegi bilen öwrenilmeli esasy obýekt bolup, guýy burawlamagyň netijesinde açylan geologiki kesimler hyzmat edýär. Geofiziki maglumatlaryň netijesinde, kesimde gatlaklary düzýän dag jynslarynyň ýerleşişiniň yzygiderligini we olaryň ýerleşen çuňluklaryny, litologiki, petrofiziki häsiýetlerini, gazma baýlyklary, olaryň hilini we mukdaryny kesgitleýärler. Guýularda geçirilýän geofiziki barlaglaryň netijeliligine, guýunyň kesimindäki fiziki häsiýetleri boýunça tapawutlanýan, dag jynslarynyň we guýunyň nilini dolduran buraw ergininiň täsiri ulydyr.

Bir näçe ýagdaýlarda, guýunyň diwaryna buraw ergininiň täsiri netijesinde, onuň hakyky diametri, dolotanyň diametrine (nominal) görä üýtgemesi ýüze çykýar. Guýy burawlanýan mahalynda, adatça buraw ergininiň udel agramyna baglylykda, erginiň gidrostatiki basyşy gatlak basyşyndan (8-15%) ýokary saklanylýar. Basyşlaryň tapawudy sebäpli, syzyjylykly gatlaklara buraw ergininiň suwy aralaşýar, ergindäki gaty toýun dänejikleri gatlagyň garşyşynda, guýunyň diwarynda saklanmak bilen, ol ýerde toýun gabyjygy emele getirýär. Bu hadysa, bir tarapdan ol ýerde guýunyň diametrini kiçeltse, ikinji tarapdan, gatлага aralaşan suw, şol gatlakdaky nebiti, gazy ýa-da gatlak suwuny gysyp yza süşürýär. Netijede, gatlagyň fiziki häsiýeti, ilki bilen guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginiň elektrik garşylygy, onuň buraw ergininiň suwunyň ýetmedik böleginden düýpli tapawutlanýar.



**1-nji surat.** Guýunyň açan syzyjylykly gatlagyň gurluşy.  
*Şertli belgilerde:*

1. Toýun gabyjak;
2. Ýuwuş zolagy;
3. Syzyş zolagy;
4. Gatlagyň, buraw ergininiň suwunyň baryp ýetmedik bölegi;

$D$ -syzyş zolagynyň diametri;  
 $d_{\text{yz}}$ -ýuwuş zolagyň diametri;  
 $h_{\text{t.g.}}$ -toýun gabyjagyň galyňlygy;  $h$ -gatlagyň galyňlygy.

*Şertli belgilerde:*

**B<sub>er.</sub>** – buraw ergini;

**ρ<sub>b.e.</sub>** – buraw erginiň elektrik garşylygy;  
**t.g.** – toýun gabyjak;  
**ρ<sub>t.g.</sub>** – toýun gabyjygyň elektrik garşylygy;  
**Ý.z.** – suw bilen ýuwulan zolak;  
**ρ<sub>ý.z.</sub>** – ýuwulan zolagyň elektrik garşylygy;  
**B<sub>saz.</sub>** – buraw ergininiň suwunyň aralaşan zolagy;  
**ρ<sub>s.z.</sub>** – buraw ergininiň suwunyň aralaşan zolagyň elektrik garşylygy;  
**ρ<sub>g.</sub>** – gatlagyň hakyky elektrik garşylygy;

Geofiziki barlaglaryň netijelerini dogry teswirlemek üçin, guýunyň diametriniň üýtgemesini, buraw ergininiň, şeýle-de buraw ergininiň suwunyň gatлага aralaşan böleginiň fiziki häsiýetlerini bilmeklik zerurdyr. Buraw ergininiň suwunyň gatлага aralaşan çuňlygy, gatlagyň öýjükliiligine, onuň syzyjylyk ukybyna, toýun gabyjygyň syzyjylygyna, gidrostatiki basyş bilen gatlak basyşynyň tapawudyna, hem-de suwuň syzyp geçýän wagtyna baglydyr. Şeýle-de bolsa, bu babatda esasy faktor bolup, gatlagyň öýjükliiliginiň we toýun gabyjygyň syzyjylygynyň hyzmat edýänligi kesgitlenildi. Toýun gabyjygyň syzyjylygynyň, kollektorlaryň syzyjylygyndan 3-4 dereje pesligini nazara alsak, onda gatлага aralaşan buraw ergininiň suwunyň mukdary, toýun gabyjygyň syzyjylygy bilen kesgitlenilýänligi aýyk görülýär. Pes öýjükli gatlaklarda buraw ergininiň suwy, öýjükleriň göwrümini doldurmak bilen uly çuňluklara ýaýraýar. Şol sebäbe görä, buraw ergininiň suwunyň (BES)-ň has çuň aralaşýan dag jynslary – syzyjylyk ukyby bolan pes öýjükli hek daşlaryndan, dolomitlerden sementleşen alewrolitlerden we çäge daşyndan durýan gatlaklardyr.

Bu babatda ýokary öýjükli dag jynslary pes häsiýetli hasap edilýär. Suwly gatlakda BES-ň aralaşan zolagynyň aşakdaky ýaly gurluşy bar. Guýunyň diwarynyň golaýynda ýuwulan zolak – “**Ýz**” - emele gelýär, zolakda BES-y gatlak suwuny doly diýen ýaly yza süşürüp, onuň ýerini eýeleýär. Zolagyň çuňlugy 5-6 sm-den ÷ 10-15 sm-e çenli baryp ýetýär.

Bu zolakda BES-ň gatlak suwuny gysyp süýşürmegi syzyp geçen suwuň möçberine, öýjükli sredanyň we BE-niň parametrlerine baglydyr. Adatça BES-ň  $\rho_{bes}$  udel elektrik garşylygy, gatlak suwunyň  $\rho_{gs}$  udel elektrik garşylygyndan uly bolýanlygy sebäpli, ýuwulan zolagyň  $\rho_{y.z.}$  udel garşylygy gatlakda BES-ň ýetmedik böleginiň udel garşylygyndan ýokary bolýar.

Ýuwulan zolagyň yzyndan, BES-y bilen gatlak suwunyň (gs) garyşan, geçiş zolagy emele gelýär, bu zolagyň udel garşylygy  $\rho_{be.s.}$  -dan,  $\rho_{g.s.}$  -a çenli üýtgeýär. Geçiş zolagynyň udel garşylygynyň  $\rho_{yz.}$ -dan  $\rho_{g.s.}$ -a çenli üýtgäp biljekligi ýokarda aýdylanlardan gelip çykýar. Ýuwulan we geçiş zolaklary bilelikde BES-ň aralaşan zolagy ýa-da syzdyryjy zolak diýilip atlandyrylýar.

Ol zolagyň udel garşylygyny  $\rho_{s.z.}$ , diametrini bolsa **D** bilen belleýärler. Nebitli gatлага BES-ň syzyp girmegi has hem çylşyrymlydyr. Nebitli gatlagyň ýuwuş zolagynda, gatlak suwy bilen nebitiň ornuny BES-y tarapyndan eýelenýär, şeýle-de bolsa örän kiçi we uzak dowam etmeýän öýjüklerde az mukdarda nebit saklanyp galýar.

Ýuwulan zolakda 15-25% nebit saklanyp galýar diýlip kabul edilendir. Toýunly kollektorlarda şeýle-de nebit ýokary şepbeşikli bolsa, galyndy nebit doýgunlygy 30%-e çenli baryp ýetýär. Gazly gatlaklarda, galyndy gazyň mukdary hemişe galyndy nebitiň mukdaryndan köp bolup, hat-da örän şepbeşik nebitiňkiden hem ýokarydyr we 30% möçberinde kabul edilýär. Guýunyň diwaryndan daşlaşdygyça BES-y gatlak suwy we nebitiň köp mukdary bilen goşulşýar. Nebit-gazly gidrofil kollektorlarda BES-ň gatлага siňme hadysasynda, dag jynslarynyň otnositel syzyjylygy we flýuidleriň deslapky ýerleşiş i özünüň oňaýly täsirini ýetirýär. Nebitli gatlakda nebitiň faza syzyjylygy, şol gatlakda suwuň faza syzyjylygyndan otnositel ýokarlygy sebäpli, syzyjy zolagyň daşky çäklerinde suwuklygyň gysyp süýşüren zolagynyň ýüze çykmagy mümkin, ol zolak duzlylygy boýunça gatlak suwuna golaý bolan şertli çäklendirilen zolakdyr. Eger gatlagyň suw

doýgunlygy, galyndy suw doýgunlyk derejesinden birnäçe ýokary bolup, gatlakda hereket edýän suw duzly bolsa, onda şertli çäklendirilen zolagyň emele gelmegi mümkin. Eger-de, gatlagyň suw doýgunlygy örän ýokary bolsa, onda şertli çäklendirilen zolak ýüze çykmaýar. Adatça bu zolak wagtyň geçmegi bilen ýitip gidýär.

Guýunyň gurluşyna baglylykda onuň nili, çuňlugyň kesgitli aralyklarynda ýa-da taslamada göz önünde tutulan aralyklarda polat sütünler bilen berkidilýär. Netijede, guýunyň belli bir çuňluk aralyklary üst-üstüne geýdirilen 2-3 sany polat sütün bilen ýapylmagy mümkin. Ondan başga-da sütüni berkitmek, nebitgazly gatlaklary suwly gatlaklardan izolirmek maksady üçin, sütün bilen guýunyň diwarynyň arasynda sement ergini guýulýar. Şeýle guýularyň kesimleri radioaktiw, termiki we akustiki usullar bilen öwrenilýär. Bu usullaryň kömegi bilen alynan diagrammanyň şekiline sütüniň aňyrsynda ýerleşen dag jynslaryndan başga-da, sütüniň özi (diwarynyň galyňlygy), sement daşynyň galyňlygy, onuň sütün we dag jynsy bilen tutuşmasy, sütüniň aňyrsynda hereket edýän suwuklyk, gatlagyň syzys zolagy, sütüniň içindäki suw, gaz, nebit öz täsirini ýetirýär. Buraw işiniň tamamlanýan döwründe, guýy ulanmaga berilmeginiň ön syrasynda, sütündäki we sement daşyndaky nogsanlyklary ýüze çykarmak maksady bilen, sütüniň tehniki ýagdaýyna gözegçilik edilýär. Bu gözegçilikde akustiki, radioaktiw, termiki we beýleki geofiziki usullar ulanylýar.

Guýularda geçirilýän atyş-partladyş işleriniň netijesinde, guýy bilen gatlak arasynda arabaglanşyk döredilýär. Degişli aralygy saýlap almak geofiziki barlaglaryň netijesinde kesgitlenilýär. Ulanylýan nebitgaz guýularynda geofiziki barlaglar geçirmeklik kiçi diametrli enjamlardan peýdalanylmagyny göz önünde tutýar, şonuň üçin köp babatda radioaktiw barlag usullary geçirilýär. Bu enjamlar çüwdürim görnüşinde işleýän guýularda NKT-üsti bilen guýa göýberilýär.

### 3. Elektriki barlag usullarynyň nazary esaslary

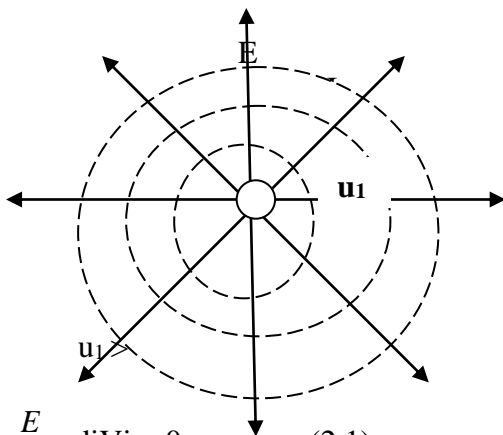
Guýularyň geologiki kesimini öwrenmek üçin, guýuda we onuň töwereginde döreýän tebigi elektrik meýdanyny şeýle-de kesimi düzýän dag jynslarynyň udel elektrik garşylygyny belleýän usullar toplumyna guýularyň elektriki barlag usullary diýilýär.

Guýularda adaty elektriki barlaglary geçirmek, onuň kesimini düzýän dag jynslaryň (gatlaklaryň) hyýaly elektrik garşylygynyň we tebigi döreýän elektrik meýdanyň üýtgemesini görkezýän diagrammany ýazmaklyga ýa-da sanlar görnüşinde magnit lenta bellemeklige syrykdrylýar.

Guýunyň kesimini düzýän dag jynslarynyň hyýaly udel elektrik garşylygynyň üýtgemesini görkezýän egri çyzyga hyýaly garşylygyň diagrammasy diýilýär (HG).

Guýularyň kesiminde ýüze çykýan tebigi elektrik meýdanynyň üýtgemesini görkezýän egri çyzyga – tebigi elektrik meýdanynyň diagrammasy ýa-da tebigi potensialyň diagrammasy diýilýär (TP). Guýularda elektriki barlaglary geçirmegiň netijesinde dürli masştabda üznüksiz egri çyzyklar (diagrammalar) ýazylýar.

Udel elektrik garşylygy  $\rho$  bolan birmeňzeş izotrop sredada tok güýji „**I**“-e deň bolan „**A**“ nokatlaýyn tok çeşmesi ýerleşen diýeliň, onda ol sreda-da elektrik meýdanyň ýaýraýşy Omyň we Kirhgoffyň differensial görnüşli kanunyna laýyk gelýär.



$$\mathbf{J} = \frac{\mathbf{E}}{\rho}; \operatorname{div} \mathbf{J} = 0 \quad (2.1)$$

Bu ýerde:

**J** – üstden akyp geçýän togyň dyklyzlygy;

**E** – elektrik meýdanynyň güýjenmesi;

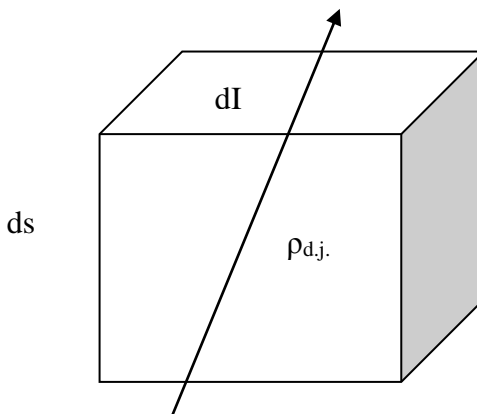
**$\rho$**  – sredanyň udel elektrik garşylygy.

Sreda birmeňzeş we izotrop bolanlygy sebäpli, „**A**“ nokatdan çykýan toguň güýç çyzyklary göni çyzyk görnüşine eýe bolýarlar. Şeýlelikde, „**A**“ çeşmeden deň uzaklaşan nokatlarda potensialyň kemelmesi birmeňzeş bolup, olary birleşdirýän çyzyk sferany şekillendirýär. Omyň differensial görnüşli kanunyny düşündirmek üçin, ol sredada udel garşylygy „ **$\rho_{aj}$** “, uzynlygy „ **$dr$** “, kese kesiminiň meýdany „ **$ds$** “ bolan elementar göwrüm „ **$dv$** “ bölüp alalyň. Erkin alynan göwrümiň kese kesiminiň „ **$ds$** “ meýdanyna perpendikulýar ugur boýunça ony „ **$d\mathbf{I}$** “ tok kesip geçýär, ol öz gezeginde göwrümiň çäklerinde potensialyň „ **$du$** “ ululygynyň

kemelmegine getirýär. Onda, „ $dv$ “ göwrümiň „ $dr$ “ uzynlygynda potensiallaryň kemelmesi.

$$-\frac{du}{dr} = E \quad \text{ýa-da} \quad E = -\text{grad } u \quad (2.2)$$

bolar.



Tok güýjüniň, akyp geçýän üstüniň meýdanyna bolan gatnaşygyna toguň dykzlygy diýilýär.

$$J = \frac{I}{S}; \quad S = 4\pi r^2 \quad (2.3)$$

Bu aňlatmany elementar göwrüme deňşililikde alarys.

$$J = \frac{dI}{ds} \quad (2.4)$$

Omyň kanunynyň aňlatmasyny differensial görnüşinde ýazmak üçin elementar göwrüme seredeliň. Kanuna laýyklykda geçirijiniň doly garşylygy aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$R = \rho \frac{\ell}{S}; \quad \text{elementar göwrümde} \quad dR = \rho \frac{dr}{ds} \quad (2.5)$$

Potensialyň peselmesi  $U = I.R$ ; deňlemäniň esasynda



$$- du = dI \cdot \rho \frac{dr}{ds}; \text{ ýa-da } \frac{dI}{ds} = - \frac{1}{\rho} \frac{du}{dr} \quad (2.6)$$

$$- \frac{du}{dr} = E \text{ we } \frac{dI}{ds} = j \text{ bolýanlygy üçin } j = \frac{E}{\rho} \quad (2.7)$$

Kirhgoffyň differensial görnüşli kanunynyň fiziki manysy, tok çeşmesi ýerleşmedik göwrüm elementinde, oňa akyp girýän toguň güýji, ondan akyp çykýan toguň güýjine deň bolýanlygyny nygtaýar.

Şeýlelikde özünde tok çeşmesini saklamaýan islendik ýapyk üstde tok akymynyň üznüksizligi subut edilýär. Eger-de berilen göwrüme girýän we çykýan toklaryň alamatlarynyň dürliligini göz önünde tutsak, onda olaryň jemi nola deňdir, ýagny bu toklar ululyklary boýunça deňdirler. Eger-de bu şert ýerine ýetirilmese, onda seredilýän göwrümiň birnäçe nokatlarynda zaryadlar toplanar, şeýle ýagdaýy fiziki nukdaý nazardan mümkin däl. Şonuň üçin hem

$$\operatorname{div} j = 0 \quad (2.8)$$

görnüşinde ýazylýar. Omyň kanunyna laýyklykda  $j = \frac{I}{S}$

bolýanlygyny bilip, toguň nokatlaç çeşmesiniň döredýän elektrik meýdanynda ýerleşen **M** nokatdaky potensialy kesgittläliň, 2,3-nji aňlatma laýyklykda toguň dykyzlygy

$$j = \frac{I}{S} \text{ ýa-da } j = \frac{I}{4\pi r^2} \quad (2.9)$$

bu ýerde  $S = 4\pi r^2$  we  $\mathbf{r} = \overline{AM}$ . 2.7-nji aňlatma laýyklykda

$$\text{toguň dykyzlygy } j = \frac{E}{\rho}; \text{ 2.2-nji aňlatma laýyklykda } E = - \frac{du}{dr};$$

Ýokarda görkezilenleri hasaba almak bilen

$$j = \frac{E}{\rho} = - \frac{du}{dr} \cdot \frac{1}{\rho} \quad (2.10)$$

2.9-njy we 2.10-njy aňlatmalary deňläp alarys.

$$- \frac{du}{dr} \cdot \frac{1}{\rho} = \frac{I}{4\pi r^2} \quad (2.11)$$

Bu ýerden **du**-y kesgitleýäris

$$- du = \frac{I\rho dr}{4\pi r^2}; \quad (2.12)$$

2.12-nji deňlemäni integrirläp alarys  $-\int du = \int \frac{I\rho dr}{4\pi r^2}$  bu ýerden

$$U_M = \frac{I\rho}{4\pi} \int \frac{dr}{r^2} = \frac{I\rho}{4\pi r} + C \quad (2.13)$$

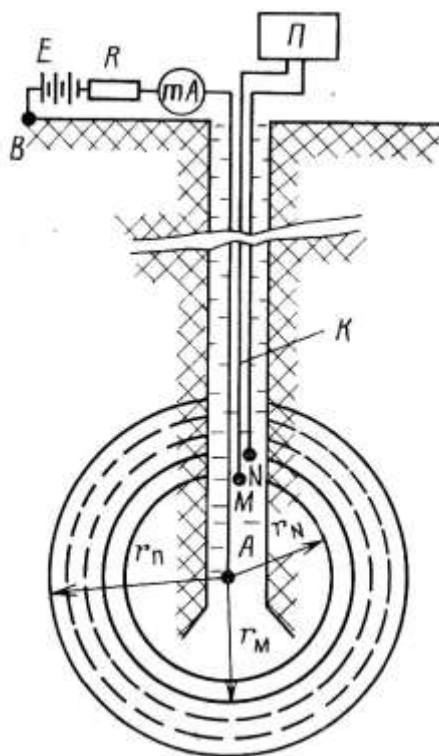
$r \rightarrow \infty$  bolanda;  $U = 0$  we  $C = 0$  onda 2.13-nji aňlatma şu aşakdaky görnüşe eýe bolýar.

$$U_M = \frac{I\rho}{4\pi r} \quad (2.14)$$

Eger-de birnäçe nokadyň potensialyny kesgitlemek zerur bolsa, ýokarda görkezilişi ýaly amal edilýär.

#### **4. Birmeňzeş sredanyň udel elektrik garşylygyny kesgitlemek**

Udel garşylygy  $\rho_{aj}$  bolan birmeňzeş izotrop sredada guýy burawlanyp, ol udel garşylygy sredanyňka deň bolan  $\rho_{aj} = \rho_{be}$  buraw ergini bilen doldurylan diýeliň.



**2-nji surat.** Birmeňzeş sredanyň udel elektrik garşylygyny kesgitlemegiň şekili.

**Şertli belgilerde:**

**A, B** we **M, N** – imitlendiriji we ölçeg elektrodлары;

**Π**-belleýji abzal;

**K**-üç simli kabel;

**E**-tok çeşmesi;

**R**-imitlendiriji zynjyrdak tok güýjüni saýlap almak üçin, garşylyk;

**mA**-milliamper tok güýji.

Sredanyň udel garşylygyny ölçemek üçin, guýunyň içine 3-elektroddan ybarat bolan enjam (zond) göýberilýär. **A** we **B** elektrodlara tok elektrodлары diýilýär we olaryň kömegi bilen guýuda we onuň töwereginde üýtgeýän elektrik meýdany döredilýär, **M** we **N** elektrodlara-ölçeg elektrodлары diýilýär. Ol elektrodларыň kömegi bilen elektrik meýdanynda 2-nokadyň arasyndaky potentsiallaryň tapawudy  $\Delta U$  ölçenilýär.

Udel elektrik garşylygy  $\rho$  bolan birmеñzeş izotrop sredada “**A**” nokatlaç çeşmäniň döreden üýtgeýän elektrik meýdanynda ýerleşen **M** we **N** nokatdan **I** ululykly toguň akyp geçmegi bilen baglanyşykly ýüze çykýan potensial şu aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$U_M = \frac{I\rho}{4\pi r_M} \text{ we } U_N = \frac{I\rho}{4\pi r_N} \quad (2.15)$$

**r** – “**A**” nokatdan **M** we **N** nokada çenli aralyk bolýanlygy sebäpli

**r<sub>M</sub> = AM; r<sub>N</sub> = AN**; bu bahalary ýerine goýup alarys

$$U_M = \frac{I\rho}{4\pi AM} \text{ we } U_N = \frac{I\rho}{4\pi AN} \quad (2.16)$$

Eger-de zondyň **MN** elektrodларыny nokatlaç diýip kabul etsek, onda  $\Delta U$  şu aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$\begin{aligned} \Delta U &= U_M - U_N = \\ \frac{I\rho}{4\pi} \left( \frac{1}{AM} - \frac{1}{AN} \right) &= \frac{I\rho}{4\pi} \frac{\overline{MN}}{\overline{AM} \cdot \overline{AN}}; \quad \text{bu ýerden} \\ \Delta U &= \frac{I\rho}{4\pi} \frac{\overline{MN}}{\overline{AM} \cdot \overline{AN}}; \text{ bolýanlygy gelip çykýar} \end{aligned} \quad (2.17)$$

Soňky aňlatmadan  $\rho$ -ny kesgitleýäris.

$$\rho = \frac{\Delta U}{I} \frac{4\pi \overline{AM} \cdot \overline{AN}}{\overline{MN}} \quad (2.18)$$

Bellikler girizýäris

$$\frac{4\pi \overline{AM} \cdot \overline{AN}}{\overline{MN}} = K \text{ onda } \rho = K \frac{\Delta U}{I} \quad (2.19)$$

Bu ýerde:

$K$  – zondyň koeffisiýenti.

Işläp çykarylan 2.19-njy aňlatma birmeňzeş sredanyň udel elektrik garşylygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Emma elektriki barlaglar birmeňzeş däl sreda bolan guýularda geçirilýär. Onuň birmeňzeş dälligi, kesimi düzýän dag jynslarynyň we guýuny doldurýan buraw ergininiň udel garşylyklarynyň dürliligi bilen düşündirilýär. Şonuň üçin, 2.19-njy aňlatma birmeňzeş däl sredada özüniň manysyny ýitirýär. Sebäbi, ol şeýle sredada hakyky udel elektrik garşylygyny kesgitläp bilmeýär. Şeýlede bolsa, bu aňlatmanyň kömegi bilen hasaplanan udel garşylyk, birmeňzeş däl sredany häsiýetlendirip biler we häsiýetlendirýär, oňa hakyky udel garşylykdan  $\rho_{aj}$  tapawutlylykda, sredanyň hyýaly udel elektrik garşylygy diýilip atlandyrylýar  $\rho_h$ .

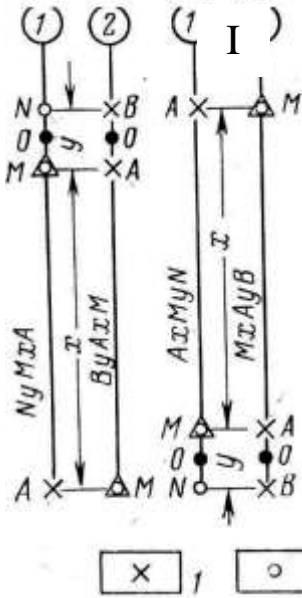
$\rho_h$  – düşünjesi ölçeg abzalyň elektrodларыnyň berilen aradaşlygynda we imitlendiriji tok güýjünde, alynýan potenciallaryň tapawudy  $\Delta U$ , öwrenilýän birmeňzeş däl sredanyňka deň bolan, hyýaly birmeňzeş sredanyň udel elektrik garşylygy hökmünde garasa bolar. Hyýaly udel garşylyk  $\rho_h$  dag jynslarynyň udel garşylygyna  $\rho_{aj}$  gatlaklaryň galyňlygyna  $h$ , guýunyň diametrine  $d_g$ , buraw erginiň udel garşylygyna  $\rho_{be}$ , ulanylýan zondyň görnüşine, ölçeglerine  $AO = l_z$  we ş.m. baglydyr.

## **5. Elektrik barlag usullarynyň fokusirlenmedik, adaty 3-elektrodly zondlary**

Guýularda elektriki barlaglar geçirilende, dag jynslarynyň udel garşylygyny  $\rho_{aj}$  ölçemek üçin dürli hilli we ölçegli zondlar ulanylýar. Zondlaryň esasan hem iki görnüşini tapawutlandyryýarlar: Gradiýent we potensial zondlar.

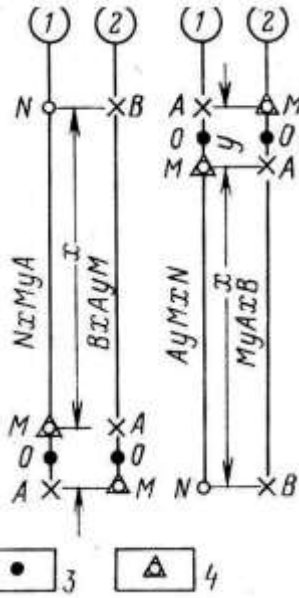
Öwrülen, yzygiderli

a)



Öwrülen, yzygiderli

b)



**3-nji surat.** Zondlaryň belgilenişi.

**I**-gradiýent zond; **a**-gatlagyň ýokarky çägin, **b**-aşak çägin kesgitleýän zond;

**II**-potensial zond; 1-bir polýusly 2-iki polýusly zond.

**Şertli belgilerde:**

1-tok elektrody **A** we **B**;

2-ölçeg elektrodлары **M** we **N**;

3-ýazgy nokady;

4-TP ýazmak üçin elektrod.

**Gradiýent zond** diýlip, jübt **MN** ýa-da **AB** elektrodларыnyň aradaşlygy, jübt däl **AM** ýa-da **MA** elektrodларыň aradaşlygyndan kiçi bolan zonda aýdylýar. Gradiýent zondyň uzynlygy deregine **OA** – aralyk kabul edilen, **AB** ýa-da **MN** jübüt elektrodларыň ortasynda ýerleşen **O** – nokat geofiziki parametrleriň ýazgy nokady hökmünde kabul edilen, zondyň uzynlygy **OA** =  $\ell_z$  deňdir.  $\ell_z$  - zond bilen barlamak mümkin bolan radiusy kesgitleýär we  $\ell_z$  näçe uly bolsa, şonça-da barlag radiusy uly bolýar. Zondyň jübüt, ýagny **AB** ýa-da **MN** elektrodлары, **A** ýa-da **M** täk elektrodyň aşagynda ýerleşen bolsa, onda şeýle zonda yzygiderli ýa-da gatlagyň aşak çäginini anyk çäklendirýän zond diýilýär.

Eger golaýlaşan **AB** ýa-da **MN** jübüt elektrodлар, **A** ýa-da **M** täk elektrodларыň üstünde ýerleşen bolsa, onda oňa öwrülen-gatlagyň üstki çäginini anyk çäklendirýän **gradiýent zond** diýilýär.

Bu zond bilen hyýaly garşylygy ölçemeklik üçin tok çeşmesinden, ýagny **A** elektrotdan çykýan elektrik togunyň döreden meýdanynyň bir uzynlyk birliginde potensialyň üýtgemesini ölçemeklige syrykdyrylýar. Şeýle hadysa fizikada potenciallaryň üýtgemesi ýa-da potenciallaryň gradiýenti diýilýär. Şol sebäbe görä, hyýaly garşylygy ölçeyän şeýle gurluşly zonda gradiýent zond diýilip atlandyrylýar. Eger-de gradiýent zondyň jübüt elektrodларыň aradaşlygy örän kiçi, ýagny **AB**→**0**, **MN**→**0** bolsa, onda bu hili zonda **ideal gradiýent** zond diýilýär. Şonuň ýaly zond üçin

$$\rho_h = 4\pi(OA^2) \frac{E}{I} \quad (2.20)$$

Eger zondyň **AM** ýa-da **MA** elektrodларыnyň arasy, jübüt **MN**, **AB** elektrodларыň aradaşlygyndan kiçi bolsa, onda oňa **potensial zond** diýilýär. Bu ýagdaýda **N** ýa-da **B** elektrodyň potensialy uly däl, aralyklarynyň daşlaşmagy bilen has hem kiçelip nola golaýlaşýar.  $\overline{AM}$  aralyk potensial zondyň uzynlygy hökmünde seredilip, garşylygyň ýazgy nokady deregine **AM** elektrodларыň ortasynda ýerleşen **O**

nokat kabul edilen. Eger-de potensial zondyň **N** ýa-da **B** elektrody tükeniksizlige  $\infty$  çekilen bolsa  $\mathbf{MN} \rightarrow \infty$ ,  $\mathbf{AB} \rightarrow \infty$  onuň ýaly zonda ***ideal potensial*** zond diýilýär. Şeýle zond üçin

$$\rho_h = 4\pi A M \frac{U_m}{I} \quad (2.21)$$

Şeýle zondy ulanmaklyk bilen ölçenilýän  $\rho_h$ , **A** – tok elektrodynyň elektrik meýdanyndaky **M** elektrodyň potensialyny ölçemeklige syrykdyrylýär. Şonuň üçin bu zonda potensial zond diýilip atlandyrylýär.

***Bir sany imitlenýän iki*** sany ölçeg elektrodлары bolan zonda, gönümel imitlenýän ýa-da bir polýusly zond diýilýär.

***Iki sany imitlenýän, bir*** sany ölçeg elektrody bolan zonda, iki polýusly ýa-da birmeňzeş imitlenýän zond diýilýär. Senagatda köplenç **HG** we **TP**-y bilelikde bellemek üçin amatly bolan iki polýusly zond ulanylýär. Zondyň koeffisiýentini aşakdaky aňlatmadan kesgitlemek bolar.

$$K = \frac{4\pi A M \cdot A N}{M N}; \quad (2.22) \text{ 1-polýusly zond üçin}$$

$$K = \frac{4\pi M A \cdot M B}{A B}; \quad (2.23) \text{ 2-polýusly zond üçin}$$

Zondlar şertli belgileriň üsti bilen ýazylanda, ol elektrodларыň guýuda ýerleşşi ýaly, ýokardan aşaklygyna, elektrodларыň aradaşlygyny metrlerde aňladyp ýazmak kabul edilen.

A 2,0 M 0,5 N; N 0,5 M 2,0 A

A 4,0 M 0,5 N; N 0,5 M 4,0 A

A 16 M 2 N we ş.m.



## 6. Bir meñzeş däl sredanyň dürli ýagdaýlarynda hyýaly udel elektrik garşylygy

Haçanda, bir meñzeş däl sredanyň hyýaly udel garşylygyna  $\rho_h$  seredilýän bolsa, ýagny alynan netijä guýunyň edýän täsiri hasaba alynýan bolsa, onda şu aşakdaky ýagdaýlara duş gelinmegi mümkin.

1. Gatlak dykyz, syzylyk ukyby ýok dag jynslaryndan düzülen bolsa, kollektorlarda buraw erginiň suwunyň (BES-nyň) syzyp geçmegi netijesinde döreýän aralyk zolak emele gelmeýär.

2. BES-ň gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen bölegine siňmegi netijesinde, gatlagyň şol böleginiň udel garşylygynyň peselmegine getirýär. Bu hadysa “Peseldiji syzyjylyk” diýlip atlandyrylýar we  $\frac{\rho_{gs}}{\rho_{sz}} > 1$ ; Şeýle ýagdaý

adatça  $\rho_{bes} < \rho_{gs}$  kiçi bolan mahaly ýa-da gatlak nebit-gaz bilen doýgunlaşanda mümkin.

3. BES-ň gatlagy aralaşmagy, gatlagyň şol böleginiň udel garşylygynyň ýokarlamagyna getirýär. Bu hadysa

“Ýokarladyjy syzyjylyk” diýilip atlandyrylýär we  $\frac{\rho_{gs}}{\rho_{sz}} < 1$ ;

Şeýle ýagdaý adatça gatlak ýokary derejede duzlaşan suw bilen doýgunlaşan mahalynda ýüze çykýar.

- a) **Gatlagyň galyňlygy çäklendirilmedik, syzyjylyk ukyby ýok.**

Guýy-gatlak araçağı, oklary bir bolan iki sany silindr biri-birine geýdirilen ýagdaýy şekillendirýär, OA uzynlykly gradiýent zond ulanylan.

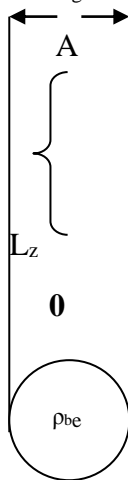
Gatlagyň udel garşylygynyň  $\rho_g \rightarrow \infty$  ymtylýanlygy sebäpli, A – nokatda ýerleşen tok elektrodyndan ýaýraýan elektrik meýdanyny, şol nokatdan imitlenýän çyzykly geçirijide toguň ýaýraşyna meñzeş diýip kabul etse bolar.

Şeýlelikde **A** elektrodan çykýan **I** tok, şol ýerden iki bölege bölünýär. Buraw ergininiň  $\rho_{be}$ -iň udel garşylygynyň guýunyň ähli ýerinde bir meňzeş bolanlygy sebäpli, **A**-nokatdan  $\frac{I}{2}$  ulylykly tok aşaklygyna we ýokarylygyna deň derejede ýaýraýar. Mälim bolşy ýaly, gradiýent zond üçin

$$\rho_h = 4\pi(OA^2) \frac{E}{I} \quad (2.24)$$

Şeýle-de  $E = \text{grad } U$  bolýanlygyny we  $U = IR$  deňligini göz önünde tutsak onda, guýunyň birlik uzynlygy üçin

$$E = \frac{I}{2} R_1 \quad (2.25)$$



$R_1$  – guýunyň uzynlyk birliginiň garşylygy.

Guýuny çyzykly geçiriji  
hökmünde kabul edip alarys.

$$R_1 = \rho_{be} \frac{\ell}{S}; \quad S = \frac{\pi d^2}{4} \quad (2.26)$$

Eger-de  $\ell = 1$  diýip kabul etsek onda

$$R_1 = \frac{\rho_{be}}{\frac{\pi d^2}{4}}; \quad (2.27)$$

Soňky deňlemäni (2.24) aňlatma, soň (2.25) deňlemä goýup alarys

$$E = \frac{2\rho_{be}I}{\pi d^2}; \quad \text{Bu ýerden } \rho_h = 8 \rho_{be} \left( \frac{OA}{d_g} \right)^2$$

Şeýlelikde, çäklendirilmedik galyňlykly, tükeniksiz udel garşylygy bolan gatlak üçin, guýy buraw ergini bilen doldurylanda, gatlagyň garşylygy  $L_z, d_g, \rho_{be}$  bagly bolýar.

**b) Galyňlygy çäklendirilmedik, syzyjylykly gatlak.**

Galyňlygy  $h \rightarrow \infty$  we udel garşylygy  $\rho \rightarrow \infty$  bolan gatlag BES-y siňende, onuň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginde pes udel garşylygy bolan, aralyk zolak emele gelýär. Bu ýagdaý guýunyň içi bilen birlikde garşylygy dürli bolan 3-sredany emele getirýär.

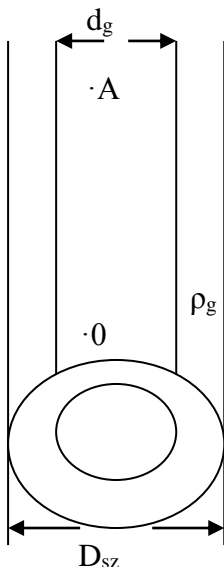
Şeýlelikde, bu meseläni çözmeklik diametri  $d_g$  we içki garşylygy  $\rho_{be}$  deň bolan guýunyň açan ýokary garşylykly gatlagynyň udel elektrik garşylygyny  $\rho_g$  kesgitlemeklige syrykdyrylýar. BES-ň syzyp geçmegi netijesinde, diametri  $D$ , udel garşylygy  $\rho_{sz}$  bolan zolak emele gelýär. Mälim bolşy ýaly,  $\rho_h = 4\pi OA^2 \frac{E}{I}$ . Guýuny we syzyş zolagy bilen birlikde

bir geçiriji hökmünde seredip, potensialyň (gradiýentini) üýtgemesini kesgitläris.

$$E = \frac{I}{2} R; \quad R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad (2.28)$$

$$R_1 = \frac{\rho_{be}}{\pi d^2}; \quad R_2 = \frac{\rho_{sz}}{\pi (D - d_g)^2}$$

$$R_h = \frac{8OA^2}{\frac{d^2}{\rho_{bz}} + \frac{D^2 - d_g^2}{\rho_{sz}}}; \quad (2.29)$$



Şeýlelikde galyňlygy  $h \rightarrow \infty$  udel garşylygy  $p \rightarrow \infty$  we diametri  $d_g$  we udel garşylygy  $p_{be}$  –deň bolan ergin bilen doldurylan guýunyň açan gatlagynyň hyýaly garşylygynyň  $p_h$ , zondyň uzynlygyna  $AO$ ,  $d_g$ ,  $D$ ,  $\rho_{sz}$  baglylygy gelip çykýar.

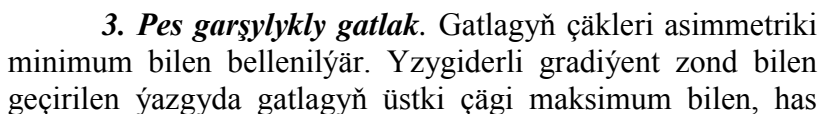
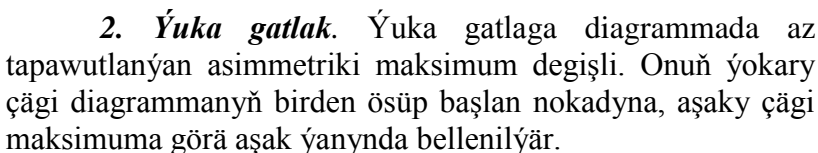
## 7. Çäklendirilen galyňlykly gatlagyň garşysyndaky hyýaly garşylygyň (HG) diagrammasynyň şekili

HG diagrammasynyň görnüşini kesgitleýän  $p_h$  -ň ululygy, esasan hem  $h_g$ ,  $L_z$ , zondyň görnüşine şeýle-de zondyň gatlagynyň araçäginе görä ýerleşişine baglydyr.

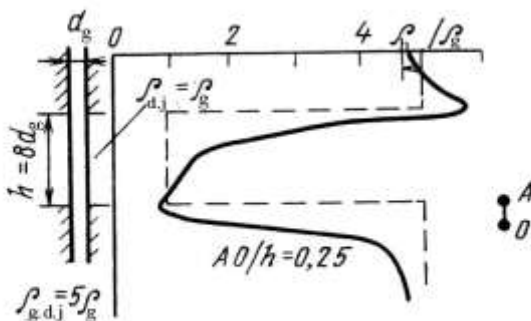
HG-ň diagrammasy, barlanylýan guýunyň kesimini aýdyňlaşdyrmakda we ondaky elektrik reperleri (giňişlikde fiziki häsiýeti üýtgemeyän gatlak) ýüze çykarmakda ynamly serişde bolup hyzmat edýär. Hyýaly garşylygyň  $p_h$  diagrammasy boýunça gatlaklaryň çäklerini we galyňlyklaryny kesgitlemek, ýekelikdäki we gatlaklar toplumynyň garşysyndaky HG-ň diagrammasynyň görnüşini bilmeklige esaslanandyr. Seredilýän her bir ýagdaýda, gatlaklaryň galyňlygy, araçäkleriň ýatan çuňluklary boýunça kesgitlenilip biliner.

Eger-de gatlagyň galyňlygy zondyň uzynlygyndan uly bolsa, onda galyň gatlak diýmeklik, eger-de kiçi bolsa ýuka gatlak diýmeklik kabul edilen. Şeýle-de gatlagyň udel garşylygy  $p_{gat}$  gatlagyň üstünde we astynda ýerleşen gatlagyň garşylygyna görä, uly bolsa onda ýokary garşylykly, eger-de pes bolsa onda kiçi garşylykly gatlak diýmeklik kabul edilen.

**1. Gradiýent zond, uly garşylykly gatlak.** HG-ň diagrammasynda şeýle gatlak asimmetriki maksimum bilen bellenilýär. Şeýlelikde gatlagyň garşylygy yzygiderli gradiýent zond bilen bellenilende, ol gatlagyň ýokary çägi  $\rho_n$ -nyň minimum, aşaky çägi bolsa maksimum bahasy bilen häsiýetlendirilýär.



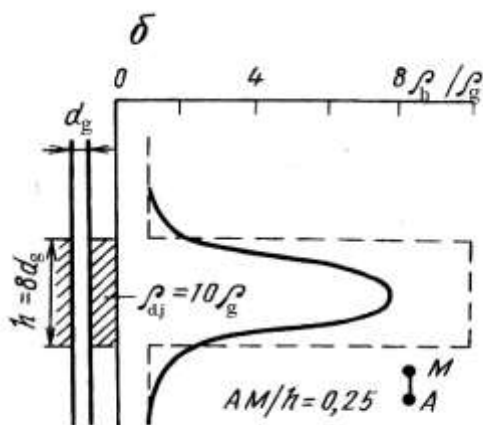
takygy  $\frac{MN}{2}$  ýa-da  $\frac{AB}{2}$  aralykda maksimumyň aşak ýanynda bellenilýär. Aşaky çägi minimumda, has takygy ýokarda görkezilen ululyklara deň aşak ýanynda bellenilýär.



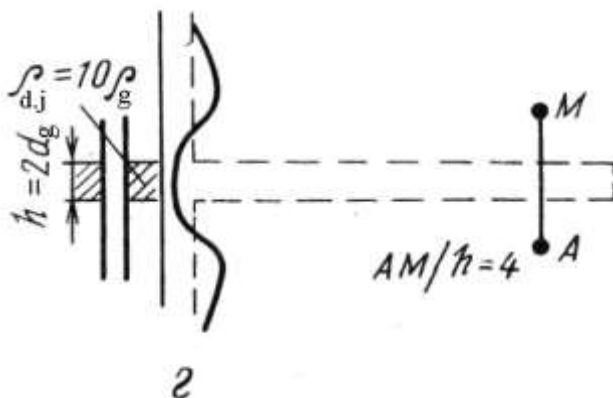
**Ýuka gatlaklar.** HG-ň diagrammasynda pes bahadan maksimuma geçen ýerindäki nokatda bellenilýär. Eger-de öwürlen zond bilen ýazgy geçirlende, ol diagrammanyň zerkal şekili alynýar. Gatlagyň çäklerini tapmaklyk öňki ýazyp beýan edilen usul boýunça ýerine ýetirilýär.

**4. Potensial zond. Ýokary garşylykly gatlak.** Uly galyňlykdaky gatlakda onuň ortasyna görä otnositellikde ýerleşen maksimum bilen bellenilýär.

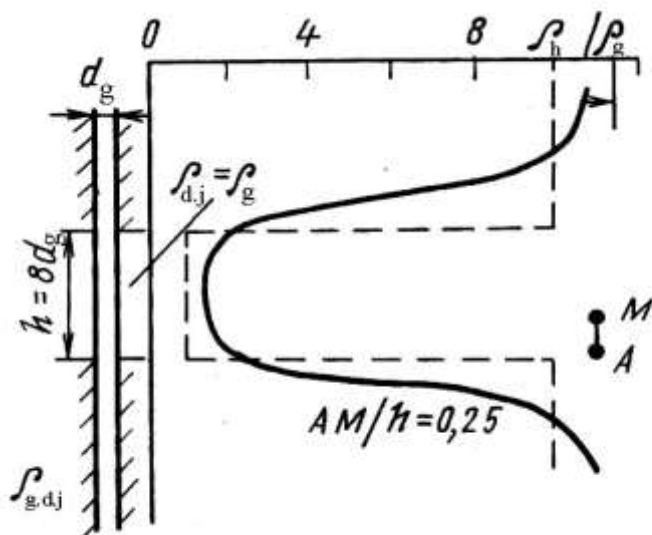
Onuň çäkleri simmetriki maksimuma görä kesgitlenilip, üstki çäge diagrammanyň birden ösen nokadyndan  $\frac{AM}{2}$ ; ýokarda, aşaky çägi şol bir ululyga, ýöne ol nokatdan aşakda bellenilýär.



5. **Ýuka gatlak.** Elektrik garşylygy uly bolanda, udel garşylygyň peselmesi bilen bellenilýär. Gatlagyň ekran täsiri netijesinde ýokarky çäğinden  $\frac{AM}{2}$  ýokarda we anomaliýanyň aşaky çäğinden şol ululyga, ýöne aşakda HG-ň ulalmasy bolup geçýär.

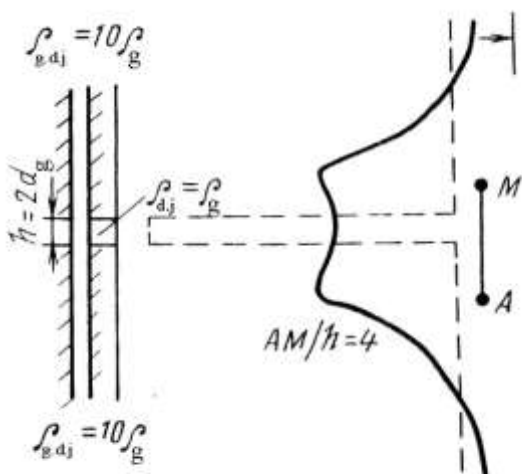
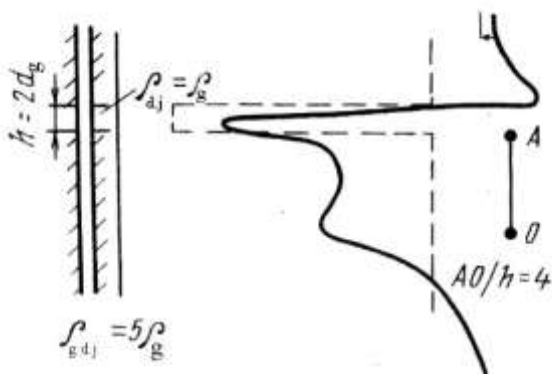


**6. Pes garşylykly galyň gatlak.** HG-ň diagrammasynda şeýle gatlak onuň ortasyna görä simmetriki minimum bilen belgilenilýär. Gatlagyň çäkleri garşylygyň çalt peselýän bölegine geçýän nokadynda bellenilýär. Şeýlelikde, minimumyň ini gatlagyň galyňlygyndan, zondyň uzynlygyna görä, uly bolmagynda galýar. Ýuka gatlagyň çäklerini kesgitlemek bolsa örän kyndyr.





Pes garşylykly ýuka gatlaklarynyň araçäklerini kesgitlemek bolsa çylşyrymlaşýar.



## 8. Mikrozonklar usuly. Adaty mikrozonklar

Dag jynslarynyň we buraw ergininiň (BE) udel elektrik garşylygyny öwrenmek üçin, barlag radiusy kiçi bolan, dürli zonklar ulanylýar. Olardan mikrozonklar uly ähmiýete eýedir. Mikrozonk örän kiçi ölçegli zonk bolmak bilen, ol  $120^0$ -dan ýerleşdirilen 3-sany resor görnüşli pružinden durýan gurluşdyr. Ol pružinleriň birine rezinden taýýarlanylýan uly bolmadyk başmak berkidilip, onda aralary 25 mm-den 3-sany elektrod ýerleşdirilýär. Olar resor görnüşli pružiniň kömegi bilen guýunyň diwaryna berk gysylýar. Rezin başmakydaky elektrodalaryň guýunyň diwaryna berk gysylýanlygy sebäpli, rezin elektrodлары buraw ergininiň täsirinden goraýar we alynýan netijelere BE-ň täsirini peseldýär.

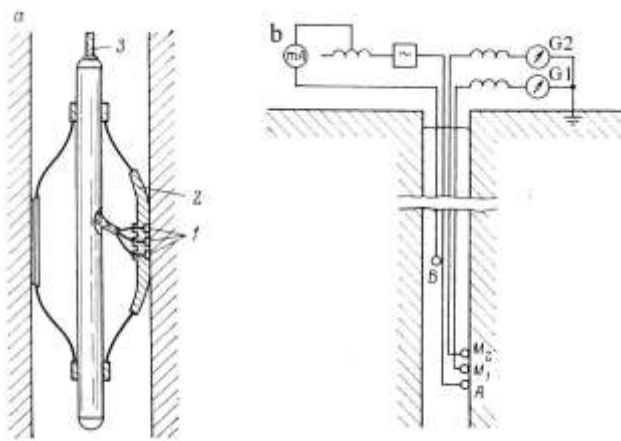
Mikrozonklaryň bir-näçe görnüşlerinde ýokardan dolandyrylýan diwara gysyjy gurluşlar hem ulanylýar. Ol gurluşlar rezin başmagy we ondaky elektrodлары guýunyň diametriniň üýtgän ýagdaýynda hem, gysyş güýjini hemişelik derejede saklap bilýär. Aralykdan dolandyrylýan gysyjy gurluşlar, ýygnałgy görnüşinde guýa göýberilip, ýazgy geçiriljek aralykda ýokardan dolandyrylyp açylýar we guýunyň diwaryna gysylýar. Şeýle zonk awtomatiki dolandyrylýanlygy sebäpli, zonk guýudan çykarman bir näçe sapa açyp ýapmak, şeýlelikde barlaglar geçirmek mümkin. Ondan başgada şeýle zonklaryň kömegi bilen guýunyň diwarynyň üýtgemesini has takyk görkezýän – ***mikrokawernogramma diagrammasyny ýazmak bolýar.***

Mikrozonklar esasan hem gatlagyň, guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginiň udel elektrik garşylygyny öwrenmek üçin ulanylýar. Bu bölek buraw ergininiň suwunyň syzyp giren gatlaklarynda, BES-y bilen ýuwulan, ýa-da onuň aralaşan syzyş zolagydyr.

Guýunyň diwarynyň düzdälligi, şeýle-de resor pružinlerdäki rezin başmagyň görnüşiniň, diwardaky dürli görnüşli nätekizlikler bilen deň gelmeýänligi sebäpli, hemişe

rezin-diwar aralygynda BE-ň ýukajyk gatynyň (plýonkanyň) galmagyna getirýär. Ondan başgada syzyjylyk häsiýetine eýe bolýan gatlaklarda resordaky rezin başmak bilen dag jynsynyň arasynda toýun gabyjak hem ýerleşýär.

Buraw ergininiň gatynyň we toýun gabyjagyň (TG) bilelikdäki täsiri netijesinde mikrozonnd bilen ölçenen  $\rho_n$  udel elektrik garşylygy, gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginiň  $\rho_{a,j}$  udel garşylygyndan tapawutlanýar.



**5-nji surat.** Mikrozonndlar bilen geçirilýän ölçegleriň görnüşli şekilleri.

a). Mikrozonndyň umumy görnüşi: 1-elektrodlar, 2-başmak, 3-kabel.

b). Ýazgy geçiriliş şekili:  $\Gamma_1$  we  $\Gamma_2$  – diagramma ýazmak üçin priborlar.

**Mikrozonndlar** adaty we togy fokusirleýji ýa-da gapdal mikrozonndlara bölünýärler. Nebit-gaz üçin burawlanýan uly diametrli guýularda barlag geçirmäge niýetlenen adaty mikrozonndlarda rezin başmakda aralary 25 mm bolan 3-sany elektrod ýerleşdirilip, olardan A 0,025 M 0,025 N bolan

**Mikrogradiýent zond (MGZ)** şeýle-de A 0,05 M bolan, N elektrod bolup zondyň korpussy hyzmat edýän **Mikropotensial zond (MPZ)** emele getirýärler. MGZ-ň barlag radiusy örän kiçi bolýanlygy sebäpli, onuň netijelerine BE-ň we TG-yň uly täsiri bar, MPZ-da bu täsir azdyr.

Dürli radiusly zondlaryň kömegi bilen ýazylan iki sany diagrammanyň bolmagy, toýun gabygyň we BE-ň gatjagazynyň kesgitlenilýän  $\rho$  garşylyga täsirini hasaba almaga mümkinçilik berýär. Iki mikrozonddan bilen şol bir wagtda  $\rho_h$  –ny bellemek üçin, ulanylýan kabeliň geçiriji simleriniň sany 4-den az bolmaly däl.

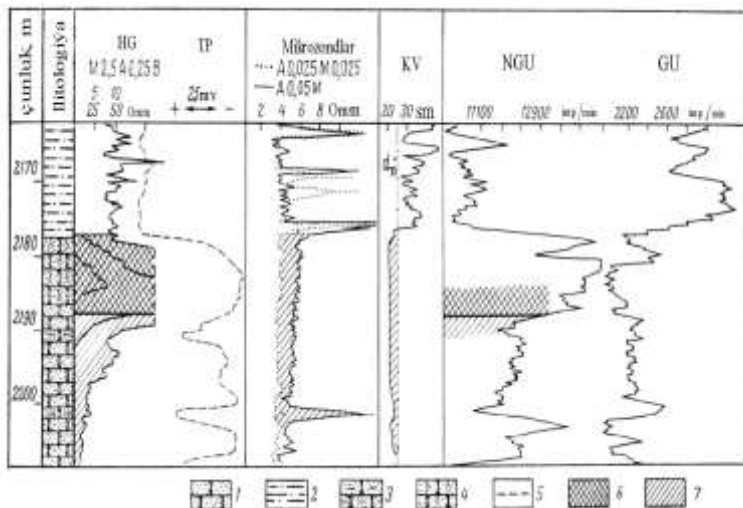
Eger-de 3-sany geçiriji simli kabel ulanylanda şu aşakdaky işleri ýerine ýetirmek mümkin.

1. MGZ we MPZ-ň kömegi bilen iki sapar yzly-yzyna ýazgy geçirmek. Bu ýagdaýda mikrozonddyň guýunyň nilinde hereket eden ikinji saparynda, rezin başmak birinji saparky yzy bilen hereket etmek mümkinçiligi peselýär, şol sebäbe görä geçirilen ölçegleriň netijelerini deňeşdirmek kynlaşýar.
2. N-elektrody ýer üstünde ýerleşdirilen adaty mikrozonddlaryň ikisi bilen hem şol bir wagtda ölçeg geçirmek.

Bu ýagdaýda ölçenilýän parametre abzalyň korpussy bilen ýokarda ýerleşdirilen N elektrodyň arasynda napraženiýanyň peselmesi goşulýar we induktiw päsgelçiligiň täsiri netijesinde, diagrammanyň nol çyzygynyň süýşmesine getirýär. Şeýle ýagdaýda MPZ bilen ýazylan diagramma, 2-elektrodly MPZ-yň kömegi bilen geçirilen goşmaça ölçegleriň netijesinde düzedişler girizilýär.

Soňky ýyllarda bir we köp simli kabeller ulanylýan köp kanally apparaturalaryň önümçilige ornaşdyrylmagy, şol bir wagtyň özünde **MPZ, MGZ we mikrokawernogramma** diagrammalaryny ýazmaklyga mümkinçilik döretti. Bu hilli apparaturalaryň işleýişi modulirlenen ýygylkly teleölçegler ulgamyna we signallaryň kanallarda ýygylklar boýunça bölünmegine esaslanandyr.

Ýazgyny adaty tertipde geçirýärler. Zondyň koeffisiýentini tejribe üsti bilen, gaba belli garşylykly suw guýyp ölçeg geçirmek ýoly bilen kesgitlenilýär. Nebit-gaz guýularynda adaty mikrozonlary ulanyp, geçirilen ölçegleriniň netijesinde, şu aşakdaky meseleleri çözüýärler.



**6-njy surat.** Geofiziki usullarynyň toplumynda mikrozonlaryň diagrammasynyň ulanylyşy.

**Şertli belgilerde:**

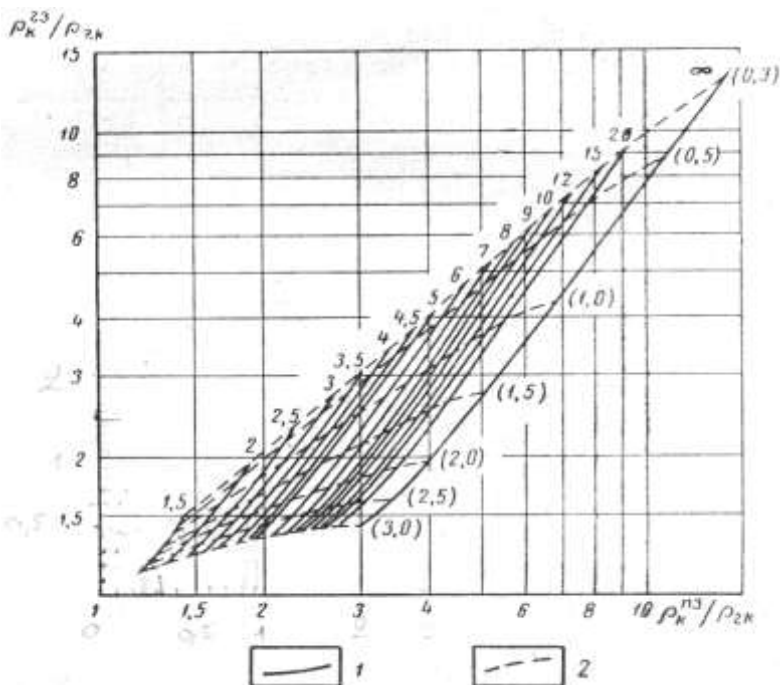
- 1 – çäge daşy;
- 2 – çägel toýun;
- 3 – toýunly çäge daşy;
- 4 – gaz bilen doýgunlaşan çäge daşy;
- 5 – gaz-suw araçägi; 6-gatlagyň gazdoýgunlyk bölegi;
- 7 – gatlagyň suw doýgunlykly bölegi.

1. Guýularyň kesimini gatlaklara takyk bölüp, dürli litologiki häsiýetli, şol sanda syzyjylykly gatlaklary ýüze çykarmak.

Mikrozondlaryň diagrammasy boýunça syzyjylykly gatlaklary we örän ýuka gatlaklary ýüze çykarmak mümkinçiligi, gatlaklaryň garşysynda guýunyň diwarynda toýun gabygyň emele gelmegi bilen baglanşyklydyr. Ol gabyjyk adaty mikrozondyň netijesine, birnäçe ýagdaýlarda bolsa gapdal mikrozondyň netijelerine hem öz täsirini ýetirýär.

Adaty mikrozondyň diagrammasynda, kollektor – dag jynslary **“položitel üýtgame”** diýilip atlandyrylýan alamat bilen ýüze çykarylýar, ýagny MPZ-ň diagrammasyndaky anomaliýa MGZ-a garanda uly bolýar,  $\rho_{b.e.} > \rho_{aj}$  bolanda üýtgemäniň bahasy otrisatel bolýar.

2. Gatlaklaryň çäklerini anyklamak we galyňlyklaryny kesgitlemek. Mikrozondlaryň diagrammalaryny mukdar taýdan teswirlemegiň netijesinde ýuwulan zolagyň  $\rho_{yz}$  udel elektrik garşylygyny kesgitlemek mümkin. Onuň üçin diagrammalardan barlanylýan aralykda  $\rho_h^{GZ}$  we  $\rho_h^{PZ}$  bahasy kesgitlenilýär.



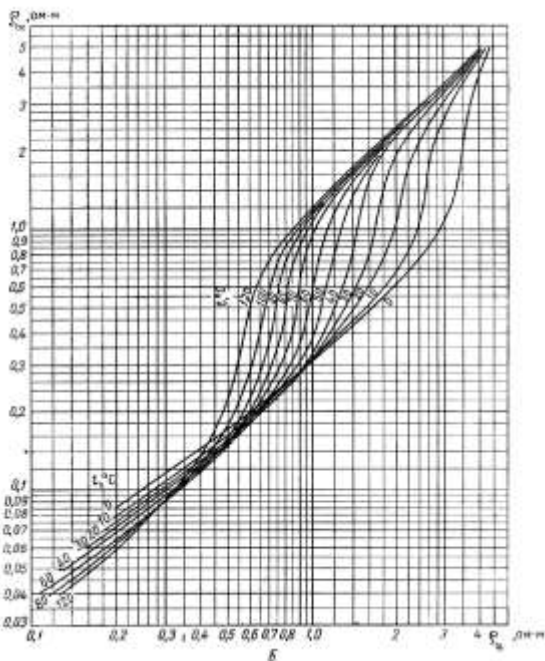
**7-nji surat.** Mikrozondlaryň maglumatlary boýunça ýumuş zolagyňyň garşylygyny kesgitlemek üçin paletka.

**Şertli belgilerde:**

1.  $\frac{\rho_{yz}}{\rho_{t.g.}}$ ;
- 2 – toýun gabyjagyň galyňlygy.

Soňra guýunyň belli diametri üçin paletka saýlanylyp alynýar. Ondan soň  $\frac{\rho^{GZ}}{\rho^{tg}}$  we  $\frac{\rho^{\rho^2}}{\rho^{tg}}$  bolan gatnaşyklar tapylýar. Tapylan san bahasyny paletkanyň koordinat oklary boýunça goýup, kesişme nokadyndan galdyrylan

perpendikulýarlaryň kesişen ýerinde haýsy hem bolsa bir nokat alýarlar. Paletkadan peýdalanyp  $\rho_{yz}$  we  $h_{tg}$  tapýarlar.



**8-nji surat.** Buraw ergininiň  $\rho_{be}$  udel garşylygy boýunça  $\rho_{t.g.}$  kesgitlemek üçin paletka. Tapylan modul  $\mu = \rho_{yz} / \rho_{tg}$  deňdir. Bu ýerden  $\rho_{yz} = \mu \rho_{tg}$ ;  $h_{tg}$  – paletkadan alynýar.

Adaty mikrozondlaryň netijelerine toýun gabygyň täsiri uludyr. Haçanda  $h_{tg} \geq 2$  sm bolsa, onda gatlagyň buraw ergininiň suwy bilen ýuwan böleginiň udel garşylygy barada ynamly maglumat almak mümkin däl. Mundan başgada guýuda buraw ergini duzly bolan mahalynda, mikrozondlaryň



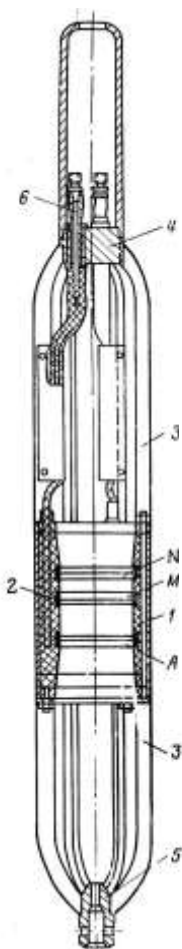
diagrammalaryny mukdar taýdan teswirlemekde ulanmak çäklendirilendir. Şeýle ýagdaýlarda  $\rho_{yz}$  we  $\rho_{sz}$  kesgitlemek üçin gapdal mikrozondlaryň maglumatlaryndan peýdalanylýar.

Mikrozondlary ulanmak üçin has amatly bolup, otnositel pes konsentrasiýaly erginde burawlanan guýynyň kesimindäki terrigen dag jynslary hasaplanylýar.

Mikrozondyň diagrammasy mikrokawernogramma ýazmaklyk bilen bile alynyp barylýar, bu öz gezeginde mikrozondlaryň diagrammalaryny teswirlemegi ýeňilleşdirýar.

## **9. Guýulardaky suwuklyklaryň garşylygyny ölçemek**

**Rezistwimetr.** Rezistwimetr diýilende, guýulardaky suwuklyklaryň udel garşylygyny guýy şertinde ýörite zondlaryň kömegi bilen ölçemeklige düşünilýär. Eger-de suwuklygyň garşylygy ýer üstünde ölçenilýän bolsa, onda laboratoriýa rezistwimetrleri ulanylýar. Guýulardaky buraw ergininiň  $\rho_{be}$  garşylygyny ölçemeklik  $\rho_h$ -nyň üsti bilen dag jynslarynyň  $\rho_{aj}$  udel garşylygyny kesgitlemek üçin zerurdyr. Ondan başga-da, guýudaky suwuklygyň garşylygyny ölçemeklik, guýa gatlak suwunyň akyp çykýan ýerini kesgitlemekde ulanylýar. Şol sebäbe görä, guýudaky suwuklygyň udel garşylygyny ölçemekde, onuň temperaturasyny şol çuňlykda kesgitlemek zerurlygy ýüze çykýanlygy üçin, termometriki barlaglar bilen bile geçirilýär. Rezistwimetr, adaty gradiýent zond bolmak bilen, onuň uzynlygy örän kiçidir. Şol sebäpli, onuň barlag radiusy diňe guýunyň içi bilen çäklenýär.



**9-njy surat.** Guýy rezistwimetriniň umumy görnüşi.

**Şertli belgilerde:**

1. Izolirlenen materialdan taýýarlanan stakan;
  2. Tegelek görnüşli elektrodlar;
  3. daşky örtügi;
  4. Ýokarky birleşdiriji;
  5. Aşaky birleşdiriji (golowka);
  6. Sweçkalar;
- A, M, N – elektrodlar.

Rezistwimetr, has ýönekeý görnüşinde ikitarapy açyk izolirleýji materialdan edilen turba bolup, onuň üstünde 3-sany spiral görnüşli **A**, **M** we **N** elektrodlardan durýan bir polýusly gradiýent zond emele getirilýär.

Rezistwimetr guýuda hereket edende, suwuklyk turbanyň içinden erkin geçip bilýär, zondyň uzynlygy 5 sm. Izolirlenen turbadan edilen korpus bolsa elektrodalary daşky sredanyň (guýunyň diwary, sütün) täsirinden goraýar. Şeýlelikde geçirilen ölçegleriň netijesinde, guýudaky suwuklygyň udel garşylygynyň üýtgemesini görkezýän

diagramma alynýar. Hyýaly udel elektrik garşylygy, belli bolşy ýaly aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$\rho_h = k \frac{\Delta U}{I} \quad (2.30)$$

**K**-nyň bahasy tejribe ýoly bilen anyklanylýar.

## 10. DAG JYNSLARYNYŇ UDEL GARŞYLYGYNY DÜRLI GÖRNÜŞLI WE BARLAG RADIUSLY ZONDLARYŇ MAGLUMATLARY BOÝUNÇA KESGITLEMEK (GEZ)

Nebitgaz guýularyny geofiziki usullaryň kömegi bilen öwrenmekde alynýan iň wajyp geofiziki parametrleriň biri, ol hem dag jynslarynyň udel elektrik garşylygydyr. Udel elektrik garşylygy baradaky maglumatlar guýularyň kesimini düzýän dag jynslaryny gatlaklara bölmekde, litologiýasyny takykamakda, kollektorlary ýüze çykarmakda olaryň nebitgaz doýgunlygyna baha bermekde ulanylýar. Aýratyn hem, bu maglumatlar nebitgaz doýgunlygyny kesgitlemekde has uly ähmiýete eýedir.

Senagatda beýleki usullar bilen bir hatarda gatlaklaryň udel elektrik garşylygyny öwrenmek üçin Gapdal elektrik zondirleme usuly GEZU (БКЗ) giňden ulanylýar.

Bu usulyň manysy, gyzyklanma bildirilýän çuňlukda ýerleşen gatlagyň udel elektrik garşylygyny dürli barlag radiusly **Gradiýent** we **Potensial** zondlaryň kömegi bilen ölçemekdir. Buraw ergininiň suwunyň syzyp geçen zolagynyň, aralaşmadyk zolagynyň, onuň gatлага aralaşan çuňlygyny, şeýlelikde kollektorlar bilen gatlaklary ýüze çykarmak we olaryň udel elektrik garşylygyny ýeterlik derejede anyk kesgitlemek üçin, guýunyň gyzyklanma bildirilýän şol bir aralygyny dürli ölçegli adaty zondlar bilen (dürli çuňlukly) barlag geçirmek zerurlygy ýüze çykýar. Senagatda bu işler, adatça guýunyň 1÷30 diametriniň “**dg**” ölçegi bilen gabat gelýän uzynlykly **gradiýent zondlar** arkaly amala aşyrylýar.  $\rho_h = f(OA)$  arabaglanşyk grafigi guralanda logarifm masştably

kagyzyň ýüzünde nokatlar deň ölçegli ýerleşer ýaly zondlaryň uzynlygy dereje görkezijisi 2-ä ýada 2,5-e deň bolan geometriki progressiýa boýunça ösdürilýär.

Çuň guýulary barlamakda köplenç halatlarda şu aşakdaky gradiýent zondlar ulanylýar: **A 0,4 M 0,1 N, A 1,0 M 0,1 N, A 2,0 M 0,5 N, A 4,0 M 0,5 N; A 8,0 M 1 N – yzygiderli gradiýent zondlar N 0,1 M 0,4 A, N 0,1 M 1,0 A, N 0,5 M 2,0 A, N 0,5 M 4,0 A, N 1,0 M 8,0 A – öwrülen gradiýent zond.**

GEZ-de ulanylýan zondlarynyň birki adaty hyýaly garşylyk usulynda ulanylýan **A 2,0 M 0,5 N** standart zondydyr. Standart zondyň yzygiderli ýa-da öwrülen zondlygyna baglylykda GEZ-e degişlilikde yzygiderli ýa-da öwrülen gradiýent zondlar bilen geçirilýär.

Guýuda GEZ-e geçirilen aralygynda, rezistiwimetrler bilen buraw ergininiň udel elektrik garşylygyny, kawernomer bilen guýunyň diametrini, şeýle-de mikrozonklar usulyny geçirmeklik zerurdyr.

GEZ-e geçirilende TP-yň diagrammasyny ýazmaklyk adatça iki sapar gaýtalanýar: şol ölçegleriň biri gözegçilik maksady üçin zondan maksimal daşlaşdyrylan elektrody ulanmak bilen geçirilýär. GEZ-e geçirilende elektrodalaryň aralyklaryny üýtgetmeklik awtomatiki ýagdaýda ýerine ýetirilýär.

**GEZ-niň diagrammalaryny işläp taýýarlamak.** Bu iş diagrammalarda gatlaklary çäkleri boýunça bölüp, olaryň hyýaly garşylygynyň häsiýetli bahalaryny kesgitlenenden soň, hyýaly garşylygyň zondyň uzynlygyna bolan  $\rho_h=f(AO)$  arabaglanşygynyň grafigini gurmakdan durýar. Şeýle-de alynan maglumatlar boýunça gurulan grafigi, gatlaklaryň hakyky udel garşylygyny tapmak üçin teoretiki hasaplamalar esasynda gurulan paletkalar toplumy bilen deňeşdirip, BES-ň syzyp geçen gatlaklary ýüze çykarylýar. Dürli uzynlykly zondlar bilen ýazylan diagrammalaryň esasynda kesimi gatlakkara bölmek we olaryň çäklerini takykklamak ýerine

ýetirilýär. Olardan hem başga, bu maksatlar üçin TP-ň, MZ-ň diagrammalaryndan we kawernogrammadan peýdalanylýar.

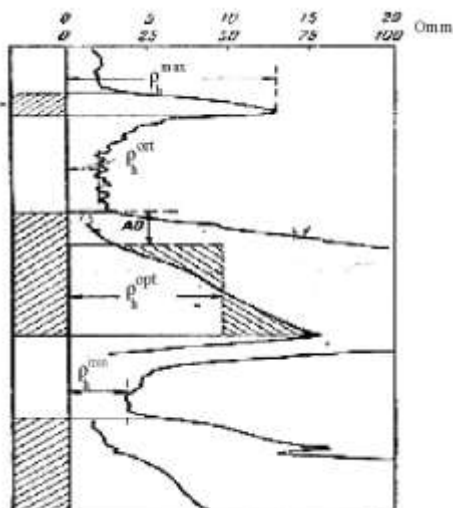
Adatça GEZ-ň diagrammalaryny işläp taýýarlamak, ähli gyzyklandyryňan we işlemeklik mümkin bolan gatlaklar üçin geçirilýär. Gatlaklaryň çäkleri belli edilende, litologiki çäkleri hem aýdyňlaşdyrylmalydyr. Şeýle-de bolsa, litologiki çäkleriň gatlaklaryň hakyky çäkleri bilen gabat gelmegini gözlemek zerurlygy ýokdyr, sebäbi litologiki birmeňzeş gatlak, elektrik häsiýetleri boýunça birnäçe gatlaklara bölünmegi mümkin.

Saýlanylyp alynan gatlak üçin  $\rho_h = f(OA)$  arabaglanşyk gurulýar. Oňa GEZ-ň baglanşygy diýilýär. Gatlagyň dürli nokatlarynda  $\rho_h$ -nyň ululygy dürlidir.

$\rho_h$ -nyň bahalary dürli uzynlykly zondlaryň kömegi bilen ýazylan diagrammalardan alynýar. Şonda  $\rho_h$ -nyň ulylygyna täsir edýän  $\rho_{dj}$ ,  $\rho_{g,dj}$ ,  $h$ ,  $d_g$  we  $OA$  hasaba alynmalydyr.

1. Eger-de  $\rho_{dj} > \rho_{g,dj} \frac{h}{d_g} > 16 \div 25$  bolsa onda udel

garşylygyň optimal bahasyny  $\rho_h^{opt}$  ulanmaklyk ýeterlidir. Onuň üçin, gatlagyň çäklerinde  $h - OA$  bolan nokadyndaky  $\rho_h$ -yň orta bahasy kesgitlenilýär. Zondyň uzynlygy  $OA$ , yzygiderli *zond* üçin gatlagyň ýokarky çäğinden  $\rho_h$ -ň diagrammasynyň minimum tarapyndan, *öwrülen zond* üçin gatlagyň aşaky çäğinden we  $\rho_h$ -nyň minimum tarapyndan aýrylýar.



**10-njy surat.** Udel elektrik garşylygynyň

$\rho_h^{opt}$  - optimal,

$\rho_h^{ort}$  -orta, ekstremal

$\rho_h^{max}$  we

$\rho_h^{min}$  bahalaryny

kesgitlemegiň

mysallary.

2. Eger-de  $\rho_{dj}$  gatlagy gurşap alan dag jynslaryndan az tapawutlanýan we  $\frac{h}{dg} > 16 \div 25$  bolsa, gatlagyň orta duşynda onuň udel garşylygynyň ortaça bahasy  $\rho_h^{opt}$  kesgitlenilýär.
3. Eger-de  $h \leq 16$  dg = 3 – 5 m we  $\rho_{dj} > \rho_{gdj}$  bolsa,  $\rho_h^{max}$  we  $\rho_{dj} < \rho_{gdj}$  bolanda,  $\rho_h^{min}$  ýagny, ekstremal (iň uly ýa-da kiçi) bahalaryny kesgitlemek maslahat berilýär.

Tükeniksiz galyňlykly gatlagyň garşysynda dürli uzynlykly zondlaryň diagrammasyndan alynan udel garşylygyň san bahalary bilen, ol zondlaryň uzynlyklarynyň arasynda durulan arabaglanşyk grafige GEZ-ň grafigi diýilýär. GEZ-ň teoretiki hasaplamalar arkaly we real maglumatlaryň esasynda gurulan grafikleri tapawutlandyrylýar.

Gözenek nusgalaşdyrmasy ýa-da grafoanalitiki usullaryň kömegi bilen, hasaplamalaryň esasynda gurulan grafiklere GEZ-niň teoretiki paletkalary diýilýär. Uly galyňlykly gatlaklaryň garşysynda ýazylan geofiziki diagrammalardan kesgitlenilen udel garşylygyň orta we

optimal bahalary boýunça gurulan grafige, maglumatlar esasynda gurulan grafik diýilýär.

Eger gatlagyň galyňlygy 20 m we ondan hem köp bolsa, onda ol gatlagy çäksiz galyňlykly gatlak hökmünde kabul edip, onuň garşysynda gurulan arabaglanşyk grafigi teoretiki grafikler bilen deňeşdirip işlenilýär.

Hakykatda bolsa uly galyňlykly we bir meňzeş häsiýetli gatlaklar örän seýrek duş gelýär, guýularyň kesimini düzýän gatlaklaryň aglabasy orta hem-de kiçi galyňlykly gatlaklardyr. Şol sebäpli, gapdal zondirlemäniň gurulan arabaglanşyk grafigi, teoretiki grafiklerden tapawutlanýar we olary deňeşdirmе ýoly bilen diňe bir arabaglanşyk grafigi ulanyp düşündirmek mümkin däl. Udel garşylygy, gurşap alan gatlaklardan ýokary bolan uly bolmadyk galyňlykly gatlaklar üçin gurulan grafikler maksimal ýa-da bolmasa ekstremal zondirleme paletkalarynyň kömegi bilen işlenilýär.

GEZ-iň grafigi işlenilende maglumatlar esasynda gurulan grafik, teoretiki grafik bilen deňeşdirilýär we olaryň içinde gabat gelýän egri çyzyk tapýarlar, ol egriniň parametrleri, teoretiki grafiğiň parametrleri bilen deň diýip kabul edilýär we teswirlemäniň indiki döwründe ol parametrleri ulanmaga mümkinçilik berýär. Şu esasyda **paj**-y, BES-ň gatлага syzyp geçen zolagynyň barlygyny ýa-da ýoklugyny, amatly şertlerde bolsa, onuň çuňlugyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bu usulyň artykmaçlyklary bilen bir hatarda, onuň kemçilikleri, adaty zondlaryň maglumatlaryndan başga zondlaryň maglumatlaryny ulanyp bolmaýanlygydyr. Şeýle-de bolsa **paj** baha beriş ähtibarlygyny ýokarlandyrmak maksady bilen, GEZ-ň zondlary bilen bir hatarda elektrik toguny fokusirleýji we induksion zondlar hem ulanylýar. Bulardan başga-da EHM-a gaýtadan işlemegiň kynçylygydyr.

## 11. Togy fokusirleýji köp elektrodly zondlar usuly

Garşylygynyň gapdal elektrik usuly diýlende, ekranlaýjy elektrodлары bolan, ýagny çeşmeden çykýan togy fokusirleýän (togy bir tarapa ugrukdyrýan) zondlar bilen ölçeg geçirmeklige düşünilýär. Ol dag jynslarynyň udel garşylygyny ölçeyän usullaryň görnüşleri bolmak bilen, guýuda döredilýän elektrik meýdany dolandyrýar. Garşylygynyň gapdal elektrik usulynda (GGEU) 7, 9 we 3 elektrodly zondlar bilen ýazgy geçirilýän görnüşlerini tapawutlandyrýarlar.

**7-elektrodly zond**,  $A_0$  merkezi elektroddan, iki jübüt ölçeg  $M_1M_2$ ;  $N_1N_2$  we bir jübüt  $A_1A_2$  ekranlaýjy tok elektrodларыndan durýar.

Jübüt elektrodlar öz arasynda birleşip, merkezi  $A_0$  elektroda görä simmetriki ýerleşdirilen, diagramma ýazylyan döwründe  $A_0$  elektrodyň üstünden ululygy hemişelik saklanylyan  $I_0$  tok göýberilýär. Ekran bolup hyzmat edýän  $A_1$  we  $A_2$  elektrodларыň üstünden  $M_1 N_1$  we  $M_2 N_2$  elektrodларыň arasyndaky potensialларыň tapawudy nola deň bolar ýaly edip,  $I_0$  tok bilen alamaty we ululygy boýunça deň  $I_e$  – togy göýberýärler. Ölçeg geçirilende haýsy hem bolsa  $M_1 M_2$  we  $N_1 N_2$  ölçeg elektrodларыň biri bilen, tok elektrodларыnyň döreden elektrik meýdanynyň täsiri ýetmez ýaly aralykda ýerleşdirilen  $N$  elektrodyň arasyndaky potensialларыň tapawudy ölçenilýär. Şeýle-de bolsa,  $N$  elektrody induktiv päsgelçilikler bolmaz ýaly, ýeriň üstüne çykarmaklyk maslahat berilmeýär.

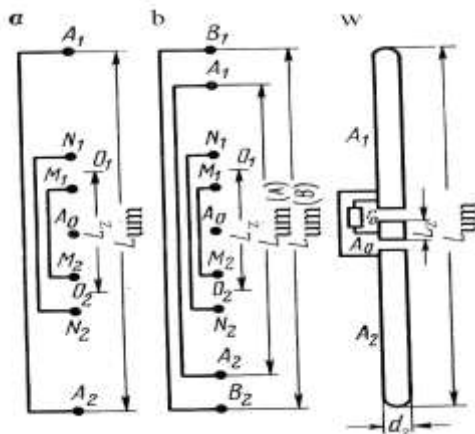
GGEU-ynda alynan netijeler,  $A_0$  elektroda degişlilikde seredilýär. **Zondyň uzynlygy  $L_z$  hökmünde**  $M_1 N_1$  we  $M_2 N_2$  ölçeg elektrodларыň ortasynda ýerleşen  $O_1O_2$  nokatlaryň aralygy kabul edilen. Ekranlaýjy  $A_1$  we  $A_2$  elektrodларыň aralygyna **zondyň umumy uzynlygy  $L_{sum}$**  diýlip atlandyrylýar. Mundan başgada, zondy häsiýetlendirmek üçin fokusirleme parametri diýlen düşünje girizilýär.



Ol aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenilýär  $q = \frac{L_{zum} - L_z}{L_z}$  ;

Hyýaly garşylygy,  $M_1$  we  $N$  elektrodларыň arasyndaky potensialларыň tapawudy, şeýle-de esasy merkezi  $A_0$  tok elektrodyň üstünden akyp geçýän  $I_0$  tok güýjüniň ululygyny ulanyp, aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär

$$\rho = K \frac{\Delta U}{I_0} \quad (2.31)$$



**11-nji surat.** Gapdal barlag zondларыň görnüş şekili.

**Şertli belgilerde:**

- a) 7-elektrodly (BK-7);
- b) 9-elektrodly psewdogapdal zondy (PBK);
- w) 3-elektrodly zond (BK-3)

Zondyň koeffisiýenti  $K$  – kesgitlenilende, birmeňzeş izotrop sreda-da ölçenilen udel garşylygy onuň hakyky garşylygyna deň bolýanlygyndan ugur alynýar.

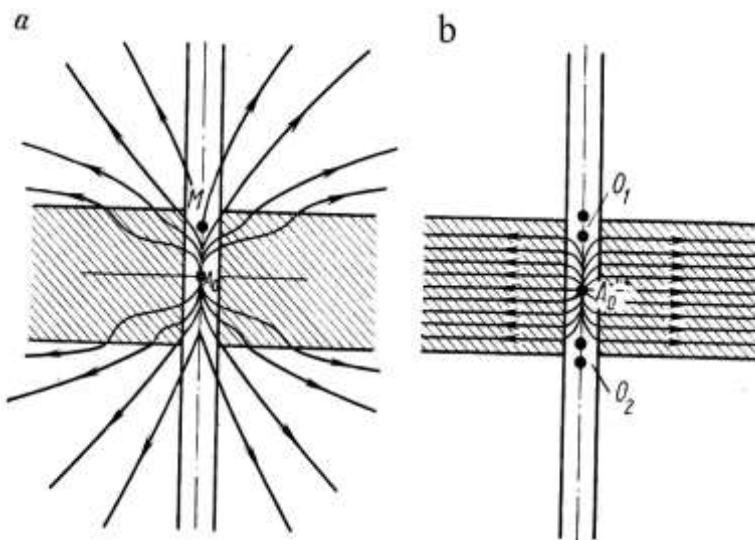
GGEU-y ulanylanda  $A_1$  we  $A_2$  ekranlaýjy elektrodларыň täsiri astynda  $A_0$  elektroddan çykýan tok çyzyklary gatlagyň çäklerinde galyňlygy takmynan,  $O_1O_2$  nokatlaryň aralygyna deň bolan gorizental ugur bilen ýaýramaga mejbur bolýar.  $M_1 N_1$  we  $M_2 N_2$  elektrodларыň arasyndaky potensialларыň tapawudynyň nola deňligi sebäpli, guýunyň boýuna şol aralykda tok güýji hem nola deňdir. Şunuň bilen baglylykda,  $\rho_h$ -ň ululygy esasan hem  $\rho_{aj}$ -a bagly bolup, GGEU-ň netijelerine, guýunyň we gatlagy gurşap alan dag jynslarynyň täsiri peselýär. Şonuň üçin, GGEU-da bellenen  $\rho_h$ -yň san bahasy,  $\rho_{aj}$ -nyň adaty zondларыň kömegi bilen ölçenilen ululygyna garanda has ýakyn bolýar.

GGEU-da  $A_1A_2$  elektrodларыň aralygy näçe uly bolsa, olaryň barlag radiusy hem şonça artýar.

Adaty zobdlara garanda GGEU-nyň artykmaçlygy, gatlakларыň çäklerini we amatsyz şertlerde ol gatlakлары ýüze çykarmakda aýdyň görülýär. 7-elektrodly zond şertli belgileriň üsti bilen aňladylanda şeýle ýazylýar.  $A \ 0,2 \ M \ 0,2 \ N \ 1,1 \ A_1$  bu bolsa  $L_{zum} = 3 \ m$ ,  $L_z = 0,6 \ m$ ,  $q = 4$ -e deň diýiligidir ýa-da bolmasa  $L_A \ 3 \ q \ 4$  diýlip hem bellenilýär.

### ***9-elektrodly zond.***

GGEU-da barlag radiusyny ulaltmak ýa-da kiçeltmek maksatlary bilen 9-elektrodly zondlar ulanylýar. Barlag radiusyny ulaltmak maksady bilen esasy ekran elektrodлар  $A_1$ ,  $A_2$  we  $N_1, N_2$  ölçeg elektrodларыň aralygynda goýmaça ekran elektrodлары  $B_1$  we  $B_2$  ýerleşdirýärler. Şeýle zondlarda merkezi tok elektroddan çykýan  $I_0$  tok güýç çyzyklaryny fokusirlemek iki usul bilen amala aşyrylýar.



$$\begin{aligned}
 & \mathbf{A}_1 \cdot \\
 & \mathbf{A}_1 \cdot \mathbf{B}_1 \cdot \\
 & \mathbf{M}_1 \cdot \mathbf{M}_1 \cdot \\
 & \mathbf{N}_1 \cdot \mathbf{N}_1 \cdot \\
 & \mathbf{A}_0 \cdot \mathbf{A}_0 \cdot \\
 & \mathbf{M}_2 \cdot \mathbf{M}_2 \cdot \\
 & \mathbf{N}_2 \cdot \mathbf{N}_2 \cdot \\
 & \mathbf{A}_2 \cdot \mathbf{B}_2 \cdot \\
 & \mathbf{A}_2 \cdot
 \end{aligned}$$

**12-nji surat.** Tok elektrodynyň döredýän elektrik meýdanynyň güýç çyzyklarynyň: a – adaty zondda, b – gapdal zondda ýaýraýyş şekili.

1.  $\mathbf{B}_1 \mathbf{B}_2$  elektrodlardan göýberilýän tok ululygy boýunça hemişelik, alamaty boýunça garşylykly bolup,  $\mathbf{A}_0$  esasy

elektrodyň üstünden geçýän tokdan onlarça esse uly saklanylýar,  $A_1$ ,  $A_2$  elektrodlardan akyp geçýän togy  $M_1N_1$  we  $M_2N_2$  elektrodларыň arasyndaky potensiallaryň tapawudy nola deň bolar ýaly edip sazlaýarlar.

2.  $A_1A_2$  elektrodlardan geçýän toklaryň amplitudasy hemişelik saklanylýar,  $B_1B_2$  elektrodlardan geçýän toguň güýjüni, ugruny sazlamaklyk bilen,  $M_1N_1$  we  $M_2N_2$  elektrodларыň arasyndaky potensialyň nola deň bolmaklygy gazanylýar.

***I<sub>o</sub>-togy fokusirlemegiň*** birinji usulynda, uly galyňlyk gatlaklarda 9-elektrodly zondyň barlag radiusy, 7-elektrodly zondyňka garanda, duýarlygy artýar, ikinji usulynda 9-elektrodly zond örän oňat häsiýetnamalara eýe bolýar we onuň barlag radiusy ondan hem has köp artýar. Şeýle zondyň kömegi bilen bellenilýän  $\rho_{ef}$  effektiv garşylyk, dag jynslarynyň  $\rho_{aj}$  hakyky udel garşylygyna proporsionaldyr.

Seredilenlerden başga-da, guýunyň diwaryna has golaý ýerleşen zolaklaryň udel garşylygyny ölçemek üçin, 9-elektrodly ***pseudogapdal*** zondlar ulanylýar. Ol 7 we seredilen 9-elektrodly zondan elektrodларыnyň ýerleşişini bilen tapawutlanýar. Bu zondda  $A_1$  we  $A_2$  elektrodларыň daşyndan, olara görä golaý aralykda  $A_0$  elektroda simmetriki ýagdaýda  $B_1$  we  $B_2$  tok elektrodлары ýerleşdirýärler. Olaryň üstünden  $A_1A_2$  elektrodyň toguna garanda alamaty boýunça ters, ululygy boýunça deň bolan tok göýberilýär. Şeýlelikde, olardan çykýan tok güýjüniň çyzyklary biri-birine çekilýär we  $A_0$ -elektroddan çykýan tok guýunyň diwaryna golaý zolakda dargaýar. Şonuň üçin, onuň barlag radiusy hem kiçi bolýar.  $B_1$  0,9  $A_1$  0,2  $N_1$  0,2  $M_1$  0,2  $A_0$  0,2  $M_2$  0,2  $N_2$  0,2  $A_2$  0,9  $B_2$ ; görnüşde şertli belgiler bilen ýazylýar.

$L_A - A_1$  we  $A_2$  elektrodларыň aralygy.

$L_B - B_1$  we  $B_2$  elektrodларыň aralygy.

$L_9 - O_1$  we  $O_2$  nokatlaryň aralygy.

$$\text{Bu zondyň fokusirleme parametri } q = \frac{L_A - L_9}{L_9} ;$$

Şonuň üçin, bu zondyň dikligine differensirleýji ukyby uly we onuň netijelerine guýunyň täsiri örän kiçidir. Buraw ergininiň syzyp geçmedik gatlaklarda bu zondyň bellän udel garşylygy ol gatlagyň effektiv garşylygyna deňdir.

**3-elektrodly zond.** Tok güýjüni awtomatiki usulda fokusirleýan 3-elektrodly zondyň (şertli BK-3) elektrodлары uzaldylan silindr görnüşli bolmak bilen, aralary elektrik toguny geçirmeýän (izolirleýji) material bilen çäklendirilen gurluşdyr. Uzynlygy boýunça kiçi bolan  $A_0$  – merkezi elektrod we oňa deň simmetriki ýerleşdirilen has uzaldylan  $A_1A_2$  ekranlaýjy elektrodлар, aralygyndaky izolirleýji material bilen bilelikde, BK-3 zondy diýlip atlandyrylýar. Elektrodларыň üstünden, olaryň potensialлары bir meňzeş bolar ýaly edip sazlaşdyrylýan tok göýberilýär. Bu bolsa  $A_0$  elektrodyň ekranlaýjy elektrodлар bilen  $r_0 = 0,01 \text{ Om}$  rezistor arkaly birleşdirmek bilen gazanylýar. Ondan başgada bu rezistor  $A_0$  elektroddan akyp geçýän tok güýjüni ölçemek üçin hem ulanylýar. Potensialларыň tapawudy  $\Delta U$ ,  $A_0$  elektrod bilen zondan daşlaşdyrylan  $N$  elektrodyň arasynda ölçenilýär. BK-3 zond bilen ölçenilen netijesinde  $A_0$  – elektrodyň ortasynda ýerleşen nokada degişli diýip kabul edilendir.

ABK-T – zondy şu aşakdaky ölçegler bilen häsiýetlendirilýär.

$A_0 = 0,15 \text{ m}$ ,  $L_{\text{zum}} = 3,2 \text{ m}$ ,  $d_z = 0,07 \text{ m}$ . Tok elektrodларыň arasynda ýerleşdirilen izolirleýji materialыň ini  $0,03 \text{ m}$ .

Guýularda geofiziki barlagлары geçirmekde ulanylýan ABK-T zondy, toplumlaýyn bolmak bilen, ol 3-elektrodly BK usulyny geçirmekden başgada, adaty zondлар ýaly **gapdal elektrik zondirleme usulynda** ulanylýan zondлар toplumy hökmünde ulanmaklyga mümkinçilik berýär.

Umuman, ölçeýji toplum 5 zonddan ybarat bolup, olardan 3-si GEZ-ň 3-sany zondy, ýene-de biri BK-3 zondy we

5-nji bolsa TP-tebige potensialyň ýazgysyny geçirmek üçin niýetlenendir. BK-3 adaty zondlara garaňda has kämilleşen usuldyr.

Usulyň kömegi bilen guýunyň kesip geçen ýokary garşylykly, kiçi we orta galyňlykly we  $\rho_{dj}/\rho_{be}$  gatnaşygy uly bolan gatlaklary öwrenilende, şeýle-de buraw ergininiň garşylygy has kiçi bolanda birnäçe artykmaçlygy bardyr.

**BKZ-abzaly** – bu abzal, nebitgaz guýularynda 2-sany 7 elektrodly we 1-sany 9-elektrodly zondlar bilen  $\rho_{ef}$  effektiv elektrik garşylygy ölçemeklige niýetlenendir. Her bir zondyň ölçän  $\rho_{ef}$  garşylygy diagrammalar görnüşinde aýratynlykda ýazylýar. Effektiv garşylyk  $\rho_{ef}$ ,  $M_1$  ( $M_2$ ) elektrod bilen zondan daşlaşan N elektrodyň arasyndaky potensiallaryň tapawudynyň,  $A_0$  elektrody imitlendirýän we durnuklaşdyrylan  $I_0$  tok güýjüne bolan gatnaşygyndan kesgitlenilýär. Elektrodly zondyň korpusynda, biri beýlekisinden izolirlenen ýagdaýda oturdylandyr. Zondan uzaklaşdyrylan N-elektrod, kabeliň izolirlenen böleginde ýerleşdirilýär. Bu ýagdaýda 7-elektrodly zondda B-elektrod hökmünde kabeli soňlaýjynyň (nakoneçnik) korpusy, 9-elektrodly zond üçin bolsa, jübüt  $B_1$ ,  $B_2$  elektrodly hyzmat edýär. Ölçege geçirilýän mahalynda  $A_0$  elektrodyň üstünden 400 Gers ýygylýan durnuklaşdyrylan  $I_0$ -tok göýberilýär.  $A_1$ ,  $A_2$  elektrodlyň üstünden akýan tok güýji M, N, ( $M_2$  N<sub>2</sub>) elektrodlyň zynjyryndaky potensiallaryň tapawudy bilen dolandyrylyp awtomatiki kompensirleýän, güýçlendirijiniň kömegi bilen sazlanýlar. Effektiv  $\rho_{ef}$  garşylyga proporsional bolan M, N elektrodlyň potensiallarynyň tapawudy, ýygylýan boýunça modulirlenen teleölçege ulgamynyň iki kanaly boýunça, deňişlikde 14 we 25,7 kGs ýygylýanlarda ýer üstündäki belleýjä berilýär.

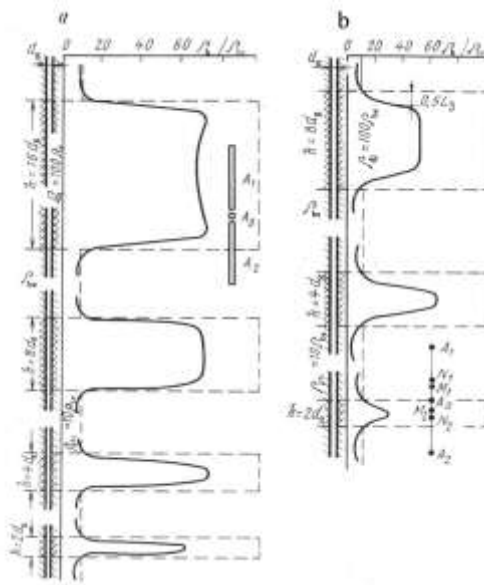
## Effektiv garşylygyň diagrammasy

Eger-de seredilýän gatlagyň astynda we üstünde ýerleşen gatlaklaryň garşylyklary deň bolsa, olaryň arasynda ýerleşen ýokary we pes garşylykly gatlagyň garşysynda GGEU-ň zondlarynyň diagrammasy adaty potensial zondyň diagrammasy ýaly, gatlagyň ortasyňa simmetriki ýerleşen anomaliýa bilen belleýär.

Eger-de seredilýän gatlagyň galyňlygy  $h \geq 16 d_g$  bolsa onda gatlagyň ortasynda effektiv garşylygyň peselen zolagy ýüze çykýar. Ol peselme  $\rho_{ef}$  –ň, maksimal bahasynyň 10-15% tutýar. 9-elektrodly zondyň diagrammasynda effektiv garşylygyň peselmesi ýüze çykmaýar. Gatlaklaryň çäkleri 3-elektrodly zondyň diagrammasynda maksimuma tarap artyp başlan ýerinde bellenilýär. Köp elektrodly zondlarda bolsa  $\rho_{ef}$  –ň anomaliýasynyň ortasynda bellenilýär. Araçägi has takyk kesgitlemek üçin, bellenen nokatdan garşylygyň peselýän

tarapyna  $\frac{L_{7,9}}{2} = O_1 O_2$  aralyga süýşmeli. Şeýlelikde, gatlagyň galyňlygy diagrammadaky anomaliýanyň ortasynda alynan bahasyňa  $L_{7,9} = O_1 O_2$  aralygy goşmak ýeterlikdir. Eger-de gatlagyň garşylygy pes bolsa, bu ýagdaýda potensial zond ulanylandaky ýaly belleýärler.

Gatlaklaryň garşysynda garşylygyň ekstremal bahasy deregine, olaryň pes ýa-da in ýokary bahalary kabul edilýär.



**13-nji surat.** Aýratynlykda seredilýän ýokary udel garşylykly gatlagyň garşysynda:

**Şertli belgilerde:**

(a) – üç elektrodly;

(b) – ýedi elektrodly diagrammalary;

a –  $L_{umum.} = 15 d_g$ ;  $L_{zond} = 0,75 d_g$   $d_{zond.} = 0,43 d_g$

b –  $L_{umum.} = 8,25 d_g$ ;  $L_{zond} = 2,37 d_g$   $q = 2,47$

**GGEU-nyň ulanylýan çäkleri**

Tok awtomatiki ýagdaýda, fokusirlenýän usullar guýulardaky buraw erginiň garşylygy pes bolup, kesimleri düzýän dag jynslarynyň garşylyklary örän ýokary bolan mahalynda, barlag geçirmeklige niýetlenendir. Garşylyklary  $0,1 \div 0,5$  Omm buraw erginiň suwy syzyjykly gatlakra



aralaşanda, gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolagynyň garşylygy peselýär, ol bolsa GGEU-nyň zondlary bilen ýazylan effektiv garşylyga öz täsirini ýetirmeýär. Haçanda, gatлага uly garşylykly BES-y aralaşan bolsa, onda  $\rho_{ef}$ -ň san bahasyny gatlagyň hakyky garşylygyny kesgitlemek üçin ulanmaklygyň mümkinçiligini peseldýär. Bu usul bilen pes öýjükli karbonat kesimleri öwrenilende, oňat netijeler almak bolýar. Şeýle kesimlerde fokusirlenen zondlar ýeterlik derejede differensirlenen diagrammalary ýazmaga mümkinçilik berip, effektiv garşylygyň bahasy giň çäklerde üýtgände-de, hakyky garşylyga golaý bolmagyny saklaýar. Bu bolsa öz gezeginde  $\rho_{ef}$  -niň üsti bilen hakyky garşylygy kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Ulaldylan barlag radiusly 9-elektrodly zondlar, BES-ň gatlaklara has çuň aralaşan ýagdaýynda barlag geçirmeklige niýetlenendir. Ol zond, bu ýagdaýda syzyş zolagynyň parametrlerini kesgitlemeklige mümkinçilik berýär. Agzalanlardan başgada GGEU-y geologiki kesimi takyk bölmäge, olaryň litologiki düzümini kesgitlemäge, kollektor gatklary ýüze çykaryp, olaryň gurluşyny takyklamaga, syzyş zolagynyň parametrlerini kesgitläp, gatklaryň hakyky udel garşylygyny hasaplamaga mümkinçilik berýär.

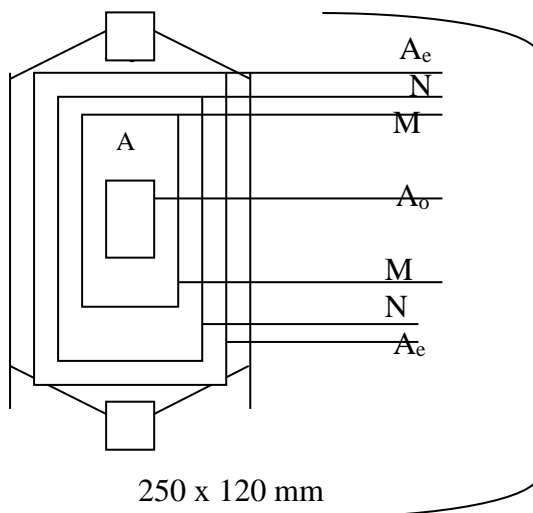
## 12. Togy fokusirleýji mikrozonklar usuly (TFMZU)

Adaty mikrozonklaryň maglumatlaryna başmak, bilen guýunyň diwarynyň arasyndaky BES-ň plýonkasynyň, toýun gabyjygyň ýeterlik derejede täsir edýänligi sebäpli, onuň netijelerini mukdar taýdan teswirlemekde ulanmak mümkinçiligi peselýär. Guýular ýokary derejede duzlaşan buraw ergini bilen doldurylan mahaly  $\rho_{be} = 0,2 - 0,5 \text{ Om.m}$ , adaty mikrozonklaryň diagrammalaryny hil taýdan teswirlemek maksady bilen ulanyp bolmaýar. Şol sebäbe görä, mikrozondyň – tok güýjüni awtomatiki sazlaşdyryp fokusirlenýan görnüşini ulanylýar.

TFMZU-da ýapyk töwerek ýa-da gönüburçlyk görnüşinde ýerleşdirilen izolirlenilen başmaga elektrodlar berkidilip, ol öz gezeginde pružiniň kömegi bilen guýunyň diwaryna berk gysylýan gurluşdan durýar. Togy fokusirlemeklikden öň seredilen usullary ulanmak bilen amala aşyrylýar. Mikrognrluşdaky elektrodларыň sanyna baglylykda, olaryň birnäçe görnüşleri bar.

$A_0$  – elektroda berilýän  $I_0$  – toguň fokusirlenýänligi sebäpli, bu usulyň netijesine toýun gabyjygyň, buraw ergininiň örän ýuka gatynyň täsiriniň örän pesligi sebäpli, ölçenilen udel garşylyk, esasan hem, gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolagyň garşylygy bilen kesgitlenilýär. Bu usul ulanylanda garşylyk diagrammasy bilen bir wagtda, guýunyň diametriniň üýtgemesi hem ýazylýar.

**14-nji surat.** Togy fokusirleýji mikrozondlaryň elektrodларыnyň ýerleşdirilişiniň şekili.



2-elektrodly zondyň çuňlygy 4-elektrodlydan ýokary, ýöne 3-elektrodly zonda garanda pes.

Senagatda 2, 3, 4-elektrodly gapdal mikrozonklar ulanylýar. Olardan has giň ýaýrany 4-elektrodly mikrozonddyr. Ol merkezi elektrod  $A_o$ -dan, 2 sany töwerek şekilli  $M$ ,  $N$  we ekranlaýjy  $A_e$  elektrodlardan ybarat bolup, izolirleýji başmakda oturdylandyr. 2-sany töwerek şekilli elektrodyň arasy  $12,5 \div 25$  mm-e dendir.  $A_o$  –merkezi elektrod esasy elektrod bolup hyzmat edýär we onuň üstünden ululygy boýunça hemişelik saklanylýan  $I_o$  –tok göýberilýär. Ekran elektrodларыň  $A_e$  üstünden  $M$  we  $N$  elektrodларыň arasyndaky potensiallaryň tapawudy  $\Delta U = 0$  bolar ýaly edip,  $A_o$ –elektrodyň üstünden akýan tok bilen deň alamatly we ululykly tok göýberilýär.

HG-y haýsy hem bolsa **M** ýa-da **N** elektrod bilen zondan daşlaşdyrylan ölçeg elektrodyň arasyndaky potensialy ölçemeklik ýoly bilen amala aşyrylýar. 4-elektrodly gapdal mikrozonddan bilen ölçeg geçirmeklik 7-elektrodly gapdal zondaky ýaly ýerine ýetirilýär.

Gapdal mikrozonddarda, elektrodларыnyň aralygynyň ýakyn bolmagy, onuň barlag radiusynyň kiçi bolýanlygyny kepillendirýär. Şeýlede bolsa, onda **A<sub>e</sub>**-ekran elektrodynyň bolmagy **A<sub>0</sub>**-merkezi elektroddan çykýan tok güýç çyzyklarynyň, gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen bölegine topbak görnüşde diwara perpendikulýar ýagdaýynda ýaýramagyny üpjün edýär. Şol sebäbe görä, gapdal mikrozondyň maglumatlaryna toýun gabyjygyň, başmak bilen guýunyň diwarynyň arasynda galan buraw ergininiň örän ýuka gatynyň täsiri peselýär.

Şeýle şertde, 8 mm-den kiçi bolan toýun gabyjygyň täsirini hasaba almasaň hem bolýar.  $\rho_h$  –garşylyk mikrozonddar bilen ölçenilende, şeýle hasaplanýar  $\rho_h = K \frac{\Delta U}{I}$ ;

K– zondyň koeffisiýenti, ol eksperimental kesgitlenilýär.

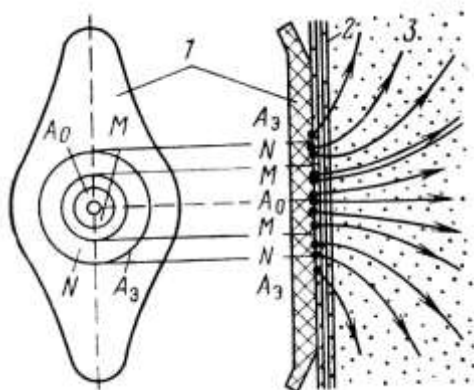
MZ-ň diagrammalaryny teswirlemek, esasan hem gatlagyň ýuwulan böleginiň  $\rho_{yz}$  garşylygyny kesgitlemeklige syrykdyrylýar. Karbonat dag jynslarynyň kesimi öwrenilende bolsa, GMZ-ň diagrammasynyň differensirleýji häsiýeti boýunça dykyz dag jynslaryny, olaryň jaýrykly we uly boşlukly görnüşlerinden tapawutlandyrýarlar.

Ýokary elektrik geçirijiligi bolan şor buraw ergininiň GMZ-ň maglumatlaryna az täsir edýänligi sebäpli, bu usul şor buraw erginde burawlanýan guýularda geçirilýän geofiziki usullarynyň toplumynyň aýrylmaz bölegi bolup hyzmat edýär.

GMZ-ň netijeleri (maglumatlary) guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolagyň  $\rho_{yz}$  udel garşylygyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bu bolsa  $\rho_{yz}$ -ň üsti bilen, **K<sub>öý</sub>** we **K<sub>g.N.g.</sub>** – galyndy nebit-gaz doýgunlygyny kesgitlemäge mümkinçilik döredýär.

GMZ-ň ölçegleriniň kiçi bolmagy, gatlak çäkleriniň elektrodlardan ýaýraýan toga edýän ekranlaýjy täsirini peseldýär, bu bolsa öz gezeginde guýularyň kesimini takyk bölmäge we gatlaklaryň çäklerini anyk kesgitlemäge ýardam edýär.

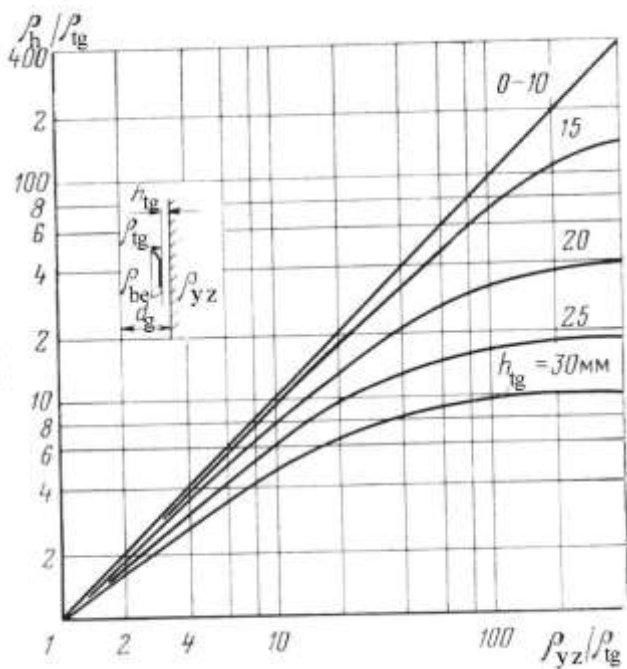
Agzalan sebäplere görä, GMZ-y duzly buraw ergini bilen burawlanýan guýularyň kesimini barlamakda has giňden ulanylmagyna getirdi. Mundan hem başga, GMZ-da  $\rho_{\text{h}}$ -diagrammasyny ýazmaklyk, guýunyň diametriniň üýtgemegini ýagny Mikrokawernogrammany ýazmaklyk bilen bir wagtda geçirilýär. Bu bolsa kollektorlary ýüze çykarmagy, olary intergranulýar we jaýrykly ýaly görnüşlerine bölmegi hem-de kesimi düzýän dag jynslaryň litologiýasyny takyk kesgitlemekligi ýeňilleşdirýär.



**15-nji surat.** 4-elektrodly gapdal mikrozonadyň şekili.

**Şertli belgilerde:**

- 1 – izolirlenen materialdan edilen başmak.
- 2 – guýunyň diwaryndaky toýun gabyjak.
- 3 – däneara öýjükleri bolan syzyjylykly gatlak.



**16-njy surat.** Mikrogapdal zondyň maglumatlaryny teswirlemek üçin paletka.

### 13. INDUKSION USUL (IU)

Induksion usul (IU) – dag jynslarynyň hyýaly udel elektrik geçirijiligini ölçemäge esaslanan elektromagnit usulydyr. Bu elektrik toguny geçirýän buraw ergini bilen doldurylan guýularda ölçeg geçirmeklik bilen çäklenmän, eýsem tok geçirmeýän erginler, howa ýa-da gaz bilen doldurylan guýularda hem bu usulyň kömegi bilen barlag geçirip bolýanlygy, onuň adaty zondlar ýa-da gapdal elektriki barlag usulyndan tapawutlanýanlygyny nygtaýar. Induksion barlag usulyň abzaly iň bir ýönekeý görnüşinde ol iki sany sarymdan ybarat bolan: 1-njisi *oýandyryjy* – üýtgeýän tok bilen imitlendirilýän, 2-njisi *kabul ediji* – güýçlendirijiler we göneldijiler bilen üpjün edilen zondyr.

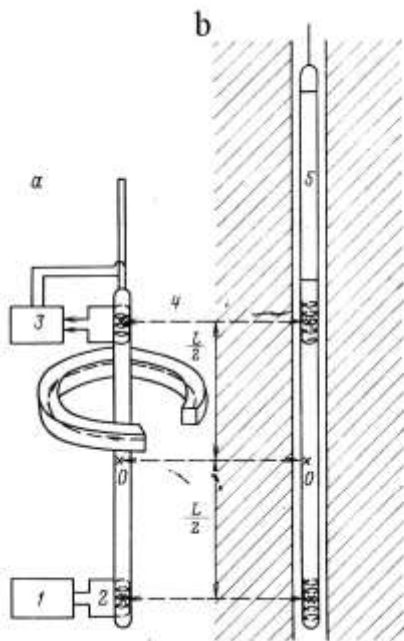
Guýy abzalyň elektron şekili, generator sarymy we kabul ediji sarymyň berýän signalyny güýçlenmäge hem-de onuň durkyny üýtgetmäge zerur bolan 20-80 kGs ýygyllykly üýtgeýän tok bilen üpjün edýär.

Generirleýji sarymdan akýan üýtgeýän tok, ony gurşap alan sreda-da, ýagny dag jynslarynda üýtgeýän *ilkinji magnit meýdanyny döredýär*. Ol öz gezeginde şol sreda-da köwlenme toklaryny indusirenýär (döredýär). Bu toklaryň güýç çyzyklary, bir meňzeş sredada, merkezi guýunyň oky bolup hyzmat edýän töweregi emele getirýär. Ol köwlenme toklar, dag jynslarynda *ikilenç magnit meýdanyny* döredýärler.

*Ilkinji we ikilenç* üýtgeýän magnit meýdanlary *kabul ediji sarymda EHG-ni indusirleýär*.

Ilkinji magnit meýdanynyň indusirleýän **E**, **EHG**-i päsgel beriji bolup durýar, şonuň üçin ony kabul ediji sarymyň zynjyryna ululygy boýunça deň, fazasy boýunça ters alamatly EHG-i girizmek bilen ýok edilýär.

Kabul ediji sarymda generirlenýän ikilenç meýdanyň EHG-i *aktiv* we *reaktiw düzüji* diýlip atlandyrylýan iki bölekden ybaratdyr.



**17-nji surat.** Induksion zondyň görnüş şekili.

***Şertli belgilerde:***

- a – giňişlikdäki şekili;
- b – guýunyň oky boýunça zondyň kesimi;
- 1 – generator (dörediji);
- 2 – dörediji sarym;
- 3 – güýçlendiriji;
- 4 – kabul ediji sarym;
- 5 – döredijiniň we güýçlendirijiniň daşky gaby;
- L – zondyň uzynlygy.



Belleýji abzal gurşap alan sredanyň elektrik geçirijiligi bilen ykjam baglanyşygy bolan, EHG-iň aktiw düzüjisini belleýär.

Sredanyň elektrik geçirijiligi pes bolan halatlarda, EHG-iň aktiw düzüjisi onuň elektrik geçirijiligine göni proporsionaldyr. Elektrik geçirijiligiň ösmegi bilen, EHG-iň aktiw signaly kem-kemden artýar we ol ulalma has çylşyrymly kanunlara laýyklykda bolup geçýär. Aktiw signal bilen elektrik geçirijiligiň arasyndaky proporsionallygyň bozulmasy **köwlenme faktoryň özara täsiri** bilen baglanyşyklydyr. Bu hadysa **Skin-effekt** diýip atlandyrylýar. Toguň ýygylgy we sredanyň elektrik geçirijiligi näçe ýokary bolsa, induksion usulyň maglumatlaryna **Skin-effektiň** täsiri hem uludyr. Aktiw signaly ýerüstündäki ölçeyji abzala guýunyň kesimini düzýän dag jynslarynyň elektrik geçirijiligini häsiýetlendirilýän diagramma görnüşinde belleýär. Ýazgy nokady bolup iki sarymyň ortasyndaky **0** nokat hyzmat edýär. Elektrik geçirijiliginiň ölçege birliginiň deregine **Simens/metr** ulanylýar. Bu bolsa **Om.m-iň** ters ululygydyr. Senagatda bolsa, mSm/m ulanylýar.

Induksion usulda seredilýän gatlagyň, BE-ň, BES-ň aralaşan zolagynyň, gatlagy gurşap alýan dag jynslarynyň elektrik geçirijiligine, guýunyň diametrine, gatlagyň galyňlygyna, şeýle-de zondyň ölçeçlerine we gurluşyna bagly bolan effektiv udel elektrik geçirijiligi ölçenilýär. Şol sebäbe görä, effektiv elektrik geçirijiligi **σ<sub>ef</sub>** umuman alanyňda öwrenilýän gatlagyň hakyky udel elektrik geçirijiliginden tapawutlanýar.

Induksion usulyň takmynan teoriýasynyň esasy bolup iki çaklama hyzmat edýär:

1. Gatlagy gurşap alan sredada indusirlenen köwlenme toklaryň fazalary birmeňzeşdir, generator sarymda döreyän toguň fazasyna görä  $90^0$  süýşendir; bu bolsa köwlenme toklaryň özara täsiri ýok diýmekdir, ýa-da bolmasa usulyň gönümel meselesi çözülende **Skin-effektiň** täsiri: hasaba alynmaýar diýiligidir.

2. Sredanyň islendik nokadynda toguň dyklyzlygy ýönekeýleşdirilen aňlatmalaryň kömegi bilen hasaplanylýar we diňe giňişlik faktory, sredanyň seredilýän bölegindäki udel elektrik geçirijiligi bilen kesgitlenilýär. Bu çaklamalar imitlendiriji toguň ýygylgy we sredanyň elektrik geçirijiligi otnositel uly bolmadyk mahalynda ulanarlykdyr. Ýokary ýygylkly tokda we dag jynslarynyň elektrik geçirijiligi uly bolanda, *Skin-effekt* elektromagnit meýdanynyň ýaýraýyş häsiýetini duýarlyk üýtgedýär, bu ýagdaýda induksion usulyň gönümel meselesini çözmek üçin has takyk teoriýany ulanmaly bolýar.

*Pes ýygylkly induksion usulyň* takmynan teoriýasy, öwrenilýän sredanyň effektiw udel elektrik geçirijiliginiň, aýratynlykda alynan bölekleriniň elektrik geçirijiligine, olaryň ölçeglerine, zonda görä ýerleşişine baglylygyny ýönekeý görnüşde kesgitläp, onuň fiziki manysyny açyk görkezmäge ýardam edýär. Sredalaryň çäkleri göni we silindriki üst bolanda, takmynan teoriýanyň ýönekeý hasaplamalarynyň kömegi bilen seredilýän usulyň gönümel meselesini çözmek mümkin. Bu teoriýanyň esasynda alynan deňlemeler asimptotiki aňlatma hökmünde seredilýär we elektromagnit tolkunlarynyň tolkun uzynlygy, guýunyň diametrine, gatlagyň galyňlygyna, BES-ň aralaşan zolagynyň diametrine garanda, örän uly bolan mahalynda adalatlydyr.

Udel elektrik geçirijiligi  $\sigma_{dj}$ -a deň bolan birmeňzeş izotrop sreda-da imitlendiriji toguň ýygylgy we sredanyň elektrik geçirijiligi uly bolmadyk mahalynda kabul ediji sarymda dörän  $E_2$  EHG-i şu aşakdaky deňlemeden kesgitlenilýär.

$$E_2 = \sigma_{dj} K_z \quad (2.32)$$

Bu ýerde:

$\sigma_{dj}$  – dag jynslarynyň elektrik geçirijiligi

$K_z$  – zondyň koeffisiýenti.

Senagatda  $E_2$  ölçenilmän, eýsem oňa proporsional bolan signal bellenilýär.

$$E_s = CE_2$$

**C** – proporsionallyk koeffisiýenti. Onda birinji aňlatmadan alarys.

$$\sigma_{dj} = \frac{E_2}{K_z} = \frac{E_s}{CK_z} = \frac{E_s}{K_s} \quad (2.33)$$

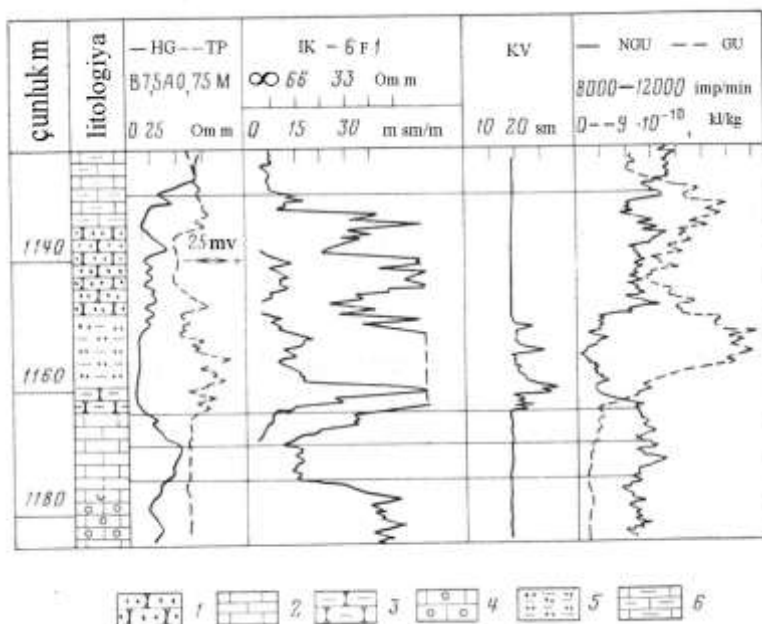
Guýy abzalyny gurşap alan sreda birmeňzeş bolmanlygy üçin, ölçenilen ululyk hyýaly elektrik geçirijiligini häsiýetlendirýär

$$\sigma_{dj} = \frac{1}{\rho_n} = \frac{E_s}{K_s} \quad (2.34)$$

**K<sub>s</sub>** – ölçenilýän signaldan **σ<sub>dj</sub>** –a geçmek üçin koeffisiýent.

**K<sub>s</sub>**-ň ululygy birmeňzeş sredada, **σ<sub>h</sub> = σ<sub>dj</sub>** bolar ýaly edilip saýlanylyp alynýar.

Resminamalarda induksion usulda ulanylan zond, adatça şertli belgileriň üsti bilen ýazylýar. Belgidäki birinji san sarymlaryň sanyny, ikinji duran harp zondyň hilini, üçünji san bolsa, zondyň uzynlygyny görkezýär - 6Φ1. Induksion usulyň diagrammasynda bellenilýän hyýaly udel elektrik geçirijiligi, sredanyň çyzykly elektrik geçirijiligini häsiýetlendirýär. Ol garşylygyň giperboliki masşabynda ters öwrülen udel garşylygyň diagrammasydyr. Şol sebäbe görä, pes udel garşylykly dag jynslarynyň garşysynda onuň differensirleýji ukyby artýar we ýokary garşylykly dag jynslarynyň garşylygynda munyň tersine, differensirlenişi peselýär. Dag jynslarynyň udel elektrik geçirijiligini has hem takyk almak maksady bilen induksion usulyň zondyna iki esasy sarymdan başga-da goşmaça bir näçe sarymlar goşýarlar. Bu goşmaça sarymlaryň wezipesi täsir edýän faktorlary kemeltmekdir. Esasy sarymlaryň ortasy ýazuw nokady hökmünde kabul edilendir.



**18-nji surat.** Elektrik usullarynyň (HG we TP), radioaktiw we induksion usullarynyň diagrammalaryny deňeşdirmek.

**Şertli belgilerde:**

- 1 – çäge daşy;
- 2 – hek daşy;
- 3 – toýunly çäge daşy;
- 4 – öýjüklik hek daşy;
- 5 – çägeli toýun;
- 6 – toýunly hek daşy.

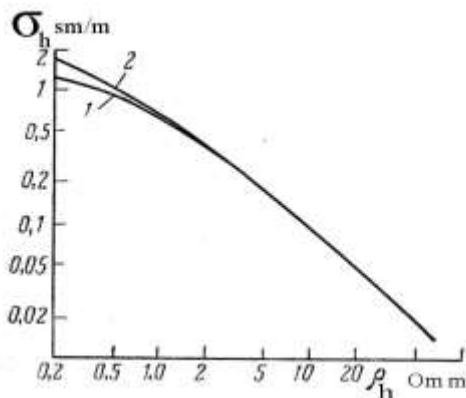
Görnüşi ýaly, (17-nji surat) hyýaly udel elektrik geçirijiliginiň diagrammasy, dag jynslarynyň elektrik geçirijiligiň –  $\sigma$  üýtgemesini çyzykly arabaglanşykda sypatlandyrýar. Hakykatdan hem, onuň elektrik garşylygyň giperboliki masštabynda HG-ň diagrammasynyň öwrülen şekiline gabat gelýänligi aýdyň görünýär. Şunuň bilen baglanyşyklykda, kiçi garşylykly dag jynslarynda usulyň

differentirleýji ukyby artýar we ýokary garşylykly jynslarda bolsa peselýär.

Dag jynslarynyň udel elektrik geçirijiligi barada takyk maglumatlar almak üçin, induksion usulyň zondyna adaty iki sarymdan başga-da, fokusirleýji sarymlar diýlip atlandyrylýan birnäçe generator we ölçeýji sarymlaryny ýerleşdirýärler. Goşmaça sarymlaryň maksady, esasy sarymlaryň toplumynda hyýaly elektrik geçirijiliginiň bahasyna (ulylygyna) buraw ergininiň syzyş zolagyň we gatlak bilen araçäkleşýän dag jynslarynyň täsirini peseltmek, şeýle-de barlag radiusyny ulaltmak bolup durýar.

Çäklendirilen galyňlykly gatlagyň garşysynda ýazylan induksion usulyň diagrammasynda häsiýetli ululyk bolup,  $\sigma_n$ -ň gatlagyň ortasyndaky bahasy hyzmat edýär. Birmeňzeş däl gatlagyň orta bölegindäki ýazylan induksion usulyň  $\sigma_n$ -ň bahasyny alamak üçin, onuň ortaça (max ýada min) ululygyna seretmek amatly hasap edilýär. Bu baha digrammadan hasaplanylanda  $\rho_n$ -ny ulanmaklyk has amatlydyr. Şeýle-de bolsa, induksion usulda belleniýän signal (parametr) bilen birmeňzeş sredanyň elektrik geçirijiliginiň –  $\sigma$  arasyndaky baglanyşyk *Skin-effektiň* täsiri sebäpli, çyzykly däl, şonuň üçin ölçenilýän signaldan dag jynslarynyň hyýaly elektrik geçirijiligine ýa-da elektrik garşylygyna gös-göni geçirmegiň mümkinçiliginiň bolmaýanlygy, grafiki arabaglanyşyklaryň ulanylmagyny talap edýär.

Bu maksatlar üçin, elektrik geçirijiliň arabaglanyşyk çyzygynyň (grafiginiň) çyzykly skalasyndan (böleklerinden)  $\rho_n$ -y hasaplaýarlar, soň *skin-effektiň* täsirini hasaba almaýan ýörite arabaglanyşyk grafigi ulanyp,  $\rho_n$ -ň bahasyna geçýärler (18-nji surat).

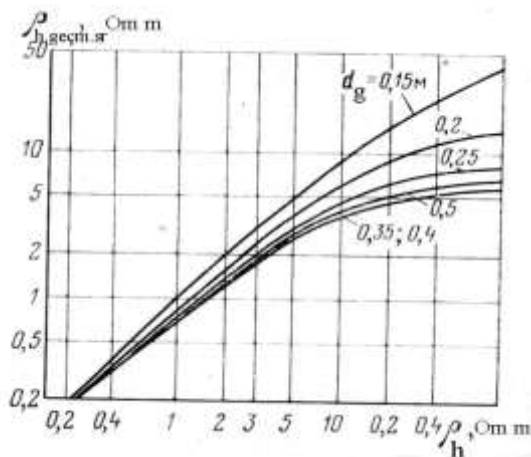


### 19-njy surat.

Skin effekti hasaba alman

$\sigma_h$  hyýaly elektrik geçirijiliginden  $\rho_h$  –  
hyýaly elektrik garşylygyna geçmek  
üçin arabaglanyşygy.

Umumy ýagdaýda induksion usulyň maglumatlaryna guýy şertiniň täsiri  $d_g$ ,  $\rho_{b.e.}$  we  $\rho_{d.j.}/\rho_{b.e.}$  gatnaşygyna baglydyr. Buraw ergini düzly ( $\rho_{b.e.} < 1.0\text{m.m}$ ) we kesim düzýän dag jynslaryň örän ýokary udel garşylygy bolanda ( $\rho_{d.j.}/\rho_{b.e.} > 20$ ), bu täsir durýarlyk derejä baryp ýetýär, şonuň üçin induksion usulyň diagrammalary teswirlenende ýörite paletkalaryň kömegi bilen ony hasaba almak zerurlygy ýüze çykýar. Paletkalar guýudaky tok geçirmeýän buraw ergininiň garşylygynyň täsirine düzedişler girizilen bahasynyň  $\rho_{h.t.go.}$ ,  $\rho_k$  – dag jynslarynyň hyýaly udel elektrik garşylygyndan baglylygyny häsiýetlendirýän  $\rho_{h.t.g.} = f(\rho_h)$  arabaglanyşyk çyzyklarynyň toplumyny öz içine alýar (19-njy surat).



## 20-nji surat.

Guýy şertlerini hasaba almak üçin paletka.

$\rho_h$  –y deňişlilikde tok geçirmeyän sreda bilen doldurylan guýy şertine geçirmek aşakda bellenişi ýaly ýerine ýetirilýär: Induksion usulyň diagrammasyndan  $\rho_h$  –ň häsiýetli bahalaryny kesgitleýärler; deňişli  $\rho_{b.e}$  – şifri boýunça paletka saýlanylýar;  $d_g$  –ň belli bahasy üçin arabaglanyşyk çyzygyndan  $\rho_h$  –ň boýunça  $\rho_{h.t.g.}$  –i kesgitleýärler (19-njy surat). 6Φ1 – zond bilen 2 metrden gowrak, 5Φ1,2 zond bilen 4-5 metrlik galyňlykly gatlaklar barlanylanda, induksion usulyň maglumatlaryna araçäkleşýän dag jynslarynyň täsirini hasaba almasaň hem bolýar. Görkezilenlerden kiçi galyňlykly gatlaklaryň garşysyndaky alynan geofiziki parametriň

bahasyny, galyňlygy çäklendirilmedik gatlagyň şertine getirmek zerurdyr.

Ýokarlandyryjy syzyp geçme bolanda, bu zolagyň induksion usulyň maglumatlaryna täsiri uly dälidir. Peseldiji syzyp geçmekde, syzyş zolagynyň diametri  $D > 3 d_g$  –dan başlap öz täsirini has köp ýitirip başlaýar. Gatlagyň guýa golaý ýerleşen böleginde  $\rho_{d.j.}/\rho_{s.z.}$  artmagy bilen, maglumatlaryň gatlagyň bu böleginiň garşylygyna baglylygy hem artýar. Kesimi düzyän dag jynslarynyň garşylygynyň artmagy bilen, guýunyň we syzyş zolagynyň alynýan maglumatlara täsiri ähli ýagdaýlarda artýar. Bu induksion usulda tok güýç çyzyklarynyň ýaýraşsynyň häsiýeti bilen şertlendirilendir.

Induksion usulda, beýleki geofiziki barlag usullaryndan tapawutlylykda zondyň buraw erginini bilen galtaşmagy zerur dälidir, bu bolsa Induksion usulyň tok geçirmeýän suwuklyk bilen doldyrylan we “gury” guýularda barlag geçirip bolýanlygyny kepillendirýär.

Induksion usul bilen pes we orta derejedäki garşylykly kesimlerde, şeýle-de ýokarlandyryjy syzyjylyk ýüze çykan ýagdaýlarda iş geçirmek has hem amatlydyr.



## 14. TEBIGY POTENSIALLAR USULY (TP)

Buraw ergini ýa-da suw bilen doldurylan guýunyň içinde we onuň töwereginde öz-özünden, ýagny, tebigy halda ýüze çykýan elektrik meýdanynyň “ $U_{TP}$ ” potensialy döreýär. Tebigy potensialy ölçemeklik, guýunyň oky boýunça ornuny üýtgedýän **M** elektrod bilen ýer üstünde ýerleşen **N** elektrodyň arasyndaky potensiallaryň tapawudyny “ $\Delta U_{TP}$ ” ölçemeklige syrykdyrylýar. **N** – elektrod butnawsyz bolan soň onuň potensialy hemişelikdir. Onda **MN** elektrodlaryň arasyndaky potensialy şeýle kesgitlemek mümkin:

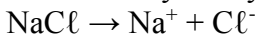
$$\Delta U_{TP}^{MN} = U_{TP}^M - U_{TP}^N = U_{TP}^M - \text{const} \quad (2.35)$$

Tebigy potensial adatça, udel elektrik garşylygynyň diagrammasy bilen bir wagtda ýazylýar. Tebigy potensiallaryň tapawudyndan başga-da, oňa elektrodlaryň potensialy hem goşulýar. Ol **MN** elektrodyň buraw ergini bilen galtaşmasynda ýüze çykýan hadysalara baglydyr. Elektrodlar buraw ergini bilen galtaşanda metalyň atomlarynyň artyk elektronlary kationlar görnüşinde ergine geçýärler. Ol elektronlar metal elektrodyň üstünden daşlaşman, onuň üstüne golaý bolmagynda galýar we oňa (elektroda) otrisatel potensial berýär, şeýlelik bilen, elektrod – erginiň arasynda elektrod potensialynyň tapawudy döreýär. Tebigy potensial ölçenilen mahalynda elektrod potensiallarynyň tapawudyny, ululygy boýunça deň, alamaty boýunça, ters alamaty bolan potensialy ölçeýji zynjyra girizmeklik bilen kompensirlenýär (ýok edýärler).

Nebit-gaz gözleg işleri bilen baglanyşykly burawlanan guýularda, tebigi potensialyň ýüze çykmagy esasan hem diffuziýa we diffuziýa-adsorbsiýa (ýygnama) hadysalary bilen baglanyşyklydyr.

**Diffuziýa potensialy.** Islendik madda suwuklykda eredilende onuň molekulalary položitel we otrisatel ionlara (dargaýar) disosirlenýär. Şeýlelikde, metallaryň we

wodorodyň ionlary položitel, kislotalar we suw galyndylary hemişe otrisatel zaryadlanyrlar.



Ereýän maddanyň molekulalarynyň dissosirlenmegi eredijiniň molekulalarynyň täsiri astynda bolup geçýär we elektrik togunyň bolmagyna bagly däl. Ergine elektrik togunyň täsiri, ionlary elektrodlara tarap süýşürmek we olaryň üstünde zaryadsyzlanmak hadysasy bilen çäklenýär. Dürli konsentraziýaly iki erginiň galtaşmagy netijesinde, olaryň galtaşma çäklerinde *diffuziýa* potensiallar tapawudy ýüze çykýar, onuň elektrik hereketlendiriji güýji (EHG) Nernstiň deňlemesinden kesgitlenilýär.

$$E_d = \frac{RT}{F} \frac{\eta_k U - \eta_a \mathcal{G}}{\eta_k Z_k U + \eta_a Z_a \mathcal{G}} \ell_\eta \frac{C_1}{C_2} \quad (2.36)$$

Bu ýerde:

**R** – uniwersal gaz hemişeligi =  $8,314 \frac{j}{mol \cdot k}$

**F** – Faradeýiň sany  $\approx 96500 \text{ k}\ell/\text{mol}$ .

**T** – Kelwinde aňladylan absolýut temperatura.  $T = 273 + t$

**$\eta_k$   $\eta_a$**  – erginiň bir molekulasyň dissosirleýän kation-anionlarynyň sany.

**$Z_k$   $Z_a$**  – kation-anionyň walentligi.

**U,  $v$**  – kationyň – anionyň elektrolitiki hereket ukyby.  $\text{Cm} \cdot \text{sm}^2/\text{mol}$ .

**$C_1$   $C_2$**  – 1-nji we 2-nji erginiň konsentraziýasy  $\text{mol/lit}$ .

**$E_d$**  – diffuziýanyň elektrik hereketlendiriji güýji.

(2.36)-nji aňlatmadan görülşi ýaly, diffuziýa potensialynyň ýüze çykmagynyň esasy sebäbi, kation we anionlaryň hereket ukybynyň hem-de erginleriň konsentraziýalarynyň dürlüligi bolup durýar. Eger-de  **$\eta_k U = \eta_a v$ ,  $C_1 = C_2$**  bolsa, diffuziýa elektrik hereketlendiriji güýji ýüze çykmaýar. **NaCl** - ergininde **Cl<sup>-</sup>** - ionynyň hereket ukyby **Na<sup>+</sup>**-ň kationyna garanda 4-5-esse köpdür. Ionlaryň hereket ukyby, bu olaryň tizliklerine proporsional ulylyk bolmak bilen, tizligiň Faradeýiň sanyna

köpeltmek hasylyna deňdir. Bir walentli ergin üçin haçanda  $\mathbf{Z}_k = \mathbf{Z}_a = \mathbf{1}$  we  $\boldsymbol{\eta}_k = \boldsymbol{\eta}_a = \mathbf{1}$  bolanda (2.36), aňlatma aşakdaky görnüşe eýe bolýar.

$$E_d = \frac{RT}{F} \frac{U - \mathcal{G}}{U + \mathcal{G}} \ell_n \frac{C_1}{C_2} \quad (2.37)$$

(2.37)-nji aňlatma  $R$ ,  $F$ ,  $T = 291^\circ\text{K}$  ( $t = 18^\circ\text{C}$ ) san bahalaryny goýup, onluk logarifmi, natural logarifm bilen çalyşyp elektrik hereketlendiriji güýjüni  $\mathbf{mV}$  –larda aňladyp alarys.

$$E_d = 58 \frac{U - \mathcal{G}}{U + \mathcal{G}} \ell_g \frac{C_1}{C_2} \quad \text{ýa-da}$$

$$E_d = 58(N_k - N_a) \ell_g \frac{C_1}{C_2} \quad (2.38)$$

$N_k = \frac{U}{U + \mathcal{G}}$ ;  $N_a = \frac{U}{U + \mathcal{G}}$ ; elektrodlara geçen kationlaryň we anionlaryň sany. (2.36) we (2.37)–y aňlatmalarda logarifm belgisinden öňünde duran agzalar, berilen temperatura bagly bolup, ony  $\mathbf{K}_a$  bilen bellenilýän hemişelik ululyk häsiýetlendirýär. Onda (2.37) deňleme aşakdaky görnüşe eýe bolar.

$$E_d = K_d \ell_g \frac{C_1}{C_2} \quad (2.39)$$

$\mathbf{K}_a$  – ululyk temperaturanyň we ionlaryň hereket ukybynyň funksiýasy bolmak bilen, oňa diffuziýa potensialynyň koeffisiýenti diýlip aýdylýar.

$\mathbf{T} = \text{constant}$  bolan mahalynda  $\mathbf{K}_a$  galtaşýan erginleriň himiki düzümine baglydyr.

Mälim bolşy ýaly, erginiň elektrik geçirijiligine ekwiwalent (kwapdaş) ululyk bolan ionlaryň hereket ukyby, erginleriň konsentراسiýasyna baglydyr. Şonuň üçin (2.36) we (2.39)-y deňlemelerde  $\mathbf{C}$  konsentراسiýanyň ýerine aktiw (işjeňlik) konsentراسiýany  $\mathbf{a} = \mathbf{f.c.}$  ulanmaklyk ýerliklidir.

$f$  – erginleriň aktiwlik koeffisiýenti.

Şeýlelikde (2.39)-nji aňlatma şu aşakdaky görnüşde ýazylýar.

$$E_d = K_d \ell_g \frac{a_1}{a_2} \quad (2.40)$$

Erginleriň duzlylygynyň uly çäklerde üýtgeýän mahalynda hem  $\frac{a_1}{a_2}$  bolan gatnaşygyny, ýüze çykýan ýalňyşyň ahyrky netijä täsir etmeýän çäklerinde, erginleriň udel garşylygynyň ters gatnaşygy bilen çalyssa bolar, onda

$$E_d = K_d \ell_g \frac{\rho_2}{\rho_1} \quad (2.41)$$

**Ka**-nyň ululygy **NaCl** - ergini üçin - 11,6 **mv**-a deň diýlip kabul edilýär. Onda **Ea**-iki sany has duzlaşan hlorly natriý erginleriň galtaşan çäginde.

$$E_d = -11,6 \ell_g \frac{a_1}{a_2} \text{ ýa-da } E_d = -11,6 \ell_g \frac{\rho_2}{\rho_1};$$

**Cl**-yň ionlarynyň hereket ukyby, **Na**-ň kationlaryň ukybyna görä uly, şol sebäpli hem, iki sany hlorly natriý erginleriniň galtaşma çäklerinde kiçi konsentrasiýaly ergin otrisatel belgä eýe bolýar. **Na Cl** ergininde temperaturanyň uly çäklerde üýtgemegi **Ka**-niň, şeýlede oňa proporsional bolan **Ea**-niň ululygyny az mukdarda üýtgeýär. Bu ýagdaý temperaturanyň artmagy bilen **Na**-niň ionlarynyň hereket ukyby **Cl**-nyň ionlarynyňka garanda çalt ösýänligi bilen düşündirilýär. Şol sebäpli  $\frac{U - g}{U + g}$  gatnaşygyň kemelmesi bolup geçýär, bu bolsa öz gezeginde temperaturanyň täsirini kompensirleýär (ýok edýär).

**Diffuziýa-adsorbsiýa potensialy.** Eger-de dürli konsentrasiýaly duz erginlerini inçe öýjükli membrana (toýun) bilen bölsek, onda onuň üstünden duzlaryň diffuziýa hadysasy

bolup geçmek bilen, membrana potensialy ýa-da bolmasa diffuziýa-adsorbsiýa elektrik hereketlendiriji güýji ýüze çykýar.

Geçirilen tejribeleriň netijesinde, membran elektrik hereketlendiriji güýjüniň, şol bir erginler üçin alynan diffuziýa elektrik hereketlendiriji güýjünden ululygy we alamaty boýunça tapawutlanýanlygy subut edildi. Şol bir duzyň dürli konsentراسiýaly erginleri üçin, diffuziýa-adsorbsiýa elektrik hereketlendiriji güýjüň ululygy, diffuziýa elektrik hereketlendiriji güýjünden başlap, aňryçäk ululygyna çenli üýtgäp bilýär we aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$E_{da} = \frac{RT}{ZF} \ell_g \frac{C_1}{C_2} \quad (2.42)$$

Z – erginiň walentligi.

Eger-de anionlar hereketsiz diýsek  $v = 0$  we kationyň anionyň walentligi deň bolsa, onda 2.36-dan 2.42-nji aňlatmany alarys.

Eger-de 2.38-nji aňlatmada  $N_k = 1$ ;  $N_a = 0$  diýip kabul etsek, onda

$$E_{da} = 58 \ell_g \frac{C_1}{C_2} \quad (2.43)$$

2.40-nji aňlatma laýyklykda diffuziýa-adsorbsiýa potensialyny aşakdaky ýaly ýazmak bolar.

$$E_{da} = K_{da} \ell_g \frac{a_1}{a_2} \text{ ýa-da } E_{da} = K_{da} \ell_g \frac{\rho_2}{\rho_1}; \quad (2.44)$$

$K_{da}$  – diffuziýa-adsorbsiýa potensialynyň ululygyny häsiýetlendirýän koeffisiýent.

Diffuziýa-adsorbsiýa potensialynyň ululygy membranyň gurluşyna bagly bolup, onuň galyňlygyna bagly däl.

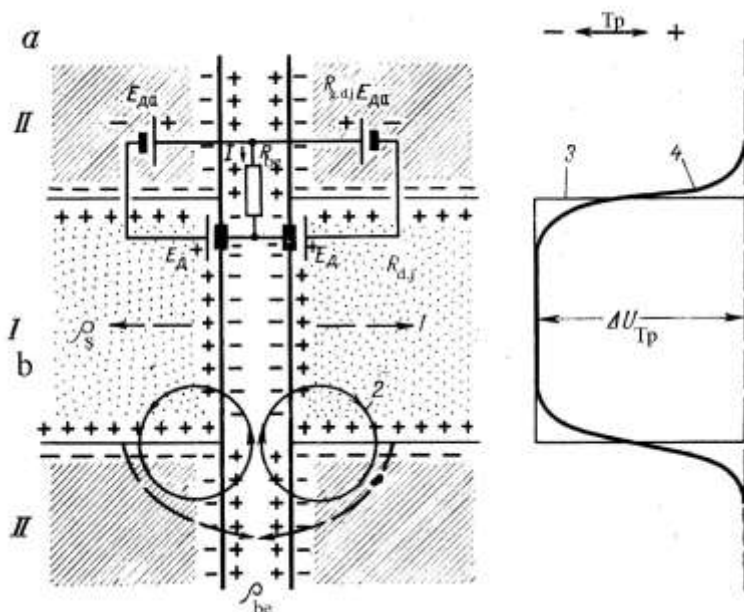
Hlorly natriý erginini toýun membrana bilen bölsek, uly konsentراسiýaly ergin otirisatel belgä eýe bolmak bilen  $E_{da}$ -nyň ululygy  $E_a$ -niň ululygyndan has ýokary bolar.

Toýun membrana üçin  $K_{da}$ -nyň bahasy  $+ 45 \text{ mv}$  çenli baryp ýetýär [ ].

W.N.Dahnow dag jynslarynyň diffuziýa-adsorbsiýa aktiwligini mukdar taýdan häsiýetlendirýän parametr hökmünde “ $A_{da}$ ” diffuziýa-adsorbsiýa aktiwlik koeffisiýentini ulanmagy maslahat berýär, ýagny

$$A_{da} = \frac{E_{da} - E_d}{\ell_g \frac{C_1}{C_2}} \quad (2.45)$$

$E_{da}$  we  $E_d$   $C_1$ ,  $C_2$  konsentrasiýaly, şol bir düzümlü erginler üçin elektrik hereketlendiriji güýjüniň bahasy.



**21-nji surat.** Çäge we toýun gatlaklaryň çäginde diffuziýa-adsorbsiýa potensialynyň emele gelşiniň şekili.

**Şertli belgilerde:**

I – çäge gatlak, II – toýun gatlak.

1. Duzlaryň ionlarynyň hereketiniň (diffuziýa) ugry.
2. Tok çyzyklary.
3. TP-ň statiki grafigi.

4. TP-ň  $\rho_{\text{suw.}} < \rho_{\text{be}}$  ýagdaýyndaky hakyky grafigi.

Şeýlelikde, şol bir jübüt ergin üçin, dag jynslarynyň diffuziýa-adsorbsiýa aktiwligini, olaryň diffuziýa-adsorbsiýa elektrik hereketlendiriji güýjüniň, diffuziýa elektrik hereketlendiriji güýjünden ýokary bolmagyny üpjün edýän ukyby hökmünde garamak bolar. 2.45-nji aňlatmadan diffuziýa-adsorbsiýa aktiwligini kesgitlemek mümkin.

$$A_{\text{da}} = K_{\text{da}} - K_d \quad (2.46)$$

Dürli dag jynslary üçin  $A_{\text{da}}$ -nyň ululygy – 10-dan + 70 **mv**-a çenli üýtgeýär. Dag jynslarynyň düzüminde toýun materialynyň artmagy bilen  $A_{\text{da}}$  artýar, guýuda bir meňzeş düzümlü, ýokary dispersiýaly (iň kiçi dänejiklerden düzülen) toýun dag jynslarynyň garşysynda  $E_{\text{da}}$  ýokary položitel baha eýe bolýar. Öýjükli, ýokary syzyjylykly çäge daşynda we karbonat dag jynslarynyň garşysynda, diffuziýa potensialy agdyklyk edýär we  $A_{\text{da}}$  iň pes bahasy bilen häsiýetlendirilýär, bu ýagdaýda  $E_{\text{da}}$ -nyň goşandy örän kiçidir. 18°S-temperaturada arassa çäge daşynyň ergin bilen galtaşan ýerinde  $A_{\text{da}} = 0$  ýa-da  $A_{\text{da}} = K_{\text{da}} - K_d = 0$ ; şol erginiň toýun bilen galtaşan ýerinde  $A_{\text{da}} = K_{\text{da}} - K_d = 58 \text{ mv}$  ýa-da  $K_d = 0$ . Dänejikleriniň üstünde ionlary ideal ýagdaýda ýygnap bilijilik ukyby bolan dag jynslary üçin, olaryň üstünde jemlenen hereketsiz iki gat ion gatlaýygynyň içki gaty, hereketsiz anionlardan düzülen bolsa

$$E_{\text{damax}} = 58 \ell_g \frac{\rho_{\text{b.e.s.}}}{\rho_s} \quad (2.47)$$

Ýokarda aýdylanlary göz önünde tutup, guýularda emele gelýän tebigy potensialyň doly ululygyny kesgitlemek mümkin

$$E_s = -(E_{\text{damax}} - E_D) = -(K_{\text{damax}} - K_d) \ell_g \frac{\rho_{\text{b.e.s.}}}{\rho_s} = K_{\text{TP}} \ell_g \frac{\rho_{\text{b.e.s.}}}{\rho_s}$$

(2.48)

$K_{\text{TP}}$  – tebigy potensialyň anomaliýa koeffisiýenti.

Arassa çäge daşy bilen, arassa toýunyň galtaşma çäklerinde  $K_{da}=58\text{mv}$   $K_d = - 11,6 \text{ mv}$  bolýanlygy sebäpli, **TP**-yň maksimal statistiki anomaliýasy ýüze çykýar

$$E_{s,\max} = - 69,6 \ell_g \frac{\rho_{b.e.s.}}{\rho_s} \quad (2.49)$$

Umuman seredeniňde, çäge daşynyň toýunlylygyna, toýunyň bolsa çägeliligine baglylykda **K<sub>TP</sub>**-nyň ululygy 0-dan 69,6 mv çenli üýtgeýär. Guýularda tebigy potensialyň statistiki amplitudasy däl-de, şol ýerde ýüze çykýan amplitudasy ölçenilýär, ol statistiki amplitudanyň bir bölegini düzmek bilen, guýuda emele gelen elektrik zynjyrynyň şol bir bölegindäki naprýaženiýanyň peselmegine deňdir.

$$\text{Onda } \Delta U_{t.p.} = I_{TP} \cdot R_{BE} = I_{TP} (R_{gat} + R_{g.gur.al.d.j.}) \quad (2.50)$$

**R<sub>BE</sub>** – buraw ergininiň garşylygy.

**R<sub>gat</sub>** – gatlagyň garşylygy.

**R<sub>g.gur.al.d.j.</sub>** – gatlagy gurşap alan dag jynslarynyň garşylygy.

Eger-de toýunly we çägeli gatlaklaryň galyňlyklary çenden-aşa uly bolsa,  $h \rightarrow \infty$  onda tok **I<sub>TP</sub>** zynjyryň bu böleginde çäksiz uly we **R<sub>gat</sub> → 0** we **R<sub>g.g.d.j.</sub> → 0**. Şol sebäbe görä, galyňlygy çenden uly gatlaklarda (2.50)-nji aňlatmanyň esasynda  $\Delta U_{t.p.} = E_s$ .

(2.48)-nji deňlemenden görnüşi ýaly, arassa çäge daşy üçin **E<sub>da</sub>** –nyň ululygy, çäge daşyny gurşap alan dag jynslarynyň diffuziýa-adsorbsiýa koeffisiýenti bilen, çäge daşynyň koeffisiýentiniň tapawudynyň, hem-de buraw ergininiň syzyp geçen suwunyň garşylygynyň **ρ<sub>BES</sub>**, gatlak suwunyň elektrik garşylygyna bolan gatnaşygy bilen kesgitlenilýär. **ρ<sub>BES</sub> = ρ<sub>gs</sub>** bolanda **E<sub>da</sub> = 0** we **TP**-yň anomaliýasy nola deň bolýar  $\Delta U_{TP} = 0$ .

Eger-de **ρ<sub>BES</sub> > ρ<sub>gs</sub>** bolsa, onda **E<sub>da</sub> < 0** çäge daşyndan düzülen gatlaklar  $\Delta U_{TP}$  –yň diagrammasynda otrisatel anomaliýa bilen belgilenýär.

Eger-de **ρ<sub>BES</sub> < ρ<sub>gs</sub>** bolsa, onda **E<sub>da</sub> > 0** çäge ýa-da çäge daşyndan durýan gatлага  $\Delta U_{TP}$  -yň položitel anomaliýasy degişli bolýar.



**TP**-yň statistiki we ölçenilen amplitudalary gatlagyň temperaturasyňa baglygyny saklaýar.  $E_s$ -iň ululygynyň gatlak temperaturasyňa baglylygy aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenilýär.

$$E_s = E_{s18^0C} \frac{t + 273}{291} \quad (2.51)$$

$E_{s18^0C}$  – **TP**-yň  $t = 18^0C$  bolandaky statistiki amplitudasy. Senagatda **TP**-ň maglumatlary hil taýdan hem-de mukdar taýdan işlenilende, **TP**-yň otnositel amplitudasyňa seredilýär.

$$\alpha_{TP} = \frac{\Delta U_{TP}}{\Delta U_{TPd.g}} \quad (2.52)$$

$\Delta U_{d.g}$ —**TP**-yň tükeniksiz uly galyňlykly gatlagyň garşysyndaky anomaliýasynyň amplitudasy.

$\Delta U_{TP}$  – öwrenilýän gatlagyň garşysyndaky anomaliýanyň amplitudasy.

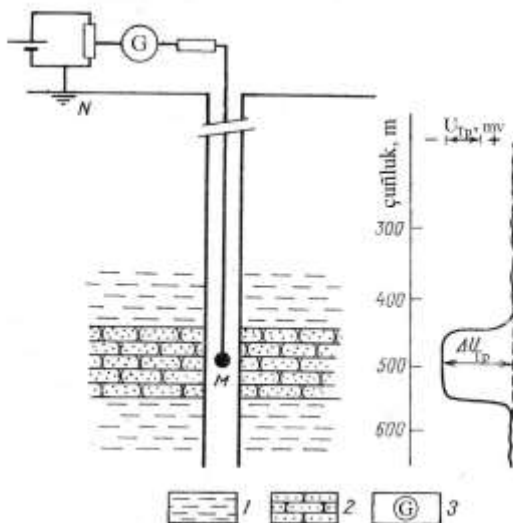
Galyňlygy çäksiz gatlagyň garşysynda  $\Delta U_{TP.d.g.} = E_s$

### Guýularda tebigy potensialyň ölçenilişi

Tebigy potensialy ölçemeklik, buraw ergini bilen doldurylan guýunyň içinde ornuny üýtgetýän **M** elektrod bilen ýer üstünde ýerleşdirilen **N** elektrodyň arasyndaky potensiallaryň tapawudyny bellemeklige syrykdyrylýar.

**N** elektrodyň potensialy işiň dowamynda hemişeligini saklap üýtgemän galýar. Şeýlelikde **M** we **N** elektrodalaryň arasyndaky potensiallaryň tapawudy:

$$\Delta U_{MN} = U_M - U_N = U_M - \text{const.} \quad (2.53)$$



**22-nji surat.** TP-ň ölçenilişiniň görnüşü.

**Şertli belgilerde:**

- 1 – toýun; 2 – çäge daşy;  
3 -  $\Delta U$ -belleýji abzal.

Guýuda ornuny üýtgedýän **M** elektrod bilen butnasyz duran **N** elektrodyň arasyndaky potensiallaryň tapawudy guýunyň kesimini düzýän dag jynslarynyň litologiýasyna, buraw ergininiň we gatlak suwunyň minerallaşma derejesine baglylykda, potensiallaryň üýtgemegini görkezýär.

Ýazga geçirilýän tebigy potensialyň diagrammasy bolsa, **M** elektrodyň töweregindäki elektrik meýdanynyň potensialyny **N** elektroda görä guýunyň uza-boýuna üýtgemegini görkezýär. Tebigy potensial ýazylanda, onuň

ýazgy nokady **M** elektroda degişlidir. Diagramma masşaby onuň iň uly amplitudasy 3-7,5 sm ýere sygar ýaly edilip saýlanylýar we 1 sm ýere düşýän milliwołtyň san bahasy bilen aňladylýar. Adatça 5; 10; 12,5 mv/sm masşab ulanylýar. Çuňlyk masşaby HG-ýň masşabyna deň alynýar we 1 : 500; 1 : 200; seýrek halatlarda 1: 50-lik masşablar ulanylýar. **M** we **N** arasyndaky tebigy potensialdan başgada guýularda goşmaça beýleki päsgelçilik berýän toklar bilen baglanşykly potenciallaryň tapawudy hem ýüze çykýar. Bu bolsa, guýulardaky dürli tebigaty bolan toklar bilen baglanyşyklydyr. Bulardan has giň ýaýrany *elektrodlaryň polýarlaşmagy bilen baglanyşykly* we ýer gabygynyň ýokarky gatlaklarynda döreýän toklar, kabel sarymynyň magnitlenmegi bilen baglanyşykly we ş.m.

Tebigy potensialy bellemeklik, adatça HG-nyň diagrammasy bilen bilelikde, *gradiýent* we *potensial standart zondlaryň* kömegi bilen amala aşyrylýar.

### III BÖLÜM.

## GUÝULARY BARLAMAGYŇ RADIOAKTIW USULLARY

Burawlanýan nebit-gaz guýularynyň geologiki kesiminiň dag jynslaryny düzýän himiki elementleriň atomlarynda ýadrolarynda bolup geçýän ýadro hadysalarynda ýüze çykýan ionlaşdyryjy (tebigi we emeli döredilen) şöhleleriň meýdanynyň häsiýetnamalary boýunça, kesimi öwrenmäge esaslanan geofiziki usullara, guýulary barlamagyň **radioaktiw usullary** diýilýär. Radioaktiw usullarynda: tebigi, emeli döredilen radioaktiw şöhleleriň meýdanynyň häsiýetnamasyny öwrenmeklige niýetlenilen gamma usul, Gamma-gamma usul, gamma we neýtron şöhleleriniň dag jynslary bilen özara täsirinde ýüze çykýan, gamma şeýle-de neýtron meýdanlaryny öwrenýän usullar ýaly görnüşleri has hem giňden ýaýrandyr.

### 1. Tebigy radioaktiwlik usuly – Gamma usul (GU)

Dag jynslarynyň tebigy radioaktiwligine seredilende, bellenilip geçilişi ýaly olaryň düzüminde örän az mukdarda hem bolsa, radioaktiw elementler bar. Dag jynslarynyň dürli görnüşlerinde radioaktiw elementleriň mukdarynyň dürli bolýanlygy sebäpli, olaryň göýberýän radioaktiw şöhleleriniň intensiwligi (depgini) hem dürlidir. Şonuň üçin, guýunyň kesimini düzýän dag jynslarynyň göýberýän şöhleleriniň intensiwligini bellemek bilen, olaryň görnüşi barada maglumat almak bolýar. Guýunyň geologiki kesimini düzýän dag jynslarynyň göýberýän radioaktiw şöhlelerini bellemeklige niýetlenen usula tebigy **radioaktiwlik usuly** ýa-da **Gamma usul (GU)** diýilýär.

Gamma usul – diýilýäniniň sebäbi,  $\alpha$ ,  $\beta$  – şöhleler guýudaky buraw ergini, zondyň daşky örtügi tarapyndan

siňdirilýär, indikatora bolsa diňe gamma kwantlar baryp ýetýär.

Guýularyň kesimi Gamma usul bilen barlanylanda, guýunyň niline gamma şöhleleriň depginini ölçemek üçin niýetlenen bellleýji (indikator) we ony elektriki taýdan iýmitlendirýän elektron gurluş, şeýle-de emele gelen elektrik signalyny güýçlendirip, geçirijiniň üsti bilen ýazgy geçirýän abzala (stansiýa-laboratoriýa) berilmegini üpjün edýän toplumyndan durýan guýy abzaly (zond) göýberilýär. Senagatda birnäçe diagrammany bir wagtyň özünde ýazmaklygy üpjün edýän köp kanally stansiýalar ulanylýanlygy sebäpli gamma usulyň şeýle-de neýtron gamma usulyň (NGU) diagrammalary bir wagtda ýazmak mümkin.

Dag jynslarynyň radioaktiwligi, esasan hem jynslarda **U**, **Th** we olaryň dargama hadysasynda ýüze çykyan izotoplarynyň, şeýle-de **K<sup>40</sup>** bolmagy bilen şertlendirilýär.

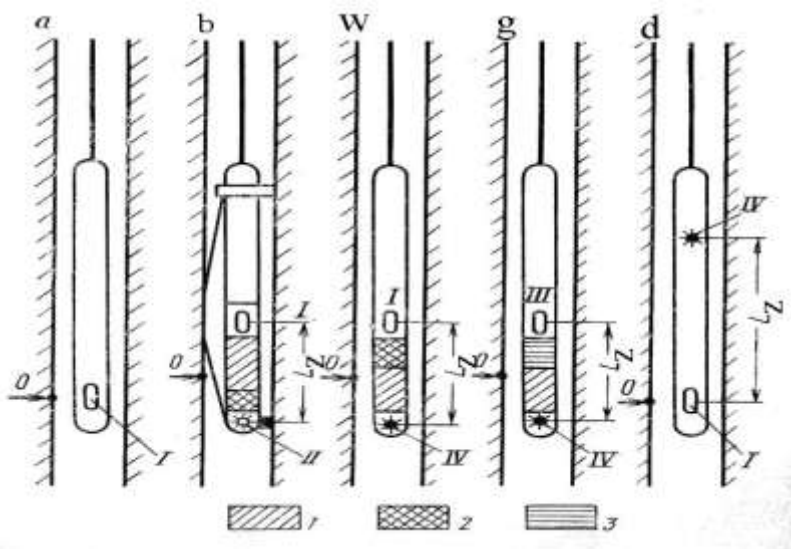
Nebit-gaz kánleriniň birnäçesi özleşdirilende, suwly gatlaklaryň garşysynda tebigy radioaktiw şöhleleriň intensiwliginiň ýokarlanmagy bolup geçýär. Bu hadysa nebit-gaz kánleriniň özleşdirilişine gözegçilik etmekde giňden ulanylýan “radiogeohimiki effekt” diýilýär. Çökündi dag jynslarynda radioaktiwligiň artmagy, adatça olarda toýunlylygy bilen bagly bolýar. Bu ýagdaý, gamma usulyň diagrammasy boýunça toýunlary, toýunly dag jynslaryndan, olaryň toýunsyz görnüşlerini tapawutlandyrmaga mümkinçilik berýär.

Toýunlaryň ýokary radioaktiwligi, toýun dänejikleriň udel üstüniň meýdanynyň ululygy sebäpli, köp mukdarda **U**, **Th** – birleşmelerini ýygnanmaga ukyply bolýanlygy bilen düşündirilýär. Ondan başga-da, birnäçe toýun minerallaryň düzümine **K<sup>40</sup>** girýänligini hem ünsden düşürip bolmaz. Gamma usulda bellenilýän parametriň ululygyna, dag jynslarynyň radioaktiwliginden başga-da, aşakdaky faktorlar täsir edýär:

1. Guýunyň diametrine baglylykda ondaky buraw ergini, onuň dykyzlygy, oturdylan sütün, sement daşy we ş.m.

2. Eger-de buraw ergininiň radioaktiwligi dag jynslarynyň aktiwligine garanda ýokary bolsa, onda guýunyň diametriniň ulalmagy bilen belleniýän parametr artýar, tersine bolsa, onda diametriň artmagy bilen peselýär.

Polat sütüniň oturdylmagy hemişe ölçenilýän intensiwligi peseldýär. Ähli täsir edýän faktorlar anyk hasaba alynsa, onda gamma usulyň netijeleri boýunça radioelementleriň mukdaryny kesgitlemek bolýar. Radioaktiw usullaryň ählisiniň netijelerine zondyň töwereginde ýerleşen sredanyň uly bolmadyk, onlarça santimetr bölegi öz täsirini ýetirýär. Ondan daşda ýerleşen böleginiň täsiri birnäçe görerimden geçmeýär. Zonda 90-95% töweregi belleniýän şöhläniň gelip biljek aralygyna, usulyň barlag radiusy diýilýär. Gamma usul üçin ol aralyk 30 sm töweregidir.



**23-nji surat.** Radioaktiw usullaryň zondlarynyň gurluş şekili.

a – GU; b – GGU; w – Neýtron usullary; ç – Gamma aktiwasiýa usuly;

### ***Şertli belgilerde:***

1. Polat ekran;
2. Gurşun ekran;
3. Parafin.  $L_z$  – zondyň uzynlygy;
- O – diagramma ýazgy nokady;
- I –  $\gamma$ -şöhläniň indikatory;
- II –  $\gamma$ -şöhläniň çeşmesi;
- III – neýtronlaryň dykzlygyny belleýän indikator;
- IV – neýtron çeşmesi.

Gamma usulyň diagrammasynyň görnüşi, onuň barlag radiusynyň çäginde ýerleşen aralyklarda kwantyň intensiwliginiň üýtgemesiniň ortaça bahasyny kesgitleýär we oňa ölçeg kanalyndaky integrirleýji (jemleýji) bölüm täsir edýär. Integrirleýji bölümiň hemişelik wagty  $\tau_{\gamma a} = 0$  bolanda ýa-da ölçegler aýratyn nokatlarda, zondyň butnawsyz ýagdaýynda geçirilse,  $I_{\gamma}$  – nyň diagrammasynda gatlagyň merkezine simmetriki halda ýerleşen anomaliýa alynýar.  $\nu\tau_{\gamma a} \neq 0$  bolanda diagrammadaky anomaliýa zondyň hereket edýän ugruna seýsmik bilen asimmetriki ýagdaýy eýeleýär.  $\nu\tau_{\gamma a}$  ösüp uly bahalara eýe bolsa, bu täsir has hem güýçlenýär.

Gamma usulyň belleýän parametriniň ulylygy, diňe bir şöhlelenmäniň intensiwligine bagly bolman eýsem, ölçeg abzalyň aýratynlyklaryna, şol sanda belleýjiniň görnüşine, ölçeglerine, abzalyň daşky örtüginin galyňlygyna, imitlendirýän toguň kadasyna we ş.m. baglydyr.

## **2. Ýaýran gamma kwantlary belleýän usul. Gamma-gamma usul GGU.**

Gamma-gamma usulda dag jynslary  $\gamma$  – kwantyň çeşmesi tarapyndan şöhlelendirilip, çeşmeden birnäçe aralykda ýerleşen indikatora baryp ýeten, ýaýran gamma şöhleler bellenilýär. Çeşme bilen indikatoryň merkezi nokatlarynyň aralygyna zondyň uzynlygy diýilýär. Gamma-gamma usulyň bir zondly görnüşinde ýazgy nokady diýlip, çeşme bilen

detektoryň arasynda simmetriki ýerleşen nokat, iki zondly görnüşinde iki detektoryň merkezinden deň daşlaşyp, olaryň ortasynda ýerleşen nokat kabul edilýär. Çeşme bilen detektoryň arasynda ýerleşdirilen agyr materiallardan taýýarlanylýan ( $F_e$ ,  $P_b$ ,  $W$ ) süzgüç (filter), çeşmeden çykyp detektora tarap ýaýran  $\gamma$  – kwantlary doly siňdirip detektora geçirmeýär. Şol sebäbe görä, gamma-gamma usulda belenilýän  $\gamma$  – şöhläniň ählisi diýen ýaly, sredanyň düzümindäki atomlar bilen, pesinden bir sapar çaknyşyp ýaýran kwantlar bolup durýar. Şu ýerden hem usulyň ady gelip çykýar. Gamma şöhleleriň maddalar bilen özara täsiri tötänleýin hadysa bolýanlygy üçin, dürli kwantlar atomlarda doly siňýänçä çeşmeden birnäçe aralygy geçip ýetişýärler. Çeşmeden daşlaşdygyça kwantlaryň akymy kanuna laýyklykda peselýär. Kwantyň çeşmeden uzaklaşmagy bilen, akymynyň peselmesi, sredanyň dykzlygynyň, düzüminde agyr elementleriň konsentrasiýasynyň (mukdarynyň) artmagy bilen baglanyşykly bolup, onuň intensiwliginiň gowşama koeffisiýentiniň  $\mu$  – artmagyna getirýär.

$$\Phi = \frac{Q}{4\pi r^2} e^{-\mu r} \quad (2.54)$$

Bu ýerde:

$\Phi$  – kwantyň akymynyň dykzlygy;

$Q$  – çeşmäniň kuwwaty;

$r$  – çeşme bilen ölçeg geçirilýän nokadyň aradaşlygy;

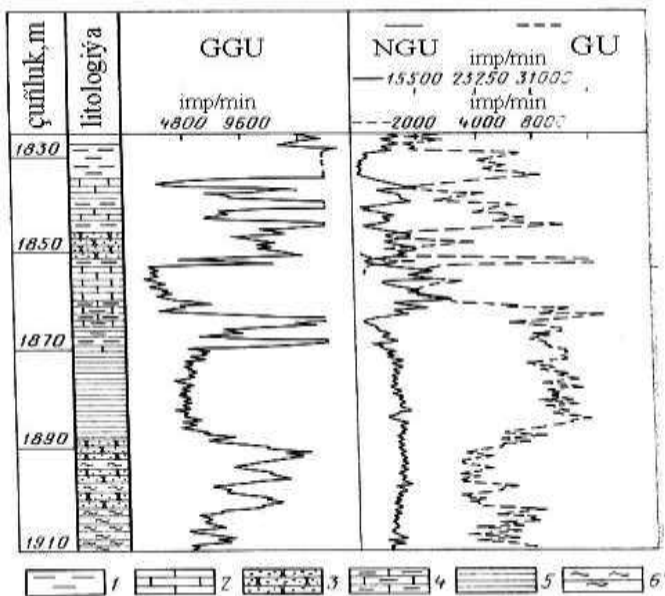
$\mu$  – gamma – kwantlaryň dag jynslaryndan geçende, olary düzýän atomlar bilen özara täsiri netijesinde haýallamasynyň çyzlykly koeffisiýenti.

Şuňa laýyklykda, çeşmeden otnositel uzaklykda ýerleşen detektoryň töweregine gelip ýaýran kwantlaryň intensiwligi, dag jynslarynyň dykzlygynyň, ondaky agyr elementleriň mukdarynyň artmagy bilen peselýär. Bu täsiri, çeşmäniň göýberýän kwantlarynyň deslapky energiýasyny saýlap almak bilen çäklendirmek mümkin. Şunuň bilen



baglylykda, usulyň iki görnüşini tapawutlandyrylýar: Dykzlyk D-GGU we selektiw S-GGU.

Gamma-gamma usulyň dykzlyk görnüşinde, gamma kwantlaryň otnositel ýokary energiýaly çeşmesi hökmünde, köp ýagdaýlarda 1.17 we 1.33 Mev energiýasy bolan  $\text{Co}^{60}$  ulanylýar. Gamma şöhläniň detektory  $0.15 \div 0.2$  Mev energiýaly kwantlary doly siňdirilip bilýan agyr metaldan ýasalan korpusda ýerleşdirilýär. Netije-de, esasan hem 0.2 Mev-den ýokary energiýasy bolan kwantlar belleniýär, şeýle energiýaly kwantlaryň intensiwligine - fotoeffekt, şunuň bilen baglylykda bolsa dag jynslarynyň himiki düzümi duýarlyk täsir etmeýär, şeýlelikde usulda ölçenilýän parametr, kompton effekt bilen ýa-da bolmasa dag jynslarynyň dykzlygy bilen kesgitlenilýär. Şonuň üçin dag jynslarynyň dykzlygy näçe uly bolsa, ölçenilýän parametriň intensiwligi peselýär.



**24-nji surat.** Radioaktiv usullaryň diagrammasynyň deňeşdirilişi.

### ***Şertli belgilerde:***

1. Toýun;
2. Dykyz hek daşy;
3. Çäge daşy;
4. Toýunly hek daşy;
5. Argillit;
6. Alewrolit.

Gamma-gamma usulyň zondynyň ölçegi  $20 \div 40$  sm töweregidir. Usulyň selektiw görnüşinde ýumşak spektrli kwant göýberýän energiýasy  $0.3 \div 0.4$  Mev bolsn Selen – 75,  $0.138 \div 0.268$  Mev Rtut-203 çeşmeleri ulanylýar. Gamma kwantlaryň detektorlary pes energiýaly kwantlary bellemeklige ukyply bolar ýaly saýlanylýar. Şeýle ýagdaýda D-GGU – dykyzlyga bagly bolsa, S-GGU – dag jynslarynda agyr elementleriň mukdaryna baglylygyny saklaýar. S-GGU-ň zondynyň ölçegi adatça 10-20 sm bolýar.

Gamma-gamma usulyň ähli görnüşleriniň örän kiçi,  $10 \div 15$  sm barlag radiusy bardyr, şonuň üçin onuň maglumatlaryna zondyň guýudaky ýagdaýy, gatlagyň guýa golaý ýerleşen bölegi, buraw ergini, toýun gabyjagyň galyňlygy, guýunyň diametri, oturdylan sütünler öz täsirini ýetirýär. Buraw ergininiň, toýun gabyjagyň dykyzlygynyň, dag jynslarynyň dykyzlygyndan kiçi bolýanlygy sebäpli, zondyň guýunyň diwaryndan daşlaşmagy, guýuda kawerniň bolmagy, zondyň töweregindeki sredanyň ortaça dykyzlygynyň peselmegine, ölçenilýän parametriň artmagyna getirýär. Bu bolsa, dag jynslarynyň dykyzlygynyň peselmesi ýaly kabul edilmegi mümkin. Şonuň üçin maglumatlar teswirlenilende kawernogramma seredilmegi zerurdyr.

Guýy şertleriniň täsirini peseltmek üçin, zond guýunyň diwaryna berk gysylýar, çeşme bilen detektoryň dag jynslaryna gysylýp duran tarapyňyň garşylykly tarapy, agyr metaldan ýasalan ekran bilen üpjün edilýär. Toýun gabyjagyň galyňlygynyň üýtgemesini hasaba almak üçin, zondyň gurluşynda  $15 \div 35$  sm aralykda oturdylan iki sany detektor

ulanylýar. Şeýlelik-de şol bir wagtyň özünde iki diagramma ýazmaklyga mümkinçilik alynýar. Iki zondyň ulanylmagy netijesinde, şol bir gatlagyň garşysynda bir näçe  $F$  parametr bellenilýär. Bu parametr dag jynslarynyň dykzlygynyň üýtgemesiniň funksiýasy bolup durýar.  $F = f(\delta)$  nusgalyk arabaglanyşykdan dag jynslarynyň dykzlygyny kesgitleýärler. Gamma-gamma usulda ýaýran gamma kwantdan başga-da, tebigy radioaktiw şöhleler hem bellenilýär, şeýle-de bolsa çeşmäniň ýeterlik aktiwligini saýlap almak bilen, ýaýran şöhleleriň intensiwligini tebigy şöhlelerden tapawutlandyrýarlar.

Gamma-gamma usulyň diagrammasyny guýularyň geologiki kesimini düzýän dag jynslary dykzlyklary boýunça tapawutlandyrmak üçin ulanylýarlar. Dag jynslarynyň dykzlygy boýunça “ $K_{\delta\gamma}$ ” öýjüklik koeffisiýentini kesgitlemek, dag jynslarynyň minerallarynyň dykzlygyny  $\delta_m$  we öýjükleri doldurýan suwuklygyň we gazyň dykzlygyny  $\delta_{s,g}$  bilmekligi talap edýär. Olar özaralarynda aşakdaky gatnaşykdaýrlar  $\delta_{d.j.} = \delta_m (1 - K_{\delta\gamma}) + \delta_s K_{\delta\gamma}$ .

$$\text{Bu ýerden } K_{\delta\gamma} = \frac{\delta_m - \delta_{d.j.}}{\delta_m - \delta_s}; \text{ aňlatmada: } \delta_{d.j.} - \text{dag}$$

jynsynyň dykzlygy.

### 3. GUÝULARY BARLAMAGYŇ NEÝTRON USULLARY.

#### NEÝTRON-GAMMA USUL (NGU).

Guýulary barlamagyň neýtron usullarynda, çeşmeden çykýan neýtron şöhleleri bilen dag jynslary şöhlelendirilende, ýüze çykýan neýtron we  $\gamma$  – meýdanyň häsiýetnamalary öwrenilýär. Senagatda neýtron usullarynyň stasionar we impuls kadasynda işleýän görnüşlerini tapawutlandyrýarlar.

Stasionar neýtron usullarynyň hataryna:

*Neýtron-gamma usul (NGU), ýylylyk energiýasyna çenli öz energiýasyny peselden neýtronlary bellemek usuly*

(ÝENBU), *ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary bellemek usuly* (ÝEÝENBU) girýär. Guýularda neýtron usullary bilen geçirilen barlaglaryň netijesi, neýtronlaryň atom ýadrolary bilen özara täsir edende, ýüze çykýan gamma kwantlaryň intensiwliginiň we ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýa eýe bolan ýa-da öz energiýasyny ýylylyk energiýa çenli peselden neýtronlaryň çüşmeden belli uzaklykdaky dykzlygynyň, guýunyň boýyna görä üýtgeýşini şekillendirýän diagramma görnüşinde berilýär.

Neýtron usullarynyň barlag geçirilýän guýy abzallary, detektordan başga-da, neýtron çüşmesi bilen hem üpjün edilýär. Şeýlelikde, detektordan we neýtron çüşmesinden durýan guýy abzalyna stasionar neýtron usullarynyň zondy diýilýär.

Detektor bilen çüşmäniň aralygy neýtron zondynyň uzynlygy hökmünde kabul edilýär.

Radioaktiw barlag usullarynyň hataryna girýän neýtron gamma usuly, çüşmeden çykýan neýtronlaryň dag jynslary bilen özara täsiri netijesinde, ýüze çykýan gamma kwantlary bellemeklige esaslanandyr. Neýtron gamma usulda bellenilýän gamma, şöhläniň intensiwligi we düzümi boýunça üç bölümden durýar:

1. Dag jynslaryny düzýän himiki elementleriň atomlary tarapyndan ýylylyk energiýaly neýtronlaryň ýuwudylmagy netijesinde ýüze çykýan gamma şöhle;
2. Neýtron çüşmesi tarapyndan neýtronlar generirlenende, (döredilende) ýüze çykýan gamma kwantlaryň detektora gös-göni gelmegi ýa-da olaryň guýunyň diwaryna ýetip, ol ýerde atomlaryň üstünde ýaýrandan soň detektora gelyän, “ýaýran kwantlar” (kwant çüşmeden detektora gös-göni gelmez ýaly, olaryň arasynda gurşundan ýasalan süzgüç-filter oturdylýar);
3. Dag jynslarynyň düzüminde radioaktiw elementleriň bolmagy bilen baglanyşykly ýüze çykýan tebigy gamma şöhleler.

Tebigy radioaktiwlik bilen baglanyşykly gamma şöhlelenmäni, NGU-nyň diagrammasy, geofiziki parametrleri mukdar taýdan kesgitlemek üçin teswirlenende, şol gatlagyň garşysynda bellenen tebigy gamma şöhläniň intensiwligini, NGU-yň diagrammasyndaky bellenen intensiwliginiň ululygyndan aýyrmak ýoly bilen hasaba alynýar.

Neýtron gamma şöhlelenmäniň intensiwliginiň ululygy, ýaýran gamma şöhläniň **I<sub>γγ</sub>** we tebigy gamma şöhläniň **I<sub>γ</sub>** intensiwliklerinden bir-näçe esse uludyr. Şonuň üçin  $2 \div 6 \cdot 10^6$  neýt/sek möçberde neýtron göýberýän kuwwatly çeşme ulanylanda, ýazylan neýtron-gamma şöhläniň integral intensiwliginde, bu şöhläniň paýy esasy oruny tutýar.

Özünde köp mukdarda wodorod saklaýan sreda-da, neýtronlaryň örän çalt haýýallaýanlygy we olaryň çeşmäniň töweregindäki dag jynslaryny düzýän himiki elementleriň atomlary tarapyndan ýuwudylyanlygy sebäpli, zondyň uzynlygy 40 sm-den geçende detektoryň ýerleşen zolagynda ýylylyk neýtronlaryň dykzlygy örän pes bolýar. Netijede, wodorody özünde köp saklaýan dag jynslary, neýtron gamma usulynyň diagrammasynda ölçenilýän parametriň örän pes intensiwligi bilen belleniýär. Pes öýjükli dag jynslarynda wodorodyň az mukdarda saklanylýanlygy sebäpli, ýylylyk neýtronlaryň dykzlygy detektoryň zolagynda köp bolýar, bu bolsa neýtron-gamma şöhläniň ýokary bolmagyna we diagrammada belleniýän parametriň artmagyna getirýär.

Neýtron gamma usulynyň netijelerine, ýylylyk neýtronlary ýuwutma ukyby uly bolan, **hlor – Cl, bor – B, litij – Li, kadmiý – Cd, kobalt – Co** ýaly himiki elementler örän uly täsir edýärler. Ýokardaky sanawda görkezilen elementlerden, çökündi dag jynslarynda esasan hem “**Cl**” has köp ýaýrandyr. Neýtron, wodorodyň ýadrosy tarapyndan ýuwudylanda  $3.5 \cdot 10^{-13}$  Dj energiýaly bir sany kwant, hloryň ýadrosy tarapyndan ýuwudylanda bolsa,  $13.6 \cdot 10^{-13}$  Dj energiýaly, ortaça 3-e golaý kwant göýberýär.

Çöküncü dag jynslaryny neýtron häsiýetnamalary boýunça, öz düzüminde wodorody köp we az saklaýanlar ýaly iki topara bölmek mümkin.

Birinji topara özünde ýokary derejede suw saklamaga ukyply toýun, pes öýjükliçiligi we özünde himiki baglanyşykly suw saklaýanlygy bilen tapawutlanýan gips, şeýle-de ýokary derejede öýjükliçiligi, syzyjylyklygy bolan, suwuklyk bilen doýgunlaşan çäge daşlary, karbonat dag jynslary girýärler. Olar uzynlygy 40 sm we ondan hem uly bolan zondlar bilen barlag geçirilende, NGU-nyň diagrammasynda intensiwligiň pes derejesi bilen bellenilýär.

Ikinji topara öýjüklik koeffisiýenti kiçi bolan, dykyz hek daşlary, dolomitler, sementleşen çäge daşlary, alewrolitler, şeýle-de anhidritler, duz daşlary ýaly dürli dag jynslary girýär.

Neýtron gamma usulynyň uly zondlar bilen ýazylan diagrammasynda, bu dag jynslary ýokary intensiwlik bilen bellenilýär. Çäge, çäge daşlary, ýokary öýjükli karbonat dag jynslarynyň garşysyndaky intensiwlik, olardaky toýunyň we wodorodyň (suw, nebit, gaz doýgunlygy) mukdaryna proporsional ululyk bolup durýar.

Nebit we suw, özünde takmynan deň mukdarda wodorod saklaýanlygy sebäpli, hlory az mukdarda saklaýan “süýji” suwly we nebitli gatlaklar NGU-nyň diagrammasynda takmynan, deň intensiwlik bilen bellenilýär.

Sütünler oturdylan guýularda gaz bilen doýgunlaşan gatlaklar, neýtron gamma usulynyň diagrammasynda litologiýasy we öýjükliçilik koeffisiýentiniň bahasy boýunça deň, nebit ýa-da suw bilen doýgunlaşan gatlaklara garanda, has ýokary intensiwlik bilen bellenilýär, sebäbi, nebite we suwa garanda dykyzlygy pes bolan gaz, özünde wodorody az saklaýanlygy bilen tapawutlanýar. Sütünler oturdylmadyk guýularda kollektor dag jynslarynda buraw ergininiň suwunyň syzyp girýän zolagy emele gelýänligi we neýtron usullarynyň zondynyň barlag radiusynyň kiçiligi sebäpli, (40 ÷ 60 sm) umumy ýagdaýda, usulyň diagrammasy boýunça gazly gatlaklary ýüze çykarmak kynlaşýar.

#### **4. Ýylylyk we ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary bellemek usuly (Ý we ÝEÝENBU)**

Neýtron-neýtron usullary, çeşmeden göýberýan neýtron şöhleleriniň dag jynslary bilen özara täsiri netijesinde ýüze çykýan neýtron meýdanynyň häsiýetnamalaryny öwrenmäge esaslanandyr.

Ýylylyk neýtronlary belleýän usulyň diagrammasy, ýeterlik uzynlykly zond ulanylyp ýazylan bolsa, özünde wodorod saklaýan gatlaklar neýtron gamma usulda bolşy ýaly pes intensiwlik, dykyz gatlaklar bolsa, ýokary intensiwlik bilen bellenilýär. Şeýle-de bolsa, ýylylyk neýtronlary belleýän usulyň ýazylan parametriniň ululygyna, özünde ýylylyk neýtronlary siňdirmе ukyby bar bolan elementler has köp täsirini ýetirýär. Şu nukdaý nazardan seredilende, gatlak flýuidlerinde hlor “Cl” elementiniň mukdarynyň usulyň duýgurlygyna ýetirýän täsiriniň uly bolýanlygy sebäpli, alynýan maglumatlaryň gatlak suwunyň, buraw ergininiň duzlylygyna täsirini göz önünde tutmak zerurdyr.

Ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary belleýän usulynyň (ÝEÝENBU) maglumatlary, gurşap alan sredadaky neýtronlary özüne köp siňdirip bilýän elementleriň mukdaryna bagly däl. Bu usulyň belleýän parametriniň ululygy esasan hem, neýtronlary çalt haýalladyjy elementleriň, ýagny, wodorodyň mukdaryna bagly bolmagynda galýar. Şeýlelikde, ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary belleýän usulda ýazylýan parametriň intensiwliginiň, gatlakdaky wodorodyň mukdary bilen kesgitlenilýän hem bolsa, bu arabaglanyşygyň neýtron gamma we ýylylyk energiýaly neýtronlary belleýän usula garaňda has jebis aragatnaşykda bolýanlygyny bellemek zerur. Ýylylyk we ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary belleýän usullaryň, neýtron gamma usula garanda artykmaçlygy, ol hem çeşmeden çykýan we tebigy gamma kwantlaryň täsiriniň ýoklygydyr. Bu usullaryň zondlarynyň uzynlygyny  $0.4 \div 0.5$  m arasynda saýlap alýarlar.

## **5. Stasionar neýtron usullarynyň maglumatlaryna guýy şertleriniň täsiri**

Buraw ergini bilen doldyrylan guýunyň neýtron usullarynyň maglumatlaryna täsiri, usullarda ulanylýan zondlaryň barlag radiusynda ýerleşen sredada wodorodyň mukdarynyň artmagy bilen düşündirilýär. Bu bolsa öz gezeginde, neýtron usullarynyň diagrammasynyň differensirleme ukybynyň we dürli dag jynslarynyň garşysynda, bellenýän parametriň intensiwliginiň otnositel tapawudynyň peselmegine getirýär.

Neýtron usullarynyň maglumatlaryna, guýy şertiniň täsiri, sredanyň öýjüklik koeffisiýentiniň kiçelmegi we guýunyň diametriniň ulalmagy bilen artýar. Guýunyň diametriniň ulalmagy, onuň diwarynda kawern (oýuk) emele gelmegi bilen bagly bolup, neýtron usullarynyň maglumat berijiligini peseldýär. Eger-de kawerniň diametri 40-45 sm-e ýetýän bolsa, onda onuň mundan beýläk ulalmagy, neýtron usullarynyň maglumatlaryna öz täsirini ýetirmeýär. Neýtron usullarynyň maglumatlaryna, zond bilen guýunyň diwarynyň arasynda ýerleşen buraw ergini, toýun gabyjak has köp täsir edýär. Guýunyň diwarynda toýun gabyjagyň bolmagy, guýunyň boýyna onuň galyňlygynyň üýtgemegi neýtron usullarynyň maglumatlarynyň ýoýulmagyna getirýär. Bu ýagdaý esasan hem öýjükliligi pes dag jynslaryna mahsusdyr.

Oturdylan sütünler, ýylylyk we ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary özüne siňdirýär, şol sebäbe görä neýtron usullarynyň maglumat berijiligini peseldýär. Neýtron gamma usulynda iki sany çylşyrymly we gapma-garşylykly ýagdaý ýüze çykýar:

1. Dag jynslaryndan gelyän gamma kwantlaryň sütünler tarapyndan siňdirilmegi.
2. Sütüniň düzümindäki demriň atomlary tarapyndan ýylylyk energiýaly neýtronlaryň ýuwudylmagy, bu hadysada bölünip çykýan gamma kwantyň energiýasy we sany boýunça, şeýle-de neýtronyň wodorodyň atomy tarapyndan



ýuwudylymasyna garanda örän ýokary intensiwli kwant göýberijilik ukybynyň barlygydyr.

Bu iki hadysanyň jemleýji täsiri, neýtron gamma usulyň diagrammasynda intensiwligiň we differensiasıasynyň peselmegine getirýär. Şonuň üçin sütünler oturdylan guýularda, neýtron gamma usulyňyň effektiwligi peselýär. Duzly suwda taýýarlanan buraw ergini bilen doldurylan guýularda, neýtron atomlar tarapyndan ýuwudylanda, bölünip çykýan gamma kwantlaryň intensiwligi, guýy “süýji” suwda taýýarlanan buraw ergini bilen doldyrylan wagtyndaka garanda has ýokarydyr. Bu bolsa, birinji ýagdaýda ýylylyk neýtronlaryň hlor “Cl”, ikinji ýagdaýynda bolsa, wodorod tarapyndan ýuwudylyşy bilen baglydyr.

### **Stasionar neýtron usullarynyň ulanylýan çäkleri**

Stasionar neýtron usullary, Gamma-gamma usul (GGU) beýleki geofiziki usullaryň toplumynda ulanylanda, guýularyň kesiminde toýunlary, dykyz dag jynslaryny, öýjükli koeffisiýenti uly bolan aralyklary ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

Eger-de arassa dag jynslarynyň öýjükleri “süýji suw” ýa-da nebit bilen doýgunlaşan bolsa, onda neýtron usullarynyň maglumatlary öýjükleriň sygymyny (göwrümini) häsiýetlendirirýär. Gamma-gamma usulyň dykyzlyk görnüşi bilen bile ulanylanda, neýtron usullaryň gatlagyň gaz bilen doýgunlaşan zolaklaryny ýüze çykarmak mümkinçiligi artýar. Ulanylýan guýularda stasionar neýtron usullarynyň maglumatlary gaz-suw (G-S), nebit-suw (N-S) çäklerini kesgitlemekde ulanylýar.

Nebit-gaz guýularyny barlamakda neýtron gamma usuly has giňden peýdalanylýar, gatlak suwlarynyň we buraw ergininiň duzlylygy kiçi bolan ýagdaýynda, ýylylyk energiýaly neýtronlary bellemek (ÝENBU) usulyny ulanmaklyk maslahat berilýär.

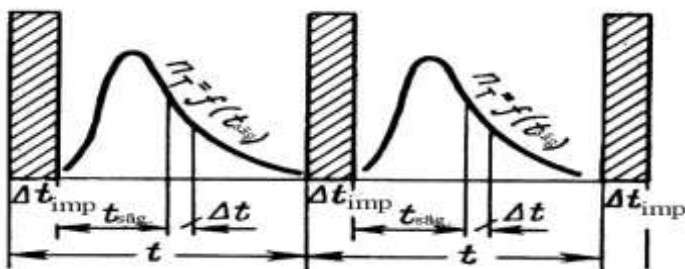
## 6. Impuls neýtron usullary

Guýulary barlamagyň impuls neýtron usullarynyň manysy, guýuda we onuň töwereginde neýtron generatorlarynyň döredip üýtgedýän (durnuksyz) neýtron we gamma meýdanlaryny öwrenmek bolup durýar. Neýtron generatory  $10 \div 500$  Gers ýygylýk çäginde impuls kadasynda işleýär.

Generatoryň impuls kadasy, guýunyň açan gatlaklaryny belli bir “**T**” – wagtdan, yzygiderlikde “**ΔT**”, wagtdowamýnda generatordan çykýan neýtronlaryň impulsy bilen şöhlendirmekden ybaratdyr. Generatordan impuls görnüşindäki neýtron akymy çykandan soň “**t<sub>sak</sub>**” wagtyň geçmegi bilen, “**Δt**” – wagtdaralygynda belleýji apparatura işe başlap, giňişligiň çeşmeden zondyň ölçegine deň uzaklykdaky nokadynda ýerleşen birlik göwrümünde, neýtronlaryň dykyzlygyny ýa-da olaryň dag jynslary bilen özara täsiri netijesinde ýüze çykýan önümini belleýär. Belleýji apparatura işe girizilýänçä geçen “**t<sub>sag</sub>**” säginme wagtyny üýtgedip, “**Δt**” – wagtdaralygynda belli nokatdaky neýtronlaryň dykyzlygy bellenilýär we neýtronyň ömrüniň şol wagtdarsatyna degişlilikde dag jynslary bilen özara täsiriniň häsiýetli kanunalaýyklygy öwrenilýär.

Impuls neýtron barlag usullarynda:

1. Ýylylyk neýtronlaryň “**n<sub>y</sub>**” ýa-da emeli döredilýän gaýtalama (ikilenç) gamma şöhleleriň intensiwligini (depginini);
2. Berilen wagtdarsatynda “**Δt**” – wagtdaralygynda elementar bölejikleri belläp, neýtronlaryň dag jynslary bilen özara täsiriniň kanunalaýyklygy öwrenilýär.
3. Impuls neýtron-neýtron we impuls neýtron – gamma usullaryny tapawutlandyryrlar.



## 25-nji surat.

Impuls usullarynda ölçeg geçirilişini düşündirýän şekil.

## 7. Impuls neýtron-neýtron usullary (INNU)

Impuls neýtron-neýtron usullary neýtronlaryň durnuksyz meýdanynyň häsiýetnamalaryny öwrenmeklige esaslanandyr.

Bu usulda zondyň uzynlygynyň  $L_z = \text{const}$  hemişelik ýagdaýynda, birnäçe kesgitli “ $t_{\text{sag}}$ ” säginme wagtyndan soň, “ $\Delta t$ ” – wagt aralygynda geologiki kesimi düzýän gatlaklarda ýylylyk neýtronlaryň dykzlygynyň üýtgemegini diagramma görnüşinde ýazga geçirilýär.

Umumy ýagdaýda ýylylyk, neýtronlaryň dykzlygy, sredada neýtronlary özüne siňdirijilik häsiýetine bagly bolup, “ $D$ ” – diffuziýa koeffisiýenti, “ $L_h$ ” – haýallama uzynlygy we “ $\tau$ ” ýylylyk neýtronlaryň ömri ýaly parametrler bilen kesgitlenilýär. Impuls neýtron-neýtron usullarda ulanylýan “ $t_{\text{sag}}$ ” säginme wagtynyň otnositel uly bahalarynda ( $2000 > t_{\text{sag}} > 1000$  m.sek.) “ $n_y$ ” – ýylylyk neýtronlaryň dykzlygy, sredada neýtronlaryň “ $L_h$ ” – haýallama uzynlygyna bagly bolman, diňe “ $D$ ” we “ $\tau$ ” parametrler bilen kesgitlenilýär. Bu

parametrleri aýratynlykda bahalandyrmak mümkinçiligi, usullarynyň stasionar görnüşine garanda, amatly tapawutlanýarlar.

Şeýlelik bilen, impuls neýtron-neýtron usullarynyň diagramma görnüşinde belleýän parametri; esasan hem, dag jynslaryndaky “H” – wodorodyň möçberi bilen kesgitlenilýän “D” – diffuziýa koeffisiýenti we diňe neýtronlary siňdiriji elementler bilen baglanyşykly “τ” ýylylyk neýtronlaryň ömri barada maglumat berýär.

Ýokary energiýaly neýtronlaryň haýallap, ýylylyk energiýasyna çenli baryp ýetmegi  $10^{-6}$  sekunda bolup geçýän bolsa, şol bir wagtda olaryň diffuziýa we ýylylyk neýtronlaryň siňme hadysasy, ýüzlerçe mikrosekund dowam edýär. Şol sebäpli, impuls neýtron-neýtron usullarda ulanylýan “tsäg” säginme wagty  $100 \div 2000$  mikrosekund aralygynda saýlanyp alynýar. Bu wagat aralygy nebit-gazly kollektorda ýylylyk neýtronlarynyň ömrüniň ähli dowamlylygyny öz içine alýar.

Birmeňzeş sredada, çeşme neýtron impulsyny göýberenden soň, seredilýän göwrümde neýtronlaryň dykzylygy artýar, “t<sub>0</sub>” wagtyň geçmegi bilen olar ýylylyk deňagramlylykdaky halyna ýetýär, soňra neýtronlaryň siňme hadysasy başlanýar we göwrümde olaryň sanynyň kemelmegi

-  $\exp\left(\frac{t}{\tau}\right)$  - eksponensial kanuna laýyklykda gelýär.

Haýsy hem bolsa “t” wagtda, seredilýän göwrümde galan neýtronlaryň sany aşakdaky deňleme bilen kesgitlenilýär.

$$n_t = n_{t_0} \exp(-\sum_{\text{siň}} v \tau t) \quad (2.55)$$

Bu ýerde:

$n_{t_0}$ ,  $t = 0$  wagtdaky ýylylyk neýtronlaryň sany.

(2.55) – deňlemäni aşakdaky görnüşe getirýäris.

$$n_t = n_{t_0} \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \quad (2.56)$$

Iki sany “t<sub>1</sub>” we “t<sub>2</sub>” wagat pursadynda geçirilen ölçegleriň (barlaglaryň) netijesini ulanyp (2.56) – deňlemä

laýyklykda, zondy gurşap alan sredanyň neýtron siňdirmesiniň makro kesimini kesgitleýis.

$$\sum_{siň} = \frac{1}{\nu_T(t_2 - t_1)} \ell_n \frac{n_{t_1}}{n_{t_2}} \quad (2.57)$$

Bu ýerde:

$t_1$  we  $t_2$  – neýtronlaryň impulsy göýberilenden soň geçirilen ölçegleriň sähinme wagtlary.

$t_1$  we  $t_2$ –ň san bahalaryny neýtron siňdirmе hadysasy esasan hem dag jynslarynda bolar ýaly we guýunyň täsiri ortadan aýrylar ýaly edip saýlap alýarlar.

Nebit we duzly suw bilen doýgunlaşan, litologiki taýdan birmeňzeş, öýjüklik koeffisiýenti deň bolan gatlaklar, özünde deň derejede wodorod ( $D_1 \approx D_2$ ), ýöne birlik göwrümde hloryň “ $Cl$ ” dürli mukdaryny saklaýan, şeýlelikde neýtron siňdirmе häsietleri bilen tapawutlanýan sreda hökmünde kabul edip bolar. Öýjükli koeffisiýenti 20% bolan, duzly suw bilen doýgunlaşan gatlakda ýylylyk neýtronlaryň ortaça ömri 90 – 110 mikrosekunt, şol gatlak nebit bilen doýgunlaşan mahaly, bu görkeziji 260 – 300 mikrosekunda baryp ýetýär. Belli bir “ $K_{\text{eff}}$ ” – öýjüklik koeffisiýenti bolan birmeňzeş sredada gatlagyň nebit we suw bilen doýgunlaşan böleklerinde impuls neýtron-neýtron usullarynyň belleýän parametrleriniň tapawudyny (2.58) deňlemeden kesgitlep bolýar.

$$\frac{n_N}{n_{suw}} = \exp \left[ \left( -\frac{1}{\tau_N} - \frac{1}{\tau_{suw}} \right) \cdot t_{\text{säh}} \right] \quad (2.58)$$

Eger-de  $t_{\text{säh}} \rightarrow \infty$  diýip kabul etsek onda,  $\tau_{suw} < \tau_N$  (bu ýagdaý duzly suw bilen doýgunlaşan gatlaklar üçin mahsus)

$\frac{n_N}{n_{suw}} \rightarrow \infty$ . Hakykatdan bolsa, apparaturanyň tehniki

ýagdaýy bilen baglanyşykly “ $t_{\text{säh}}$ ” sähinme wagty çäklendirilen we 2000 mikrosekuntan geçmeýär. Senagat

ýagdaýynda  $t_{\text{säg}} = 1000$  mikrosekunt bolanda  $\frac{n_N}{n_{\text{suw}}} - \tilde{n}$

ululygy 10-dan 50 essä çenli we ondan hem ýokary bolup

biler. Stasionar çeşme ulanylanda bu tapawut  $\frac{n_N}{n_{\text{suw}}} = \frac{\tau_N}{\tau_{\text{suw}}}$

we 2-3 esseden köp bolmaýar.

$n_y = f(t_{\text{säg}})$  arabaglanyşyk grafiginiň peselme depgini, sredanyň neýtron siňdiriji, ýagny ondaky “ $Cl$ ” hloryň mukdaryna bagly bolup durýar. Ýarym logarifm masştabynda gurlan arabaglanyşyk grafiginiň ýapgytlyk burçy “ $\tau$ ” –ň san bahasyny kesgitleýär. Sredada hloryň mukdarynyň artmagy bilen “ $\tau$ ” kiçelýär, ýagny grafigiň ýapgytlyk burçy ýitelýär. Guýuda zondyň hereket tizligi, çeşmäniň kuwwaty  $5 \cdot 10^7$  neýtr/sek. bolanda 100-200 m/sag deň.

## 8. Impuls neýtron-gamma usul (INGU)

Impuls neýtron-gamma usulynda belli bir “ $t_{\text{säg}}$ ” säginme wagtda we zondyň hemişelik uzynlygynda impuls generatorynyň göýberýän neýtronlaryň dag jynslarynyň we onuň öýjüklerini doýgunlaşdyrýan flýuidleri düzýän himiki elementleriň atom ýadrolary tarapyndan siňdirilmesiniň netijesinde ýüze çykýan gamma kwantlar bellenilýär.

Neýtronlaryň ýadrolara siňmesinde, ýüze çykýan gamma kwantlaryň depgini (intensiwlige) impuls neýtron-neýtron usuldaky ýaly, seredilýän göwrümdäki ýylylyk neýtronlaryň dykzlygyna proporsionallygyny saklaýar. Şeýlede, gamma kwantlaryň geçijilik ukyby we radiasiýa meýdanynyň diffuziýa koeffisiýenti, ýylylyk neýtronlaryň deňşli parametrleri bilen deňeşdirilende uly bolýanlygy üçin, neýtronlaryň giňişlikdäki meýdanyna garanda, endigan ýaýrama häsiýetine eýedir. Şeýlelik bilen, impuls neýtron-gamma usuly, impuls neýtron-neýtron usulyna garanda neýtronlaryň siňme hadysasyny doly häsiýetlendirilýär.

Ýokarda aýdylanlardan, impuls neýtron-gamma usulda, impuls neýtron-neýtron usuldaky ýaly, kollektor dag jynslaryny nebit-suw doýgulygy babatynda bölmeklige mümkinçilik berýän esasy parametri bolup, neýtronlaryň ömri hyzmat edýär.

Uly bolmadyk “ $\tau_{\text{säg}}$ ” säginme wagtda ýüze çykýan gamma kwantlaryň esasy bölegi, neýtronlaryň guýy sredasy tarapyndan siňdirilmeginde bolup geçýänligi sebäpli, impuls neýtron-gamma usulyň belleýän parametrlerine, gatlagyň häsiýeti öz täsirini örän az derejede ýetirýär. “ $\tau_{\text{säg}}$ ” säginme wagtyňyň birnäçe ortaça “ $\tau_{\text{ort}}$ ” – bahasyndan başlap,  $I_{n\gamma}$  neýtron – gamma şöhlelenmäniň guýudan gelýän bölegi örän ujypsyz derejä çenli peselýär, şonuň üçin neýtron-gamma şöhlelenmäniň intensiwligini bellemekligi neýtronlaryň haýallamasynyň ortaça bahasyndan uly bolan  $300 \div 900$  mik.sek. aralygynda, ýagny neýtronynyň ömriniň ahyrynda geçirmeklik amatly hasap edilýär.  $\tau_{\text{säg}} > \tau_{\text{ort}}$  bolanda “ $I_{n\gamma}$ ” – nyň gatlagyň neýtron siňdiriji häsiýetine baglylygy aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$I_{n\gamma} = I_{n\gamma 0} \exp \left( -\frac{t}{\tau} \right) \quad (2.59)$$

Bu ýerde:  $I_{n\gamma 0}$  –  $t = 0$  ýagdaýyndaky neýtron – gamma şöhlelenmäniň intensiwligi.

Neýtron ýuwudylma hadysasyny öwrenmek üçin geçirilen eksperimental barlaglaryň neijesinde,  $I_{n\gamma} = f(\tau_{\text{säg}})$

arabaglanyşyk grafiginiň  $e^{-\frac{t}{\tau}}$  - eksponeta (göni çyzykly bölegine) çykýan wagty,  $I_{n\gamma} = f(\tau_{\text{säg}})$  arabaglanyşyk grafigine garanda, kiçi “ $\tau_{\text{säg}}$ ” wagtda bolup geçýänligi anyklanylady, bu bolsa impuls neýtron-gamma usulyňyň, ýylylyk neýtronlaryň diffuziýa koeffisiýentine baglylygy gowşak diýiligidir. Bu ýagdaý, usulyň barlag radiusyny artdyrmak bilen bir hatarda, onuň netijelerine guýy şertiniň täsirini peseldýär. Gatlakda buraw ergininiň suwunyň syzyp giren zolagynyň bolmagy, usulyň maglumatlaryna guýunyň diametriniň ulalmasy ýaly täsir edýär. Adatça kollektor

gatlaklarda syzyş zolagy zondyň barlag radiusyndan uly bolýar, şonuň üçin sütünler oturdylandan köp wagt geçmänkä, ýerine ýetirilen barlaglaryň maglumatlary diňe syzyş zolagyň täsiri bilen şertlendirilýär. Impuls neýtron usulyň diagrammalary hil taýdan teswirlenende: toýunsyz, pesöýjüklikli gatlaklar, nebitli we gazly kollektorlar “ $n_y$ ” ýylylyk energiýaly neýtronlaryň dykzylygynyň, şeýle-de Neýtron gamma usulyň diagrammalarynda maksimum, toýunly gatlaklar, duzly suw bilen doýgunlaşan ýokary öýjüklikli kollektorlar bolsa minimal anomaliýalar bilen bellenilýär.

Nebit we gaz känleri öwrenilende esasy çözmeli mesele, geologiki kesimde nebit-gazly gatlaklary ýüze çykarmak, suw-nebit (SNÇ), suw-gaz (SGÇ) çäklerini kesgitlemek bolup durýar. Bu meseläni dürli “ $t_{säg}$ ” säginme wagtynda ýazylan diagrammalary ulanyp  $n_y=f(t_{säg})$  we  $I_{n\gamma}=f(t_{säg})$  arabaglanyşyk grafiklerini bahalandyrmak ýoly bilen çözmek has ygtybarly hasaplanýlýar. Bu ýagdaýda SNÇ-i kesgitlemek sütünler oturdylyp, entäk perforasiýa geçirilmedik, syzyş zolagy emele gelmedik ýa-da gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginiň deslapky ýagdaýy dikeldilenden soň, gatlak suwunyň duzlylygy 30÷50 g/lit bolanda we perforasiýa geçirilen aralyklarda 100 g/lit-den ýokary bolanda, položitel netijeler almak mümkin. Stasionar neýtron usullary şeýle şertlerde amatsyzdyr.



## IV BÖLÜM. GUÝULARY BARLAMAGYŇ AKUSTIKI WE BEÝLEKI ELEKTRIKI DÄL USULLARY.

### 1. Akustiki barlag usuly.

Akustiki usul, dag jynslarynda ýygylgy boýunça ultrases we ses tolkunlarynyň çäginde bolan maýyşgak tolkunlaryň ýaýraýşynyň häsiýetnamalaryny öwrenmeklige esaslanandyr. Bu usulda guýuda we ony gurşap alan sredada ýaýraýan maýyşgak tolkunlar çeşme tarapyndan döredilip, ondan belli bir aralykda ýerleşdirilen, kabul edijiniň kömegi bilen bellenilýar.

Dag jynslary tebigy ýagdaýda maýyşgak jisim hasaplanylýar. Eger-de maýyşgak sredada bölünip alynan elementar göwrüme daşky oýandyryjy güýç täsir etse, onda ony düzýan bölejikleriň otnositel süýşmesine getirýan dartgynly ýagdaý ýüze çykýar. Bu bolsa öz gezeginde iki görnüşli deformasiýanyň: göwrüm (uzama, gysalma) we görnüş deformasiýalarynyň (gyşarma, süýşme) ýüze çykmagyna getirýar. Deformasiýanyň yzygiderli ýaýrama hadysasyna *seýsmiki maýyşgak tolkun diýilýar*. Maýyşgak tolkun ähli tarapa deň ýaýramak bilen, yzygiderlikde çeşmeden daşlaşan zolaklara baryp ýetýar. Berilen wagt pursadynda sredada yrgyldy bolup geçýän we entäk yrgyldynyň baryp ýetmedik zolagyny araçäkleşdirýan çyzyga *tolkunynyň ön hatary (front)* diýilýar. *Tolkun üstüne geçirilen normal çyzyga seýsmiki şöhle diýilýär*. Bir meňzeş sredada seýsmiki şöhläniň ýaýraýşy gönüçyzykly, bir meňzeş däl sredada bolsa, egričyzykly görnüşe eýe bolýar. Tolkunynyň ön hatarynyň (frontynyň) ýaýraýşyny geometriki seýsmikada belli bolan Gyugens-Freneliň, tolkunynyň ön hatarynda seredilýan her bir nokat, elementar tolkun çeşmesi, seýsmiki şöhle diýen düşüňjani tolkunynyň energiýasynyň geçýan ugry bilen baglaşdyrýan prinsipine laýyklykda öwrenilýar. Tolkunlaryň iki görnüşini: boý “P” we kese “S” tolkunlary

tapawutlandyrýarlar. Eger maýyşgak tolkun dürli maýyşgaklyk häsiýetleri bolan iki sredanyň araçäğine ýetse, onuň energiýasynyň bir bölegi serpigip, birinji sredada ýaýraýar we serpigen tolkunlary emele getirýar, başga bir bölegi ikinji sreda geçmek bilen geçýan tolkuny emele getirýar.

Haçan-da birinji sredanyň tolkun garşylygy (sredanyň dykzyzlygynyň, tolkunynyň ýaýrama tizligine  $\delta \cdot v$  köpeltmek hasyly) ikinji sreda garanda kiçi bolsa, serpigen tolkunlar ýuze çykýar. Araçäkden geçen tolkun öz ugryny üýtgedýar we şöhle döwürýar. Geometriki seýsmikanyň kanunlaryndan belli bolşy ýaly

$$\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}; \quad (2.60)$$

$\mathcal{G}_2 < \mathcal{G}_1$  bolanda ikinji sreda geçýan şöhle araçäkden daşlaşýar,  $\mathcal{G}_2 > \mathcal{G}_1$  bolanda araçäge golaýlaşmak bilen, düşme burçyň birnäçe maksimal bahasyndan “i”-den başlap

$\sin i = \frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}$  şerti kanagatlandyrsa, şöhle sredalaryň araçägi

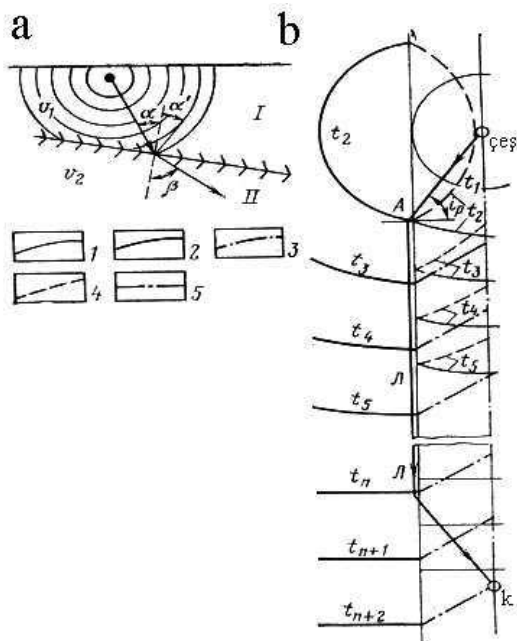
boýunça hereket edýar we döwürme burçy  $90^\circ$ -a deň bolýar.

Seredilýän nokatdan başlap, geçýan tolkunynyň ön hatary hemişelik  $\mathcal{G}_2 = \text{const}$  tizlik bilen araçäk boýunça hereket edýar, şol bir wagtyň özünde düşýän tolkunynyň ön hatarynyň araçäk boýunça hereket tizligi  $\mathcal{G}_2$ -den kiçi bolmak bilen, düşme burçunyň artmagyna baglylykda kemelmesini dowam edip, maýyşgak tolkunlaryň ýokarky gatlakdaky hereket tizliginiň hakyky “ $\mathcal{G}$ ” bahasyna ymtylýar. Düşýän tolkunynyň ön hatary serpigýän tolkunlary döretmegini dowam edýan hem bolsa, ikinji sreda geçýän tolkunlary emele getirmeýar. Tersine, geçýan tolkunynyň ön hatary, araçäkdäki indiki nokatlara düşýän tolkuna garanda ön baryp ýetýar we **Baş tolkun** – diýilýän döwürlen täze tolkuny emele getirýar.

Kesimde çäksiz galyňlykly gatlagyň garşysynda, guýunyň oky boýunça ýerleşdirilen sfera görnüşli tolkun

çeşmesinden maýyşgak tolkunlaryň ýaýraýşyna seredeliň.  $t = 0$  wagt pursatynda çeşmäniň geýberýan maýyşgak impulsy bilen baglanyşykly, sfera görnüşli ön hatar çägi (fronty) bolup düşýan “ $P_1$ ” boý tolkunlar ýaýrap başlaýar (suwuk sredada kese tolkunlar ýaýramaýar). “ $t_1$ ” wagt pursatynda “ $P_1$ ” tolkunynyň guýunyň diwaryna baryp ýetmegi netijesinde döreýan – serpigen “ $P_{11}$ ” tolkuny, “ $\mathcal{P}_{P_2}$ ” – tizlik bilen ýaýraýap; geçýän “ $P_{12}$ ” – boý tolkunyny we “ $\mathcal{P}_{S_2}$ ”- tizlik bilen ýaýraýan “ $P_1 S_2$ ”- kese tolkunyny döredýar ( $\mathcal{P}_{S_2} < \mathcal{P}_{P_1}$ ).

Çeşmeden ýaýrap, guýunyň diwaryna düşýän tolkunynyň fronty (ön hatary) “ $t_2$ ” wagt pursadynda diwar bilen birnäçe “ $i_{a,\varphi}$ ” burç emele getirýär we geçýan tolkunynyň fronty, guýunyň diwary boýunça hereket etmek bilen, düşýan “ $P_1$ ” we serpigen “ $P_{11}$ ” tolkunlardan  $\mathcal{P}_{P_2} > \mathcal{P}_{P_1}$  şerte görä ozup geçýär. “ $P_{12}$ ” geçýän tolkunynyň guýunyň diwary boýunça hereket etmegi, täze “ $P_{121}$ ” **Baş tolkun** emele getirýär. Bu tolkunynyň frontynyň üstüniň uly diametrli guýunyň diametrine deň, merkezi oky bolsa, guýunyň okuna gabat gelýan konus görnüşli üsti emele getirýär. Kabul ediji tarapyndan bellenilýan **Baş tolkun**, impuls çeşmesinden belleýjä barýança – buraw ergini – kesimi düzýan dag jynslary – buraw ergini – kabul ediji aralyklary geçýär. Bir-näçe “ $t$ ” wagt aralygynda tolkunlar kabul edijä aşaky yzygiderlilikde gelýarlar: “ $P_{121}$ ” – Baş tolkun, “ $P_1 S_2 P_1$ ” – geçýän kese tolkun, tizlikleri “ $\mathcal{P}_{P_2}$ ” we “ $\mathcal{P}_{S_2}$ ”-den kiçi bolan  $\mathcal{P}_{P_1}$ - tizlik bilen buraw ergininde ýaýraýan “ $P_1$ ” – göni-boý tolkun gelýar. “ $P_{11}$ ” – serpigen tolkun uly düşme burça ( $\alpha = 90^\circ$ ) we örän kiçi energiýa eýe bolany sebäpli, ony kabul ediji bellemeyär.



**26-njy surat.** Tolkunyň iki sredanyň araçäğinden geçişi we guýuda ýerleşen sferiki impuls çeşmesinden maýyşgak tolkunlaryň ýaýraýşy.

**Şertli belgilerde:**

$\alpha$  – düşme burçy;

$\alpha^1$  – serpişme burçy;

$\beta$  – döwürme burçy;

$v_1$  we  $v_2$  – I we II-sredalarda tolkunýň ýaýrama tizligi.

$t_1$  we  $t_2$  –tolkun frontynyň yzygiderlikde gelýän wagtlary.

1 – Düşyän göni tolkun  $P_1$ ;

2 – Geçýän tolkun  $P_{12}$ ;

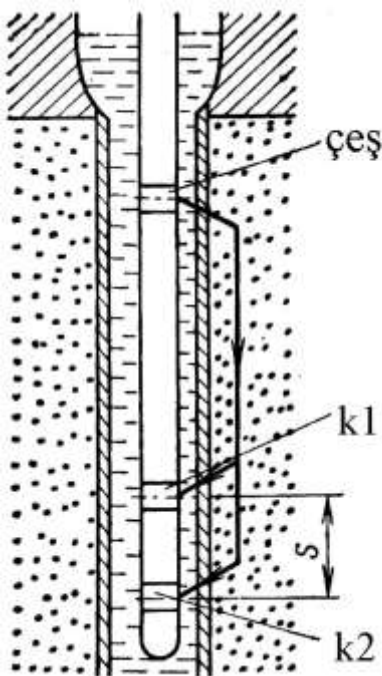
3 – Baş tolkun  $P_{121}$ ;

4 – serpişen tolkun  $P_{11}$ ;

5 – Guýunyň oky

## 2. Dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizligini we tolkun sönmesini öwrenýän Akustiki usul

Bellenilýän akustiki parametriň görnüşine görä, tolkunýň ýaýrama tizligini we onuň sönme koeffisiýentini belleýän usullara bölünýar. Akustiki parametrleri ýazmak üçin esasan hem 3-elektrodly zondlar ulanylýar.



**27-nji surat.** 3-elementli akustiki usulyň zondy.

### **Şertli belgilerde:**

И – çeşme.

k1 we k2 – kabul edijiler.

S – zondyň bazasynyň  
uzynlygy

3-elementli zond maýyşgak tolkuný dörediji çeşmeden «ç» we ondan bir-näçe daşlykda ýerleşen 2-sany «K<sub>e</sub>» kabul edijiden durýar. Zondyň başga bir görnüşinde 2-sany kabul edijiniň ýerine 2-sany çeşme hem bolup biler. Bu ýagdaýda 2 kabul edijini 2 çeşme bilen çalyşýarlar. Elementleriň şeýle ornuny çalyşmak bilen onuň ýerine ýetirýan işi üýtgemän galýar.

Kabul edijileriň (çeşmeleriň) aradaşlygy häsiýetli ululyk bolmak bilen, oňa zondyň bazasy «S» diýilýär. Zondyň

uzynlygy  $L_z$  hökmünde çeşmeden oňa golaý ýerleşen kabul edijä çenli aralyga seretmeklik kabul edilýär.

Akustiki usulyň ulrtases görnüşinde çeşme 3-4 perioddan ybarat bolan jaňgagaz görnüşli yrgyldy impulsyny goýberýär. Şol impulsyň täsiri netijesinde « $t_0$ » wagt pursadynda dag jynslaryny düzýän bölejikler herekete gelýär. Bölejikleriň deňagramlyk ýagdaýyndan ilkinji gyşarmasyna tolkun emele gelmesi diýilýär. Bölejikleriň deňagramlyk ýagdaýyndan maksimal gyşarmasyna, tolkunynyň faza amplitudasy diýilýär. Iki maksimumyň ýa-da minimumlaryň arasyndaky aralyk wagta bolsa, tolkunynyň görülyän periody

« $T$ » diýilýär. Periodyň ters ululygyna  $\frac{1}{T} = f$  tolkun ýygylygy diýilýär.

***Maýyşgak tolkunynyň dag jynslarynda ýaýraýyş tizligini*** öwrenýän usul, guýularyň kesimini düzýän dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň ýaýraýyş tizligini, ***aralyk wagty "Δt"***

ýagny,  $\Delta t = \frac{t_2 - t_1}{S}$ ; öwrenmeklige esaslanandyr.

Maýyşgak tolkunynyň bir uzynlyk birligi geçen wagty we onuň dag jynslaryndaky ýaýrama tizligi, birinji « $t_1$ » we ikinji « $t_2$ » kabul ediljilere gelen wagtlary hem-de olaryň tapawudy « $\Delta t$ » boýunça, tolkunynyň dag jynslaryndaky hereket tizligi kesgitlenilýär.

Tolkun, çeşmeden kabul edijä çenli aralygyň belli bir bölegini buraw ergini we toýun gabyjak boýunça hereket edýär. Bu aralygyň iki kabul ediji üçin hem deňligini göz önünde tutup, kabul ediljilere tolkunynyň gelip ýeten « $t_2$ » we « $t_1$ » wagtlaryň tapawudyny ulanmak, üç elementli zond bilen ölçeg geçirilende alynýan maglumatlara, guýunyň täsirini aradan aýyrmaga ýardam edýär. Tolkunyň çeşmeden birinji we ikinji kabul edijä çenli geçen ýolunyň tapawudy  $S$ -e (zondyň bazasy) deň. Şu ýagdaýdan ugur alyp, maýyşgak tolkunynyň ýaýrama tizligini

$$g_{d.j} = \frac{S}{t_2 - t_1} \text{ ýa-da} \quad (2.61)$$

üç elementli zond üçin tolkunynyň uzynlyk birligini, geçen wagtyňy

$$\Delta t = \frac{1}{g_{d.j}} - \frac{t_2 - t_1}{S}; \quad (2.62)$$

görnüşinde kesgitläp bolýar. Maýyşgak tolkunlaryň gatlak boýunça ýaýrama tizligine **gatlak tizligi** ýa-da aralyk tizligi diýilýär.

**Dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň sönme koeffisiýentini** öwrenýän usul, guýunyň kesimini düzýän dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň sönme häsiýetnamasynyň öwrenmäge esaslanandyr. Berlen nokatda maýyşgak tolkunynyň energiýasy we amplitudasy köp faktorlara bagly bolup durýar. Olardan esasy bolup: çeşmäniň kuwwaty, zondyň uzynlygy we dag jynsynyň häsiýeti hasaplanylýar. Öň hatary sfera görnüşli tolkun fronty bir meňzeş sredada ýaýranda, göwrüm birligine düşýän energiýanyň mukdary, çeşmeden seredilýän nokada çenli aralygyň kwadratyna proporsional; yrgyldynyň amplitudasy bolsa, bu aralyga ters proporsionallykda peselýär.

Guýy şertlerinde maýyşgak yrgyldylaryň sönme koeffisiýentine sredanyň bir meňzeş dälligi güýçli täsirini ýetirýär, bu bolsa öz gezeginde yrgyldynyň gowşamagyna we onuň amplitudasynyň peselmegine getirýar. Maýyşgak yrgyldylaryň dag jynslary tarapyndan siňdirilmegi, yrgyldynyň energiýasynyň ýylylyk energiýasyna öwrülme hadysasynyň yzyna doly dikeldip bolmaýan ýagdaýynda bolup geçýänligi bilen düşündirilýär. Bu bolsa kabul edilýän signalyň amplitudasynyň peselmegine getirýar.

Dag jynslarynyň maýyşgak yrgyldylarynyň siňdirmе ukybyny, tolkun amplitudasynyň «A» siňme depginini, akustiki usulyň maglumatlary esasynda kesgitlenilýär. Yrgyldynyň energiýasynyň siňmegi aşakdaky sebäplere görä: sredanyň ideal maýyşgak dälligi, tolkunynyň öň hatarynyň

hereketi netijesinde, onuň ýaýran meýdanynyň giňäp, uly giňişlikleri eýeleýänligi, energiýasynyň uly göwrüme ýaýraýanlygy üçin, sredanyň birmeňzeş dälligi, ýaýrama we difraksiýa hadysasynyň ýüze çykmagy şeýle-de, tolkun ýaýrama tizligi dürli bolan sredalaryň araçäklerinde, tolkunlaryň serpikmegi we döwürmegi bilen düşündirilýär. Maýyşgak yrgyldylaryň sönme ulylygyna dag jynslarynyň toýunlylygy, doýgunlaşma häsiýeti, jaýryklylygy we olardaky örän uly öýjükleriň bolmagy has hem uly täsir edýär. Ölçenilýän boý tolkunynyň uzynlyk birligindäki gowşamasy, belleýjä golaý ýerleşen we ondan daşda duran çeşmelerden kabul edijä gelýän yrgyldynyň degişlilikdäki « $A_1$ » we « $A_2$ » amplitudalary bilen baglanyşyklydyr.

Yrgyldynyň energiýasynyň siňmegi bilen baglanyşykly " $\ell$ " aralykda ähli tolkunlaryň  $\exp(\alpha_{ak}\ell)$  sapar gowşamasy bolup geçýär.

Kabul edijiniň belleýän boý tolkunynyň yrgyldysynyň amplitudasy şertli birliklerde, milliwoltlarda aňladylýär. Birnäçe ýagdaýlarda bolsa, yrgyldynyň bellenilen amplitudasynyň « $A_1$ » daýanç gatlagyň garşysynda bellenen maksimal amplitudasyna « $A_0$ » bolan gatnaşygyna  $\frac{A}{A_0}$ -e deň

bolan otnositel ululyk ulanylýar.

Maýyşgak tolkunlaryň siňme koeffisiýentini belleýän akustiki usulyň maglumatlaryna: zond – gurşap alan sreda we buraw ergini – dag jynslary ýaly araçäklerde akustiki garşylygyň bolmagy, esasy päsgel beriji bolup durýar. Bu garşylyk çalt hem-de düýpli üýtgeýän faktor hökmünde häsiýetlendirilýär we ölçenilýän parameter, hasaba alyp bolmaýan uly täsirini ýetirýär. Baş boý tolkunlary kesim boýunça belli bir şertde bellemek üçin, zondy guýunyň merkezi okynda ýerleşdirmek ýa-da ony guýunyň diwaryna gysmak zerurdyr.



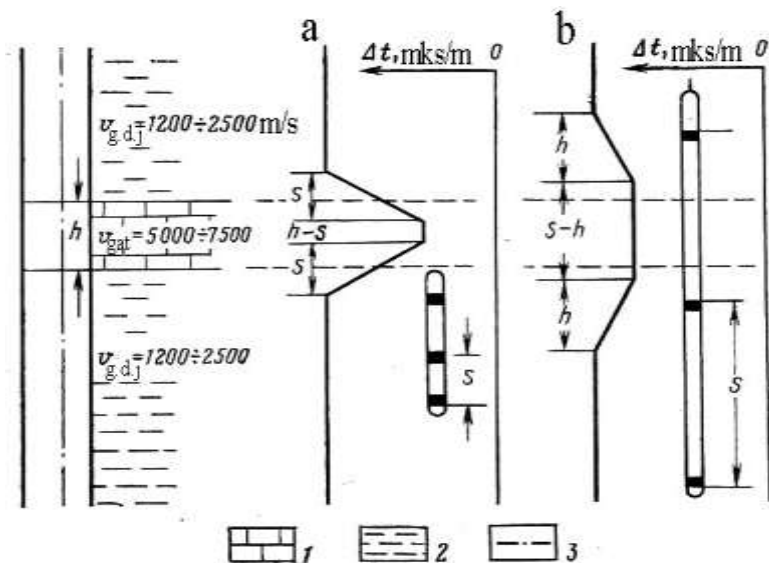
### 3. Akustiki usulyň diagrammasynyň görnüşini we gatlaklaryň araçäkleriniň kesgitlenişi

Akustiki usulda zondyň bazasyna deň bolan aralykda ýerleşen dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizligi belgilenilýär. Zondyň bazasynyň çäginde daşda ýerleşen dag jynslary, ölçenilýän parametre öz täsirini ýetirmeyär.

Üç elementli zondyň kömegi bilen we ýazgy nokady, zondyň bazasynyň merkezi diýip kabul edilen ýagdaý üçin alynan diagrammalara seredeliň.

a) galyň gatlak

b) ýuka gatlak



**28-nji surat.** Dürli galyňlykly gatlaklaryň garşysynda aralyk wagtyň diagrammasynyň hasaplanan ululyklary.

a) galyň gatlak  $h > s$ .

b) ýuka gatlak  $h < s$ .

### **Şertli belgilerde:**

1. Hek daşy.
2. Toýun.
3. Guýunyň oky.

**Galyň gatlak** ( $h > S$ ) gatlagyň ortasyna görä simmetriki anomaliýa bilen bellenilýär. Anomaliýanyň seredilýän iki nokatdan gyşaran ýerinden hasaplanan ini (seredilýän gatlagy gurşap duran sredanyň çäginin töweregindäki nokatlar), gatlagyň galyňlygy bilen zondyň bazasynyň uzynlygynyň jemine deňdir ( $h + S$ ). Diagrammadaky wertikal gönüçyzykly bölegi, tolkunynyň berlen aralygy geçen wagtyň hakyky bahasyna deňdir. Pes tizlikli gatlakda yrgyldynyň ýaýrama tizligini görkezýän wagt anomaliýasy, « $\Delta t$ » položitel bolmagynda galýar (a-surat).

**Ýuka gatlak** ( $h \leq S$ ) birmeňzeş çökündilerde simmetriki anomaliýa bilen häsiýetlendirilýär. Eger-de  $h = S$  bolsa, diagrammanyň simmetriki görnüşi bolup, « $\Delta t$ »-niň maksimum bahasy, tolkunynyň gatlakdaky hakyky tizligini berýär.  $h < S$  bolanda, ölçenilen " $\mathcal{G}$ " onuň hakyky bahasyndan kiçi bolýar (b-surat).

Bu ýagdaýda 
$$\frac{1}{\mathcal{G}} = \frac{h}{S\mathcal{G}_{gat}} + \frac{S-h}{S\mathcal{G}_{g.gat}}; \quad \text{ýa-da}$$

$$\Delta t = \frac{h}{S} \Delta t_{gat} + \left(1 - \frac{h}{S}\right) \Delta t_{g.gat}; \quad (2.63)$$

Bu ýerde:

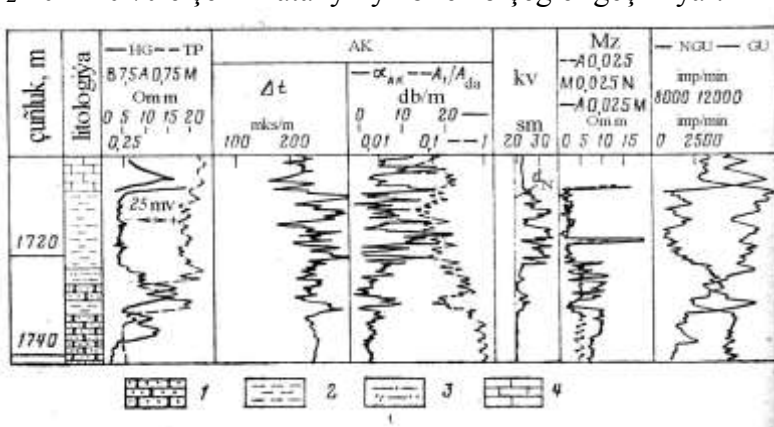
$\mathcal{G}_{gat}$  - gatlagy düzýän dag jynslarynda maýyşgak tolkunynyň ýaýrama tizligi.

$\mathcal{G}_{g.gat}$  - gatlagy gurşap alan sredadaky tizligi.

$h$  – seredilýän gatlagyň galyňlygy.

Anomaliýadaky gyşarma nokatlarynyň arasy  $h + S$ -e deňdir.

Gatlagnyň toýunlylygynyň artmagy, « $\Delta t$ »-niň we  $\alpha_{AK}$ -nyň ulalmagyna getirýär. Jaýrykly we jaýrykly-uly boşlukly kollektorlar, toýunsyz granulyar gurluşly dag jynslarynyň arasynda amplitudanyň «A» peselmesi we  $\alpha_{AK}$ -nyň ulalmasy bilen bellenilýär. Zondyň kabul edijileriniň aradaşlygy (baza-S) - bu abzalyň differensirleýji ukybyny görkezýär. Zondyň bazasy - S näçe kiçi bolsa, şonça-da ýuka gatlaklar diagrammada oňat bellenilýär. Şeýle-de bolsa, bazany kiçeltmeklik geçirilýän ölçegleriň takyklygyny peseldýär. Hakykatda bolsa, baza gyzyklandyryan ýuka gatlaklaryň galyňlygyndan kiçi bolar ýaly edip saýlanyp alynýar. Ondan başga-da, zondyň uzynlygy saýlanyp alynanda, gatlakda tolkun tizligi kesgitlenende syzyş zolagynyň täsiri az bolar ýaly edip alynýar. Çeşme, bilen kabul edijiniň aralygy " $L_z$ " - zondyň uzynlygy we S-baza – çeşmäniň kuwwatyny göz önünde tutup saýlanylýar. Senagatda adaty  $\zeta_1$  0,5  $\zeta_2$  1,5  $K_{ed}$  ýa-da  $K_{ed2}$  0,5  $K_{e1}$  1,5  $\zeta$  zondlar ulanylýar. SPAK-4 stansiya 4-simli kabelle (7500 m. çenli)  $dg = 130 \div 300$  mm  $t = 200^\circ S$   $P = 100$  MPa işlemäne niýetlenen.  $\Delta t$  1,5  $\div$  3 % - çenli  $A_1$  we  $A_2$  10  $\div$  20 %-e çenli nätakyklyk bilen ölçegler geçirilýär.



**29-njy surat.** Dag jynslarynyň toýunlylygynyň maýyşgak tolkunlaryň siňmesine edýän täsiri.

**Şertli belgilerde:** 1. Çäge daşy. 2. Toýun. 3. Çägesöw toýun. 4. Hek daşy.

29-njy suratda Akustiki usulyň hakyky diagrammasy görkezilen. Diagrammadan görnüşi ýaly, gatlagyň toýunlylygynyň artmagy  $\Delta t$  aralyk wagtyň we  $t_{ak}$  tolkunynyň siňme koeffisiýentiniň, Baş tolkunynyň amplitudasynyň (boý tolkun) gowşamagyna getirýär. Jaýrykly we jaýrykly – uly boşlukly kollektorlar, toýunsyz granulyar dag jynslarynyň arasynda, toýunly kollektor ýaly  $A$  – amplitudanyň kiçelmegi we  $\alpha_{AK}$  –sönme koeffisiýentiniň artmagy bilen bellenilýär.

Akustiki usulyň maglumatlary beýleki geofiziki usullaryň toplumynda dag jynslarynyň öýjükligini, kesgitlemäge karbonat kesimde jaýrykly we uly boşlukly zolaklary ýüze çykarmaga; kesimiň litologiýasyny kesgitlemäge; guýularyň tehniki ýagdaýy barada maglumat almaga; seýsmiki barlaglaryň maglumatlaryny teswirlemekde ulanylýan maýyşgak tolkunlaryň ýaýramasyny, orta we gatlak tizligini hasaplamaga mümkinçilik berýär. Akustiki usulyň diagrammasynyň esasynda, seýsmiki barlaglar geçirilýän sebitlerde serpikdiriji gorizontlary ýüze çykarmak we serpikmäniň hiline baha bermek üçin geçirilýän eksperimental seýsmiki barlag işleriniň göwrümini gysgaltmak mümkin

#### **4. GUÝULARYŇ TERMOMETRIKI BARLAGLARY**

Burawlanýan we ulanylýan guýularyň nili boýunça temperaturanyň ütgemesini ölçemeklik: Ýeriň tebigy ýylylyk meýdanyny; ýerli ýa-da lokal ýylylyk meýdany; guýuda buraw erginiň bolmagy we oturdylan sütünleriň aňyrsyndaky boşlugy doldurýan sement ergini bilen baglanyşykly ýüze çykýan emeli ýylylyk meýdanlaryny öwrenmek maksatlary bilen geçirilýär. Guýularda geçirilýän temperatura ölçegleriniň maglumatlary, Ýeriň ýylylyk meýdanyny öwrenmäge esas bolmak bilen, guýular burawlananda we ulanylanda ýüze çykýan birnäçe meseleleri çözmekde giňden ulanylýar.

## 5. Ýeriň tebigi ýylylyk meýdanyny öwrenýän usul (Geotermiýa)

Guýularyň geotermiki barlaglarynyň netijesinde, kontinentlerde (gury ýerde)  $10 \div 40$  metr çuňlukda ýerleşen dag jynslarynyň temperaturasynyň üýtgemegi, gün şöhlesiniň gije-gündiziň dowamynda, möwsümde, ýylda we asyryň dowamynda üýtgemesi bilen baglanyşykly bolýanlygy anyklanyldy.

Dünýä ummanynda we deňiz suwlarynda bu babatda gün şöhlesi bilen bolan arabaglanyşyk 300-metre çenli baryp ýetýär. Ýerleşen çuňluklary boýunça gije-gündiziň, ýylyň dowamynda temperaturanyň üýtgesiminiň täsiri örän pes bolup, gatlagyň temperaturasy hemişelik bahasyny saklaýan bolsa, onda ol **gatлага neýtral gatлак** diýilýär. Neýtral gatlagyň temperaturasy hökmünde ýer üstündäki temperaturanyň, ýylyň dowamynda üýtgesiminiň ortaça bahasy kabul edilýär. Bu gatlakdan aşaklygyna ähli ýerde çuňluga baglylykda, Ýeriň içki temperaturasy bilen kesgitlenilýän, temperaturanyň kanuna laýyklykda ýokarlanmagy bolup geçýär. Ýer jümmüşindäki ýylylygyň esasy çeşmesi, radioaktiw elementleriň dargamagy netijesinde ýuze çykýan energiýasy bilen baglanyşykly diýlip hasap edilýär, goşmaça çeşme hökmünde kristallizasiýa we polimorf öwrülişikler hem-de Ýeriň jümmüşinde bolup geçýän fiziki-himiki we beýleki hadysalar hyzmat edýär.

Çuňluk bilen temperaturanyň ýokarlanmasy geotermiýa gradiýenti « $\Gamma$ » diýilýän parametri bilen häsiýetlendirilýär. Senagatda Geotermiýa gradiýentiniň « $\Gamma$ » san bahasy deregine, Ýer jümmüşinde çuňlugyň 100 metr artmagynda temperaturanyň **Sesilerde** aňladylan san bahasynyň üýtgemegine düşünilýär.

$$\Gamma_{100} = 100 \frac{(T_2 - T_1)}{H_2 - H_1}; \quad (2.64)$$

Köp ýagdaýlarda temperaturanyň ösüşini häsiýetlendirmek üçin, geotermiýa gradiýentiniň ters ululygy bolan, ***Geotermiýa başgançagy*** “G” diýilýän parametr ulanylýar. Bu parametr temperaturanyň 1<sup>0</sup>S ýokarlanmasyna degişli çuňluklaryň tapawudyny görkezýär.

$$G = \frac{H_2 - H_1}{T_2 - T_1}; \quad (2.65)$$

Geotermiki gradiýent dag jynslarynyň ýylylyk garşylygyna proporsional ululyk bolmak bilen, guýunyň kesimini düzýän jynslarynyň litologiki aýratynlyklaryny görkezýän parametrdir.

$$\Gamma = q\xi; \quad (2.66)$$

Bu ýerde:

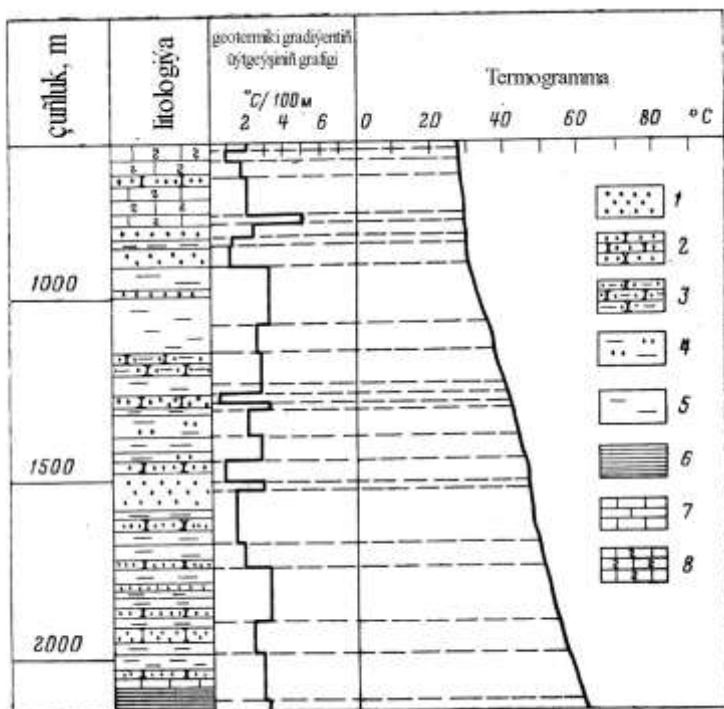
$q$  – ýylylyk akymynyň dykyzlygy.

$\xi$  - udel ýylylyk garşylygy.

Guýy, dürli litologiýaly dag jynslaryny kesip geçende, geotermiki gradiýentiň we termogrammanyň wertikala görä gyşarma burçunyň üýtgemesi, şu hadysa bilen baglanyşyklydyr. Ýylylyk akymynyň dykyzlygy “ $q$ ” hemişelik bolanda, geotermiki gradiýentiň diagrammasyny, ýylylyk garşylygy ýa-da onuň ters ululygy bolan ýylylyk geçirijiligi

$\xi = \frac{1}{\lambda}$  hökmünde seretmek bolýar.

Dag jynslarynyň ýylylyk häsiýetlerini, sütünler oturdylan şeýle-de oturdylmadyk guýularda öwrenmek mümkin, sebäbi metallaryň ýylylyk garşylygy dag jynslarynyň ýylylyk garşylygyndan onlarça esse kiçidir.



**30-njy surat.** Terrigen kesimde geotermiki gradiýentiň we termogrammanyň üýtgemesiniň grafığı.

**Şertli belgilerde:**

1. çäge.
2. çäge daşy.
3. toýunsow çäge daşy.
4. çägesow toýun.
5. toýun.
6. argillit.
7. hek daşy.
8. mel.

## 6. Ýerli (lokal) ýylylyk meýdanyny öwrenýän usuly

Guýularda ýüze çykýän ýerli ýa-da lokal ýylylyk meýdanlar, adaty NG-ly gatlaklara, özünde suw hereket edýän kollektor gatlaklara, sulfid magdanlaryna, gazylyp alynýan kömürlere, galogen çökündilere degişlidir.

Öýjükli, geçirijiligi bolan sredanyň üstünden suwuklyk syzyp geçende, sürtülme hadysasy bilen baglanyşyklylykda ol sredanyň temperaturasy ýokarlanýar; gaz geçende, gazyň giňelmegi bilen baglanyşykly ýüze çykýän adiabاتيki hadysanyň netijesinde bolsa, peselýär.

Bu hadysa Joul Tompsonyň effekti ýa-da gazyň, nebitiň önümlü gatlakda hereketiniň (drossel effekti) netijesinde ýüze çykýän effekt diýilýär. Drossel effektiniň netijesinde, maksimal bahasy aşakdaky deňlemeýden kesgitlenilýän temperatura anomaliýasy ýüze çykýär.

$$\Delta T_{\max} = \varepsilon (P_g - P_{\text{gat}}) = -\varepsilon \Delta P ; (2.67)$$

Bu ýerde:

$\varepsilon$  - Joul Tompsonyň effektiw koeffisiýenti.

$\Delta P = P_g - P_{\text{gat}}$  - gatlak-guýy ulgamyndaky basyşyň tapawudy.

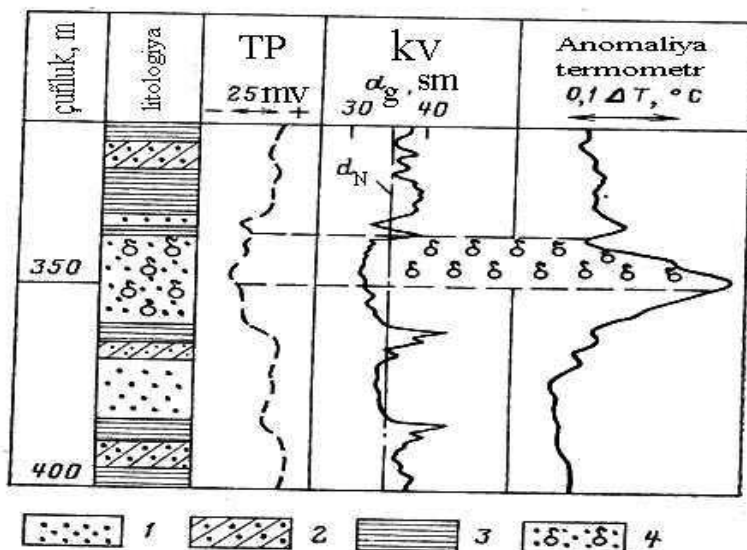
Eger gaz drossel hadysasy netijesinde töweregi sowadýan bolsa, onda  $\varepsilon$ -yň san bahasy položitel, eger-de töweregiň temperaturasy ýokarlanýan bolsa, onda ol ulylyga otrisatel diýmeklik kabul edilen.  $\varepsilon$ -koeffisiýentiň san bahasy, gazyň düzümine we onuň temperaturasyna baglydyr. Tebigy gazlar üçin temperatura  $20 \div 200^\circ\text{S}$ -a, basyş  $5 \div 30$  MPa-a çenli üýtgände  $\varepsilon \approx 0,05 \div 0,45$  aralygynda üýtgeýär.

Gazyň basyşynyň we molekulýar agyrylgynyň artmagy bilen  $\varepsilon$ -nyň san bahasy kiçelýär. Guýy burawlanan mahaly buraw ergininiň gidrostatiki basyşy, gatlak basyşyndan ýokary bolýanlygy sebäpli, açylýan gazly gatlaklar temperaturanyň peselmesi



bilen bellenilýär. Ulanylýan guýularda basyşlaryň gatnaşygyna garamazdan gaz çykýan gatlak otrisatel anomaliýa bilen bellenilýär.

(2.67)-deňlemeden görnişi ýaly " $\Delta T$ "-niň san bahasy gatlakdan guýa çykýan gazyň mukdaryna bagly bolman, eýsäm önümlü gatlagyň garşysyndaky basyşlaryň tapawudyna baglydyr. Şonuň üçin az mukdarda gaz berýän, ýöne basyşlaryň tapawudy uly bolan gatlagyň garşysynda sowama (-) anomaliýasyny berip, şol bir wagtyň özünde, köp mukdarda gaz berýän oňat syzyjylykly gatlagyň garşysynda, basyşlaryň tapawudy az bolan mahalynda " $\Delta T$ "-kiçi baha eýe bolmagy mümkin.  $\varepsilon$ -nyň san bahasy nebit üçin  $-0,1 \div 0,15$ ; suw üçin  $-0,05$ -e deňdir. Şunuň bilen baglanyşyklylykda guýunyň içinden nebitiň we suwuň çykýan ýerinde uly bolmadyk, položitel anomaliýa döremegi mümkin.



**31-njy surat.** Anomalous thermogram showing the gas-bearing capacity of the collector layers on the surface.

### ***Şertli belgilerde:***

- 1 – çäge daşy;
- 2 – alewrolit;
- 3 – toýun;
- 4 – gaz bilen doýgunlaşan kollektorlar.

## **7. Emeli ýylylyk meýdanyny öwrenýän usuly**

Emeli döreýän ýylylyk meýdanyny ölçemek üçin barlag geçirmegiň esasy

Şerti, guýularda durnuklaşmadyk ýylylyk meýdanynyň bolmagydyr. Guýuda buraw ergininiň hereketi duruzylandan soň ol gurşap alan sredanyň (gatlagyň tebigy temperaturasy) temperaturasyny kabul edýär. Litologiki taýdan dürli dag jynslary dürli temperatura geçirijilige eýe bolýanlygy sebäpli, buraw ergininiň gurşap alan gatlaklardan, temperaturanyň kabul ediş tizligi hem dürlidir. Şonuň üçin, termogramma boýunça uly we kiçi ýylylyk geçirijiligi bilen tapawutlanýan gatlaklary ýüze çykarmak mümkin. Çäge toýuna garanda uly temperatura geçirijiligine eýedir, şol sebäbe görä buraw ergininiň temperaturasyna baglylykda, çäge ýokary ýa-da pes temperatura bilen bellenilip bilner. Şeýlelikde, termogramma boýunça uly we kiçi temperatura geçirijilige bolan gatlaklary ýüze çykarmak mümkin.

Pes temperatura geçirijilige eýe bolan toýun, gatlaklaryň garşysynda guýunyň diametriniň ulalmagy (emeli taýdan) bu dag jynslarynyň temperatura geçirijiliginiň goşmaça peselmegine we olaryň garşysynda termogrammanyň differensirlenişiniň oňatlaşmagyna getirýär. Oturdylan sütünler sementlenenden soň, sement daşynyň bar bolan aralygynda, sement gatanda ýüze çykýän *ekzotermiki* reaksiýanyň netijesinde, dag jynslarynyň we buraw ergininiň temperaturasynyň ýokarlamagy bolup geçýär. Sement guýulandan soň 12 ÷ 30 sagat geçenden soň, termiki barlaglar geçirmek üçin optimal wagt hasap edilýär. Otnositel uly bolmadyk çuňluklara burawlanýan guýularda, sement doňanda

bölünip çykýan ýylylyk, gurşap alan dag jynslarynyň temperaturasyndan ýokary bolýar, bu ýagdaýda suw bilen doýgunlaşan çäge, termogrammada pes temperatura bilen, toýunlar ýokary temperatura bilen belleniýär.

## 8. Elektrotermometrler

Guýularda temperaturany ölçemek üçin, bir ýa-da köp simli kabelleri ulanmak bilen, elektrik garşylygynyň deňagramlylygynyň bozulmagyna duýgur bolan elektrik termometrler ulanylýar. Elektrik termometrleriň işleýşi, metal geçirijiniň temperaturanyň üýtgemegi bilen, onuň garşylygynyň üýtgeýänligine esaslanandyr.

Bu arabaglanyşyk aşakdaky aňlatmadan aýdyň görülýär:

$$R = R_0[1 + \alpha(T - T_0)]; \quad (2.68)$$

Bu ýerde:

$T_0$  – elektrik zynjyrdaky deňagramlylygy üpjün edýän, termometri gurşap alan sredanyň temperaturasy. Adatça ol  $T_0 = 21^\circ\text{S}$ .

$R_0$  –  $T_0$ -temperaturada geçirijiniň garşylygy.

$T$  – ölçeg geçirilýän sredanyň temperaturasy.

$\alpha$  – temperatura  $1^\circ\text{S}$ -üýtgände geçirijiniň garşylygynyň üýtgemesini häsiýetlendirýän koeffisiýent.

Elektrotermometriň duýujy elementi hökmünde, temperatura koeffisiýenti

uly bolan metalliki ýa-da ýarymgeçiriji rezistorlar ulanylýar. Şeýle termometrler, gurşap alan sredanyň temperaturasynyň örän çalt kabul edýärler we guýuda termometr hereket edende, üznüksiz termogramma ýazmagy üpjün edýär. Düýgur elementiniň garşylygynyň ölçeniş usuly boýunça, termometrleriň birnäçe görnüşlerini tapawutlandyrýarlar. Nebitgaz guýularyndaky temperaturanyň üýtgemesini ölçemek üçin, bir simli kabelleri ulanmaklyga niýetlenen elektron termometrler giňden ýaýrandyr.

Elektron termometrler bilen işlenilende termogrammanyň masştabyny adatça 0,25; 0,5 ýa-da  $1^{\circ}\text{S}/1\text{sm}$  saýlap alýarlar. Termometr guýunyň içine girizilmezden öň ýer üstünde barlanylýar. Barlamak üçin, termometri gurşap alan sredanyň temperaturasyny, şol bir wagtyň özünde elektriki we simaply termometrler bilen ölçeyärler. Termometrleriň görkezen san bahasynyň tapawudy  $0,5^{\circ}\text{S}$ -den uly bolmaly däldir. Termogramma guýy abzaly aşaklygyna hereket edende ýazylýar, şeýlelik bilen, buraw ergininiň termometriň hereketi netijesinde ornuny üýtgetmesi bilen baglanyşykly ýüze çykýan nätaklyklygyň öňi alynýar.

Termometr ýylylyk inersiýasy bilen häsiýetlendirilýär, ýagny ol gurşap alan sredanyň temperaturasyny mgnowen kabul etmän, eýsäm aşadaky aňlatma laýyklykda bir-näçe wagtyň geçmegi bilen özüne kabul edip alýar.

$$T = T_s + (T_{des} - T_s) \exp\left(-\frac{1}{\tau_t}\right); \quad (2.69)$$

Bu ýerde:

**T** – ölçenilen temperatura

$\tau_t$  - duýgyr elementiň sredanyň **T<sub>s</sub>** temperaturasynyň  $\frac{2}{3}$  bölegini kabul edip bilýan wagty - termometriň ýylylyk inersiýasy.

**T<sub>des</sub>** – sredanyň deslapky temperaturasy.

$\tau_t$  - dürli termometrler üçin  $0,5 \div 3$  sekunda deňdir.

Termometriki ölçegleriň takyklygy, guýuda termometriň hereket tizligine baglydyr.

## 9. Guýularyň termiki barlaglaryň ulanylýan çäkleri

Guýularda temperatura ölçegleri, geologiki kesimi we guýularyň tehniki ýagdaýlaryny öwrenmäge degişli meseleleri çözmek maksatlary bilen geçirýärler. Termogrammany ýazmak usulyny we masştabyny saýlap almaklyk, çözmeli meseläniň häsiýetinden we takyklygyndan ugur alyp kesgitlenilýär.

Temperaturanyň obsolýut bahasynyň çuňlyga we wagta görä üýtgemesini (adaty termometriýa) aşakdaky meseleleri: esasy geotermiki parametrler: (geotermiki gradiýenti, geotermiki basgançagy, ýylylyk akymynyň dykzlygyny), dag jynslarynyň ýylylyk häsiýetnamalaryny (ýylylyk-geçirijiligini, ýylylyk garşylygyny, temperatura geçirijiligini), guýularyň tehniki ýagdaýyny öwrenmek (sütün aňyrsynda sementiň galan derejesini, sütün aňyrsynda flýuidleriň herketini, olaryň guýa gelýän ugryny, guýuda suwuklygyň siňýän aralygyny, buraw wagtynda flýuidiň gatladan guýa akyp çykýan ýerini) we ş.m. çözmek üçin ulanýärlar.

Termogrammalar  $0,25 \div 0,5^{\circ}\text{S}$  takyklykda ýazylýar. Has takyk ýazgylar geçirmek üçin, duýujylygy örän ýokary termometrler ulanylýar. Ýokary duýujylygy bolan termometrler ýerasty gaz saklaýjylarda, gaz gysyp girizýän zolaklary, basyş astynda sementiň gysyp girizilen çuňlygyny, önümlü gatlagyň ýerleşen ýerini, GNÇ (nebit-gaz çäklerini), burawlanýan guýularda buraw erginini siňdirýän zolaklary, gidrorazryw (jaýryklary) we ş.m. kesgitlemek maksatlary üçin ulanylýar.

## **V BÖLÜM.**

### **GUÝULARYŇ TEHNIKI ÝAGDAÝYNY ÖWRENMEK**

Geofiziki usullar barlanylýan we ulanylýan guýularyň tehniki ýagdaýyny öwrenmek üçin ulanylýar. Häzirki wagtda geofiziki usullary ulanmak bilen aşakdaky meseleleri çözmek mümkin: guýularyň diametrini ölçemek, guýunyň niliniň giňişlikdäki ýagdaýyny (gyşarmasyny) kesgitlemek (inklinometriýa), guýunyň niliniň profilini ölçemek (profilometriýa, kawernometriýa), oturdylan sütünleriň aňyrsyndaky sement daşynyň ýagdaýyny barlamak, oturdylan sütünleriň ýagdaýyna gözegçilik etmek, guýunyň kesiminde akymyň gelyän we suwuklyk siňdirýän aralyklar kesgitlemek, sütün aňyrsyndaky suwuklygyň hereketini, guýuda buraw instrumentiniň gysylan ýerini, guýunyň emeli düýbini (iskustwennyý zaboý), guýuda suwuň, nebitiň derejesini kesgitlemek, gatlagyň gidrorazryw (böwsme) zolagyny barlamak, guýuda metallaryň ýatan ýerini kesgitlemek, sement köpüleri barlamak, bölüji pakerleriň ýerleşen ýerini kesgitlemek we ş.m.

Geofiziki barlaglary geçirmek bilen guýularyň tehniki ýagdaýy barada alynan maglumat, guýulary talaba laýyk burawlamakda we tamamlamakda, nebit-gaz ýataklarynyň özleşdirilişine gözegçilikde, ulanylýan guýularda düýpli abatlaýyş işlerini geçirmekde zerurdyr. Mundan başga-da, guýunyň tehniki ýagdaýy baradaky maglumat, geofiziki barlaglaryň netijelerini geologiki teswirlemekde hem ulanylýar.

## 1. Guýularyň niliniň gysarmasyny kesgitlemek

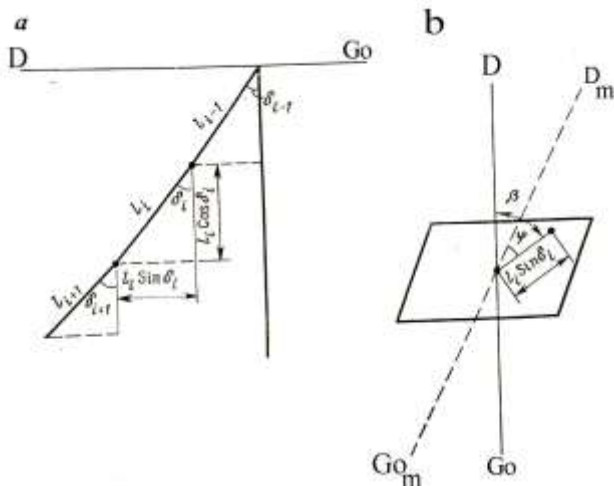
Burawlanýan guýular taslamada göz önünde tutulýşyna baglylykda iki görnüşe: dik, ýagny guýunyň agzynyň proyeksiýasy düýbi bilen gabat gelýän we ýörite, wertikaldan gysardyp burawlanýan guýulara bölünýärler. Wertikal guýular burawlananda buraw turbalarynyň gysarmasy, burawlanma döwürde gorizonta tekizlige belli bir burç bilen ýatan dürli dyklykly gatlaklaryň düş gelýänligi sebäpli, guýunyň niliniň berilen ugryndan gysarmasy ýüze çykýar.

Guýunyň niliniň hakyky ýagdaýy baradaky maglumat, ilki bilen tehnologiýalara guýunyň niliniň çenden aş gysarmasynyň önümi almak üçin gerek. Şol nukdaý nazardan guýunyň nilinde želoblaryň emele gelen ýerini kesgitlemek, burawlama döwründe geofiziki barlaglar geçirilende, buraw instrumentlerini guýunyň içine düşürüp - çykarmakda, sütünler, filtrlar (süzgüçler) oturdylanda çylşyrymly ýagdaýlaryň ýüze çykmagyna getirýän pursatlaryny önünden bilmek üçin zerurdyr.

Mundan başga-da, geologiki gurluşlaryň şekilleri düzülende, guýunyň düýbuniň ýerleşen ýeri, açylan gatlaklaryň ýerleşen absolýut çuňluklary, olaryň kadaly galyňlygy kesgitlenilende, guýunyň gysarma burçuny hasaba almak zerurdyr.

Guýunyň nilinde ýerleşen islendik nokadyň giňişlikdäki ýagdaýy iki ululyk bilen häsiýetlendirilýär: guýunyň niliniň berilen ugurdan **gysarma burçy  $\delta$**  (guýunyň gysarmasy), we **direksion burçy  $\beta$** .

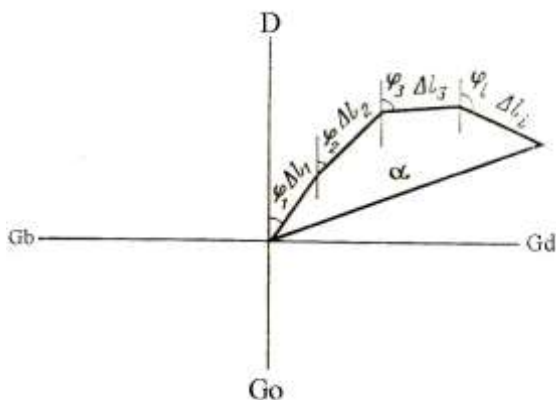
**$\beta$**  – burçy guýunyň oky boýunça, çuňlugynyň artýan ugry bilen onuň gorizonta proyeksiýasynyň (şekiliniň) we geografiki meridianyň arasyndaky burç. Adatça direksion burçuň ýerine magnit azimut burçyndan « $\Phi$ », ýagny guýunyň okunyň elementiniň gorizonta proyeksiýasy bilen, magnit meýdanynyň demirgazyk ugryna görä, sagat diliniň hereketi boýunça hasaplanan burç ulanylýar.



**32-nji surat.** Guýunyň niliniň böleginiň wertikal (a), gorizonta (b) tekizliklerdäki proyeksiýasy.

Guýunyň niliniň gyşarmasyny kesgitlemek, guýunyň niliniň seredilýän yzygiderlikde ýerleşen aralyklarda, onuň giňişlikdäki ýagdaýyny kesgitlemeklige syrykdyrylýar. Bu ýagdaýda guýunyň niliniň seredilýän bölegi gönüçyzykly diýlip kabul edilýär. Guýuda ölçegler belli nokatlarda geçirilýär. Wertikal burawlanylýan guýularda iki nokadyň arasy 25 m, gyýşyk ugrukdyrylyp burawlanylýan guýularda ol aralyk 5 metre deňdir.





### 33-nji surat.

Guýunyň niliniň gorizonta  
 proyeksiýasy – inklinogramma  
 gurmagyň mysaly.

Guýunyň niliniň proyeksiýasy kesgitlenilende, ölçegleriň aşakda ýerleşen nokadynda alynan  $\delta$  we  $\varphi$ -ň bahasy indiki ölçeg nokadyna çenli hemişelik ýagdaýyny saklaýar diýip kabul edilýär. Wertikal çyzygyň üstünden geçýän tekizlik bilen, bellenen aralykda, guýunyň oky diýlip kabul edilen göni çyzyga, guýunyň gýşarma tekizligi diýilýär. Gýşarma burçunyň hakyky bahasy, şeýle-de guýunyň berilen çuňlugyndaky gorizonta proyeksiýasynyň ululygy, gýşarma tekizligi kesgitleýär. Niliň seredilýän aralyklarynyň wertikal tekizlige proyeksiýasy şeýle kesgitlenilýär.

$$\ell_{\text{iwert}} = \ell_i \sin \delta_i ; \quad (2.70)$$

Bu ýerde:

$\ell_{\text{iwert}} = h_{i+1} - h_i$   $h_{i+1}$  we  $h_i$  ýokarky we aşakdaky ölçeg geçirilen nokatlaryň ýerleşen çuňlugy.

$H_i$  – çuňlukda açylan gatlagyň absolýut çuňlugyny kesgitlemek üçin, guýunyň agzyndan, seredilýän aralyga çenli wertikal proyeksiýasynyň jemi hasaplaýarlar.

$$H_i = \sum_{i=1}^h \ell_{i \text{ went}} = \sum_{i=1}^h \ell_{i \cos \delta_i} \quad (2.71)$$

Guýunyň  $\Delta \ell_i$  aralygynyň  $\delta_i$  burça gyşarmasynyň gorizonta proyeksiýasy

$$\Delta \ell_i = \ell_i \sin \delta_i - \text{deň bolýar} \quad (2.72)$$

Guýunyň gyşarma burçunyň ölçenilen we gorizonta proyeksiýasynyň hasaplanan san bahalary boýunça, guýunyň okynyň gorizonta tekizlige proyeksiýasy bolan – inklinogramma gurýarlar. Inklinogrammany, iň kiçi çuňlukdan başlap  $\Delta \ell_i$ -ň hasaplanan ähli bahasyny yzygiderlikde ölçenilen  $\phi$  burçyň ugryna goýmak bilen gurýarlar. Ilkinji ölçenilen aralygyň başlangyç nokadyny, soňky geçirilen ölçegiň ahyrky nokady bilen birleşdirip, guýunyň okynyň barlanylan aralykda wertikaldan umumy gyşarmasy bolan  $\alpha$ -ni alýarlar.

Şeýlelikde, guýunyň okynyň wertikaldan umumy gyşarmasyny we gyşaran ugry tapylýar. Adatça inklinogrammany 1:200 masştabda gurýarlar. Guýunyň gyşarma burçuny we bu gyşarmanyň azimutyny kesgitlemek inklinometr diýilýän ýörite abzalyň kömegi bilen ýerine ýetirilýär. Ölçeg ulgamynyň gurlyşyna baglylykda inklinometleri üç topara bölýärler.

**Birinji topar** – azimut burçyny ölçemek üçin magnit diljagazyndan, gyşarma burçuny ölçemek bolsa, erkin asylan ýükden peýdalanylýan abzallary özüne birikdirýär. Maglumat berijileriň (zondyň), kabelleriň kömegi bilen ýer üstüne berýän maglumaty, inklinometrde ýerleşdirilen üýtgeýän garşylykda elektrik signalyna öwrülip, belleýji stansiýa geçirilýär. Şu sebäbe görä, şeýle prinsipde işleýän abzallara elektrik garşylygynda işleýän inklinometrlar hem diýilýär.

**Ikinji topara** – fotoinklinometrlar girýär. Şeýle abzallarda azimut burçuny görkezijiler hökmünde bussol, gyşarma burçyny görkeziji hökmünde bolsa, burç tory çekilen

ayna we onuň sferiki üsti boýunça, erkin hereket edip bilýän şar hyzmat edýär. Ölçegler, saýlanylyp alynan aýratyn nokatlarda geçirilýär. Netijeleri bellemeklik, inklinometriň hereket edýän bölümleriniň ýagdaýyny kinoplýonka surata düşürme ýoly bilen amal edilýär.

**Üçünji topara** – giroskopiki inklinometrler girýär. Bu abzallarda azimut burçuny ölçýji hökmünde, giňişlikde aýlananda berilen ugruny üýtgetmän saklaýan giroskop ulanylýar. Gyşarma burçuny ölçemek üçin, butnawsyz nokatdan asylan ýük hyzmat edýär. Ölçegler guýunyň nili boýunça yzygiderli we üznüksiz alynyp barylýar.

Azimut burçuny ölçýji hökmünde bussol ulanylýan abzallary, diňe sütünler oturdylmadyk guýularda ulanmak mümkin. Giroskopiki inklinometrleri islendik guýuda ölçeg geçirmek üçin ulanmak mümkin. Nebit we gaz üçin geologiki barlag işlerinde, ölçeg geçiriji hökmünde graduirlenen elektrik garşylygy ulanylýan, şeýle-de aralykdan dolandyrylýan elektriki inklinometrler ulanylýar. Şeýle abzallara ИТ-200, И-7, КИТ, КИТА kysymly inklinometrler degişlidir. Ähli agzalan inklinometrler gurluşlary boýunça tapawutlanýan hem bolsa, işleýiş prinsipleri üýtgemän galýar.

## 2. GUÝULARYŇ DIAMETRINI ÖLÇEMEK. KAWERNOMETRIÝA WE PROFILOMETRIÝA

Guýular burawlananda dolotanyň diametri guýunyň saýlanylyp alynan gurluşyna baglydyr. Eger-de guýunyň burawlanan böleginiň diametri, dolotanyň ýa-da koronkanyň diametrine deň bolsa, onda oňa **nominal** diametr diýilýär. Şeýle-de bolsa, dürli litologiýaly geologiki kesimde guýunyň hakyky diametri hemişe **nominal** ýagdaýyny saklamaýar we ondan kiçi ýa-da uly bolmagynda galýar. Nominal diametr syzyjylygy bolmadyk dykyz gatlaklara mahsusdyr. Diametriň

ulalmagy,  $\left(\frac{d_g}{d_n} > 1\right)$  - kawern emele gelmegi, toýunlara, toýunly

dag jynslaryna we dykyzlaşan çäge daşlaryna mahsus bolup, diametriň kiçelmegi buraw ergininiň suwunyň (filtratyň) syzyp geçýän kollektor dag jynslaryna häsiýetlidir. Guýunyň diametriniň kiçelmegi, buraw ergininiň filtratynyň gatлага syzyp geçmegi netijesinde, guýunyň diwarynda toýun gabyjagynyň emele gelmegi bilen düşündirilýär. Toýun gabyjagyň galyňlygy, buraw ergininiň fiziki-himiki aýratynlygyna, şeýle-de dag jynslarynyň kollektorlyk häsiýetine bagly bolup, onuň galyňlygy  $2 \div 4$  sm-e çenli ýetip biler.

Guýunyň hakyky diametri baradaky maglumat:

1. Oturdylan sütünleri berkitmeklige zerur bolan sementiň mukdaryny hasaplamak üçin, oturdylan sütüniň aňyrsyndaky boşlugyň göwrümini kesgitlemekde;
2. Sütünleriň başmagyny, filtrleri ýa-da gatlakda synag geçirijileri oturtmak üçin guýuda amatly ýerleri saýlamakda;
3. Buraw prosesinde guýunyň niliniň ýagdaýyna gözegçilikde;
4. Guýularyň geofiziki barlaglarynyň maglumatlaryny mukdar taýdan teswirlemekde;
5. Guýunyň geologiki kesimini anyklamakda (litologiyasyny kesgitlemekde we kollektorlary ýüze çykarmakda) ulanylýar.

Guýularyň hakyky diametrini kawernometrleriň kömegi bilen ölçeyärler. Çuňluk masştabynda guýunyň diametriniň üýtgemegini görkezýän ergi çyzyga kawernogramma diýilýär.

Guýunyň niliniň kese kesimi hemişe tegelek bolmaýar. Niliň tegelek görünüşinden bozulmagy, guýunyň wertikaldan gyşarmasy bilen baglylykda, buraw instrumentiniň birleşmeleriniň diwara sürtülmesi netijesinde, **želob** (tegelek görünüşinden üýtgame) emele gelenlýär.

Diwaryny berkitmek üçin, guýunyň niline göýberilen sütünlerde, olaryň kesimi boýunça deňagramly bolmadyk mehaniki naprýaženiýanyň ýüze çykmagy bilen baglanyşykly,

şeyle-de atyş-partladyş işleriniň netijesinde guýunyň kesiminiň görnüşiniň we diametriniň üýtgemegi ýa-da bolmasa, deformasiýa hadysasy bolup geçýär.

Açyk, şeyle-de sütünler oturdylan guýularyň diametrini şol bir wagtyň özünde özara perpendikulýar birnäçe wertikal tekizlik boýunça ölçemeklik **profilomerleriň kömegi** bilen amala aşyrylýar. Mundan hem başga, guýularyň diametrini  $3 \div 4$  tekizlik boýunça ölçeyän abzallar bar.

Nili açyk guýularda profilomeriň maglumatlary, buraw instrumentini tutup saklap biljek **želoblaryň** emele gelmeginiň önüni alyş çärelerini işläp düzmek, sütünler oturdylandan soň, sütün aňyrsyndaky boşlugy sementlemek üçin, zerur bolan sementiň mukdaryny hasaplamak we sementometriýanyň diagrammasyny has takyk teswirlemekde ulanylýar.

Senagatda ulanylýan kawernomerleriň we profilomerleriň işleýiş prinsipleri birmeňzeşdir we ölçeg eginleriniň mehaniki hereketini elektriki signala öwürip, kabel boýunça belleýji abzala berýär. Kawernomer – profilomerler özüniň elektriki şekilleri we eginleriniň gurluşy bilen tapawutlanýarlar. Kawernomer – profilomerleriň CKC, CKO, KC-3, KB-2, KΦM, KCV, CKΠ-1, TΠK-1, CΠP-1, ΠTC-1, ΠTC-2, KM we başgada birnäçe görnüşleri bar.

Guýularda ölçeg geçirilmezden ön kawernomer-profilomerler **graduirlenilýär** we abzalyň hemişeligi “C”, oňa degişli deslapky diametr “d<sub>0</sub>” hem-de normal tok guýji I<sub>0</sub> kesgitlenilip alynýan maglumatlaryň çyzykly arabaglanýşygy barlanylýar.

Kawernomer-profilomerleri graduirmek, stasionar şertlerde “goşmak” alamaty görnüşli, her bir tarapyndan merkezden deň daşlaşýan deşikler bilen üpjün edilen gurluşdan ýa-da dürli “d” diametrli tegeklerden peýdalanylýar. Kawernomeriň hemişeligi “C”, aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýär.

$$C = J_o \frac{(d^{11} - d^1)}{(\Delta U_2 - \Delta U_1)}; \quad (2.73)$$

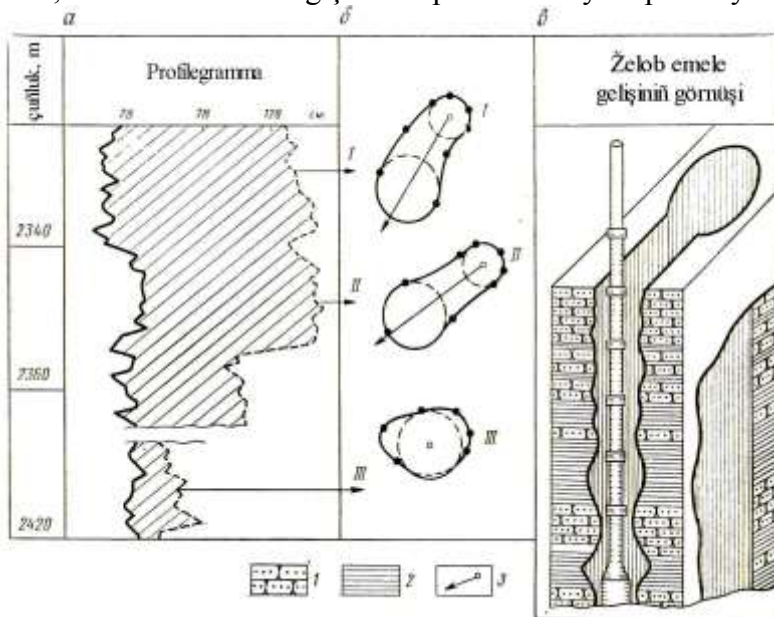
$$\text{Guýunyň diametri bolsa } d_g = d_o + C \frac{\Delta U}{J}; \quad (2.74)$$

Bu ýerde:

$d_o$ ,  $\Delta U = 0$  bolan ýagdaýy.

$d^{11}$  we  $d^1$  –ölçeg geçirilýän tegelekleriň diametri;

$\Delta U_2$ ;  $\Delta U_1$  -  $d^{11}$  we  $d^1$  deňşililikde potensiallaryň tapawudy.



**34-njy surat.** Guýunyň kesiminde želob ýüze çykarlyşynyň mysallary.

- SKP-abzaly bilen alynan profilogramma;
- Guýunyň kese kesiminiň SPR-abzalyň maglumatlary boýunça gurulan diagrammasy;
- Želob emele gelişiniň şekili.

**Şertli belgilerde:**

1 – çäge daşy. 2 – toýun. 3 – želobyň azimuty.

Kawernogrammalar – profilogrammalar adatça 1 : 500; 1 : 200; 1 : 50 çuňluk masştabynda we 1; 2; 5 sm/sm gorizonta masştablarda ýerine ýetirilýär. Kawernogramma ýazylanda, abzalyň guýy boýunça ýokarylygyna hereket tizligi

kawernomer-profilomeriň gurluşyna baglylykda  $1000 \div 3000$  m/sag çäklerinde bolmaly.

Zerur bolan ýazgy masşaby üç simli kabel ulanylanda tok güýjini saýlap almak bilen, aşakdaky şerti bozman ýerine ýetirilýär.

$$\ell = \frac{CR_o}{n} ; \quad (2.75)$$

Bu ýerde:

$\ell$  - belleýji gurluşda signal bilen baglanyşykly gyşarma.

$R_o$  – gözegçilik şuntyň garşylygy.

$n$  – diagrammada talap edilýän masşab.

Tok güýjüne aşakdaky aňlatmadan baha bermek mümkin.

$$I = \frac{Cm}{n} ; \quad (2.76)$$

Bu ýerde:

$m$  – ölçeg kanalynda naprýaženiýa boýunça hemişelik.

Tok güýji kawernogramma ýazylanda, onuň normal (adaty) bahasynyň  $I_o$ , iki essesinden ýokary bolmaly däl.

Bir simli kabel arkaly kawernogramma ýazylanda, ýazgy masşaby aşakdaky ýaly kesgitlenilýär. Belleýji gurluş nol ýagdaýyna getirilýär, kawernometriň ryçaglaryny (aýaklary) belli bolan diametre çenli açýarlar we gyşarma “ $\ell$ ” talap edilýän masşaba degişlilikde alýarlar.

Kawernometri guýunyň içine göýbermezden öň, ýagny onuň ryçaglary ýapyk ýagdaýynda, ryçaglar diametri belli bolan tegekde we ryçaglaryň doly açylan ýagdaýynda belleýji gurluşyň gyşarmasy (ýagdaýy) bellenilýär. Eger-de guýunyň niliniň bir bölegi berkidilen bolsa, sütüniň başmagyny bellemek bilen, ýene-de 10 m töweregi aralyk sütünde ýazgy geçirmek hökmandyr.

Guýunyň hakyky diametri kawernomerler we profilomerler bilen ölçegler geçirilende ýüze çykýan ýalňyşlyklar, esasan hem, masşabyň şkalasynyň çyzykly dälligi, kawernometriň ryçaglarynyň berkidilişindäki

gowşaklyk, guýunyň niliniň uly burça gyşarmasy, iýmitlendiriji toguň üýtgemesi, kabeliň siminiň gorag örtügiň (izolýasiýa) bozulmagy ýaly faktorlar bilen baglanyşyklydyr. Kabeliň siminiň izolýasiýasynyň garşylygy 2 Mom-dan kiçi bolmaly dälär.

Kawernomeryň we profilomeriň diagrammasynyň hili sütünde geçirilen ýazgynyň, şeýle-de dykyz dag jynslarynyň garşysyndaky ýazgynyň ululygyna garap kesgitleýärler.

### **3. OTURDYLAN SÜTÜNLERIŇ SEMENTLENILIŞINIŇ HILINI KESGITLEMEK**

Oturdylan sütünleriň sementlenilişiniň hilini kesgitleýän esasy faktorlar – sütün aňyrsyndaky boşluk boýunça sement ergininiň ýokary galan derejesi we onuň taslamada görkezen belgä ýetmegi; sütüniň aňyrsynda endigan ýerleşmesi; sement daşynda jaýryklaryň, boşluklaryň we beýleki nogsanlyklaryň bolmazlygy; sement daşynyň sütün we dag jynslary (guýunyň diwary) bilen ýapyşmasy we ş.m. hasaplanylýar.

Nebit-gaz guýularyň sementlenilişiniň hiline – termometriýa, radioaktiw izotoplar, akustiki, ýaýran gamma kwantlary bellemek usullaryny ulanmak bilen, gözegçilik edýärler.

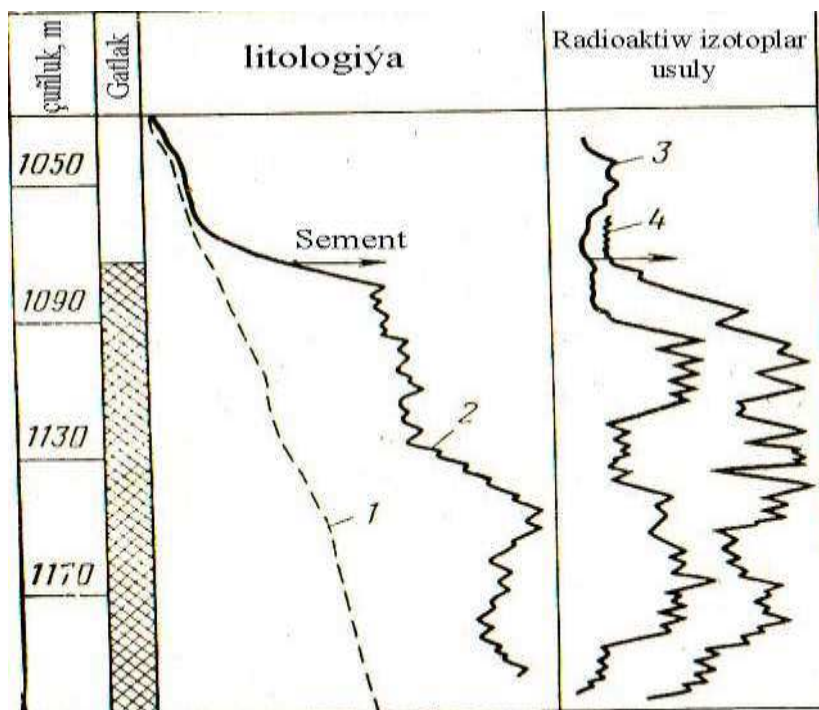
### **TERMOMETRIKI BARLAGLAR**

Temperatura barlaglary köp wagtlap sütünleriň sementlenilişine gözegçilikde ýeke-täk usul bolmagynda galdy. Sement ergininiň gatamagy (doňmagy) ekzotermiki häsiýetli reaksiýadyr. Sement erginiň gatamagy netijesinde bölünip çykýan ýylylygy maksimal derejesine, sementiň görnüşine we hiline baglylykda, guýy sementlenenden soň 8-16 sagadyň dowamynda baryp ýetýär. Sement gataýan mahalynda bölünip çykýan goşmaça ýylyk, guýunyň nilindäki



ýylylyk meýdanynyň üýtgemegine getirýär we ol tapawut termometrleriň kömegi bilen belenilýär.

Amatly ýagdaýlarda, guýy sementlenen pursadyndan başlap 12-36 sagat geçenden soň ýazylan termogrammada, sütüniň aňyrsynda sementiň bar ýeri we onuň ýokary galan derejesi, termogrammanyň položitel anomaliýasy bilen belenilýär. Şeýle-de bolsa oňa aşakdaky kemçilikler mahsusdyr. Birinjiden, temperaturanyň uly bolmadyk radial gradiýenti, sementiň sütüniň aňyrsynda endigan ýerleşişine gözegçilik etmäge mümkinçilik bermeýär. Ikinjiden bolsa, guýularda barlag geçirilýän wagty çäkli bolup, sementiň doňýan wagty bilen baglanyşyklylygydyr.



**35-nji surat.** Sütün aňyrsynda sementiň ýokary galan derejesini termometriki we radioizotoplar usullarynyň maglumatlary boýunça kesgitlemek.

### ***Şertli belgilerde:***

1. Geotermogramma.
2. Sütünler sementlenenden soňky termogramma.
3. Tebigi radioaktiwliklik.
4. Radioizotop goşulyp sementlenenden soňky diagramma.

## **4. Radioaktiw izotoplar usuly**

Sütüniň aňyrsyndaky sementi, sement erginiň düzümine özüne mahsus bolan häsiýetleri bilen dag jynslarynyň häsiýetlerinden tapawutlanýan aktiwatorlary goşmak ýoly bilen hem ýüze çykarmak mümkin. Önümçilikde ulanmak üçin aktiwatorlar saýlanylyp alynanda, nebit-gaz kánleriniň özleşdirilişine gözegçilikde, guýularyň kesimini öwrenmek mümkinçiliginiň çäklerinde, edilýän talaplary ýerine ýetirmekligi göz önünde tutmak zerurdyr. Bu taraplary ýokary derejede ýerine ýetirmäge radioizotop usullary giň mümkinçilikleri döredýär.

Şeýle barlaglar geçirilip başlanan döwründe, sement erginine radioaktiw karnolit mineraly goşulýar. Karnolitiň ýarymdargama periodynyň uly bolmagy, köp wagtlap kesimi düzýän dag jynslarynyň tebigi radioaktiwliginiň üýtgemegine getirýär. Şol sebäbe görä, soňky ýyllarda ýarymdargama periody örän kiçi bolan radioizotoplar ulanylyp başlanyldy. Aktiwleşdirilen sement ergini bilen sütüniň aňyrsyny doldurmazdan öň, we ergin bilen doldurylandan soň, tebigi radioaktiwliginiň diagrammasyny ýazýarlar, soňra olary deňeşdirmek ýoly bilen, sütüniň aňyrsyndaky sementiň ýagdaýyny kesgitleýärler.

Bu usulda sütüniň aňyrsyndaky sementiň ýagdaýynyň kesgitlenilişini has ynamly etmek barlamak üçin, aktiwleşdirilen erginiň radioaktiwliginiň derejesi, tebigi fontdan pesinden 2-3 esse ýokary bolmagyny gazanmaly. Şeýle talaplar ýerine ýetirilende guýunyň kesiminde sement

ergini guýylan aralygy, sement guýulmazdan öňki ýazylan diagrammadan intensiwligi boýunça tapawutlanýar.

Radioaktiw izotoplar bilen işlenilende, bu işe gatnaşýan adamlary radioaktiw şöhlelerden goramak, enjamlaryň we daşky sredanyň hapalanmazlygyny üpjün edýän tehniki howpsyzlygyň talaplaryny doly berjaý etmek zerurdyr. Şol sebäpli, häzirki wagtda guýular ikinji sapa sementlenende we geçirilen abatlaýyş işleriniň hiline gözegçilik meseleleri çözülenide ulanylýar. Bu işlerde guýunyň içine uly bolmadyk mukdarda sement ergini göýberilip, soňra sement daşynda ýüze çykan jaýryklary we beýleki ýüze çykmalaryň aktiwleşdirilen ergin bilen doldurylyşyna gözegçilik etmeli.

## **5. Ýaýran kwantlary bellemek usuly (GGU)**

Häzirki wagtda sütüniň aňyrsyndaky sement daşynyň ýagdaýyna gözegçilik etmekde GGU-giňden ulanylýar. Bu usulda radioaktiw izotoplary ulanmak zerurlygy, usulyň netijelerine temperaturanyň, sementiň gataýan (doňýan) wagtynyň täsiri ortadan aýrylýar we oňa, diňe zondy gurşap alan sredanyň dykzlygynyň üýtgemegi öz täsirini ýetirýär.

Sütünler oturdylan guýularda, umuman alanyňda sredanyň dykzlyk häsiýetnamasyny: buraw ergininiň  $\delta_{b.e.}$ , sement daşynyň  $\delta_{s.d.}$ , oturdylan sütüniň  $\delta_{süt.}$  we dag jynslarynyň  $\delta_{a.j.}$  dykzlyklaryndan durýar diýip kabul etmek mümkin. Eger-de guýuda geçirilýän barlaglar, barlag radiuslary kiçi zondlar bilen geçirilen bolsa, şeýle-de kiçi energiýaly gamma kwantlaryň çeşmesi ulanylsa, onda usulyň barlag radiusy kiçi bolup, ýaýran kwantlaryň belleniýän intensiwligi esasan hem oturdylan sütünleriň galyňlygy bilen kesgitlenilýär.

Şeýle görnüşli abzallara gamma-gamma galyňlyk ölçejileri ýa-da (tolşinomerler) diýilýär. Bu zondlaryň uzynlygy 10 sm-den hem kiçi bolmak bilen, çeşme hökmünde Tuliý-170 radioizotop ulanylýar. Şeýle zond bilen ýazylan

diagramma gamma-gamma galyňlyk diagrammasy diýilýär we ol: oturdylan sütüniň diwarynyň galyňlygyny, birleşdiriji muftalaryň ýerleşen ýerini, paketerleri, sementleýji fonarlary, oturdylan sütündäki nogsanlyklary ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

Orta energiýaly çeşmeleri we uly barlag radiusly zondlary ulanmaklyk usulyň barlag radiusyny artdyrmaga mümkinçilik berýär. Bu ýagdaýda usulyň maglumatlaryna sütün aňyrsyndaky sredanyň, ýagny sement daşynyň dykzylygy öz täsirini ýetirýär. Sement daşynyň dykzylygy  $1,8 \div 1,9 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  bolmak bilen, buraw ergininiň  $1,0 \div 1,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  we dag jynslarynyň  $2,3 \div 2,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  dykzylyklaryndan tapawutlanýar, bu bolsa usulyň maglumatlaryny guýunyň sementlenilişine gözegçilikde ulanylmagyna mümkinçilik berýär.

Sütüniň aňyrsyndaky sredanyň häsiýetnamasyny, onuň dykzylygy boýunça öwrenmek üçin iki dürli abzal ulanylýar.

***Gamma-gamma sementomer (GGS)*** – gamma şöhläniň çeşmesinden we abzalyň perimetri boýunça deňölçegli we onuň okuna görä simmetriki ýerleşdirilen üç sany detektordan durýar.

Detektorlar biri beýlekisinden, gurşun ekran bilen izolirlenilip olaryň gapdalynda açyk jaýryk goýulan. Şunuň bilen baglanyşyklylykda gamma şöhle detektora şol jaýryklaryň üstünden, ýagny özara perpendikulýar taraplardan gelip bilýär. Şeýlelik-de, barlaglarda üç sany diagramma ýazylyp, guýunyň perimetri boýunça maglumat alynýar. Bu diagramma–sementogramma diýilýär. Netijelere buraw ergininiň täsirini peseltmek maksatlary bilen, zond guýunyň oky boýunça hereket eder ýaly gurluş göz önünde tutulan.

Senagatda  $d > 190 \text{ mm}$ -den uly bolan ulanyş guýularynda oturdylan sütünleriň aňyrsyndaky sementdaşyny öwrenmek üçin, 40 sm uzynlykly GGU-ň zondy bilen üç sany diagramma ýazylýar. Çeşme hökmünde Seziý – 137 we üç sany gazzarýadsyzlanma defektory ulanylýar. Zond  $120^\circ\text{C}$  temperaturada işlemek üçin niýetlenendir.

***Gamma-gamma-defektomer,*** elementleriň atomlarynda özara täsir netijesinde, ýaýran gamma kwantlaryň intensiwligini bellemeklige esaslanandyr. Usulyň zondy, özünde çeşme we abzalyň oky boýunça ýerleşdirilen defektordan ybarat bolan gurluşdyr. Defektor bir ýerinde ýörite goýulan jaýrygy bolan, gurşun ekranda ýerleşdirilýär.

Ekran elektrik hereketlendirijiniň we reduktoryň kömegi bilen  $0,1\text{ C}^{-1}$  ýygrylykda okunyň daşynda deňölçegli hereket edýär. Şeýle gurluş ýaýran gamma kwantlaryň sütüniň perimetri boýunça yzygiderli bellenilmegini üpjün edýär. Eger-de ölçegler belli nokatlarda geçirilýän bolsa, ýazylan diagramma töwerekleýin sementogramma diýilýär. Guýunyň boýuna öz okunyň daşyna deňölçegli hereket edip bilýän ekranly zondyň kömegi bilen ýazylan üznüksiz diagramma-defektogramma diýilýär. Şeýle ölçegler SGDT-kysymly abzaly ulanmagy göz önünde tutýar.

Sementomeriň we defektomeriň maglumatlaryna görä sement daşyndan hem başga oturdylan sütüniň ýagdaýy öz täsirini ýetirýär. Şonuň üçin, sementogramma teswirlenende, aýratyn hem mukdar taýdan teswirlenende, sütüniň maglumatlara edýän täsirini hasaba almaly bolýar. Şol sebäpli, SGDT-abzalyň has kämilleşen görnüşleri önümçilige ornaşdyrylýar. Bu zond şol bir wagtyň özünde sementogramma we defektogramma ýazmaga mümkinçilik berýär.

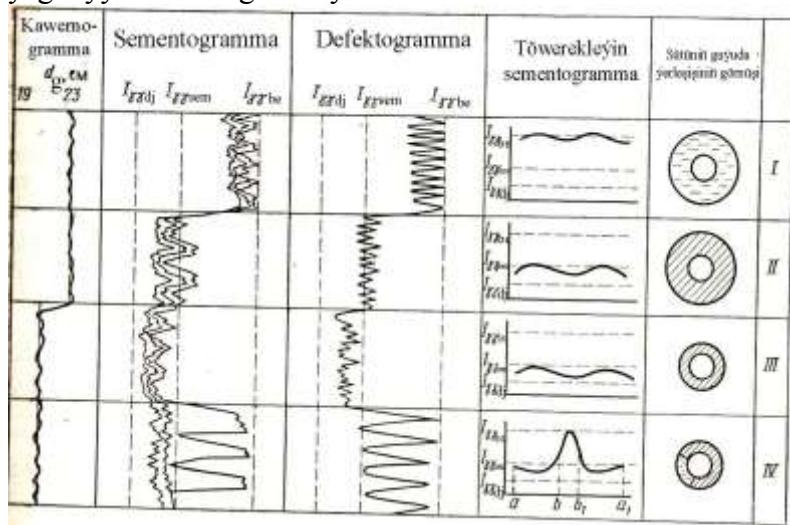
***Defektomeriň zondy*** guýy abzalyň aşak böleginde ýerleşip, ol ýokary energiýaly kwant göýberýän çeşmeden (Seziý - 137), öz okunyň daşynda aýlanyp bilýän we kollimasiýa deşigi bolan gurşun ekranyň içinde ýerleşdirilen defektordan ybaratdyr. Ekrany herekete getirýän elektrik hereketlendiriji, aralykdan (distansionno) dolandyrylýar.

***Tolşinomeriň*** zondy abzalyň ýokary böleginde ýerleşip, özüne pes energiýaly kwant göýberýän çeşmäni (Tuliý-170), iki sany kollimasiýa deşigi bolan gurşun ekranda ýerleşdirilen indikatory birleşdirilýär. Defektor hökmünde NaJCTl krisstalyndan we fotoelektron güýçlendirijiden durýan

ssintilyasiya bellejisi ulanylýar. Guýy abzaly hemişelik toguň çeşmesinden imitlendirilýär. Abzal 120°C we 59 MPa basyşda durnukly işleýär.

Oturdylan sütünleriň sementlenişiniň hilini gamma-gamma usul bilen gözegçilik, duruzylan we içinden tehnologiiki abzallar çykarylan guýularda geçirilýär. Alynan netijeleri teswirlemek üçin, guýunyň ýagdaýy baradaky maglumatlary bilmek zerurdyr. Bu maksatlar üçin, guýunyň we sütüniň diametrini, sütüniň diwarynyň galyňlygyny, göýberilýän sementiň mukdaryny we dykzlygyny, sementlenen senesini we onuň guýunyň içine göýberiliş usulyny, buraw erginiň sement göýberilen pursadyndaky dykzlygyny, sementleýji fonarlaryň ýerleşen ýerini, perforirlenen aralygy bilmek hökmandyr.

Bu maglumatlar, kabul edilen standart maglumatlar bilen bir hatarda diagrammanyň pasportynda görkezilýär. Sementogramma we defektogramma teswirlenende  $I_{\gamma\gamma}$ -nyň bellenilen we  $I_{\gamma\gamma}^{\max} / I_{\gamma\gamma}^{\min}$  barlanylan aralykda diagrammalaryň tapawudyna seredilýär. Diagrammalaryň häsiýetleri guýuda sütüniň we sütüniň aňyrsyndaky sredanyň ýagdaýy bilen kesgitlenilýär.



**36-njy surat.** Sementogramma, defektogramma we töwerekleýin sementogramma boýunça oturdylan sütünleriň sementlenilişiniň hilini kesgitlemegiň mysallary.

***Şertli belgilerde:***

1 – buraw ergini.

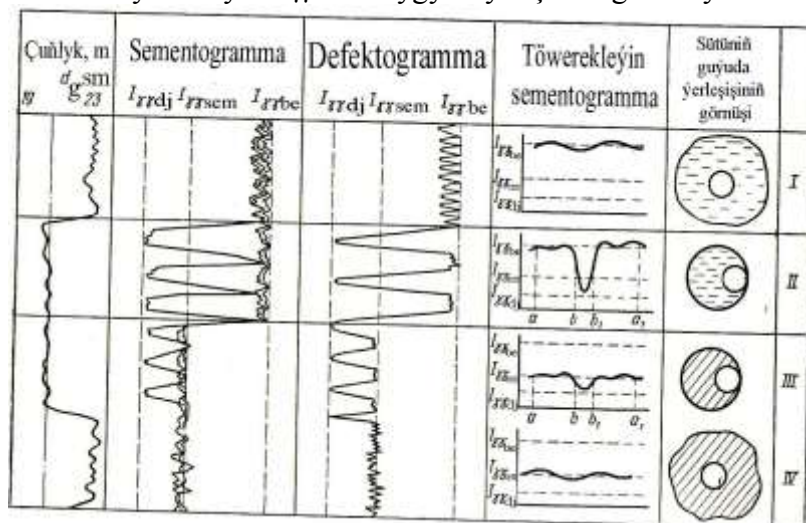
2 – sement.

Esasan hem, aşakdaky ýagdaýlaryň ýüze çykmagy mümkin:

1. Guýunyň diametri nominal ölçegine garanda uly, sütün oturdylyp sementlenen, sütüniň aňyrsyndaky sreda birmenşeş. Bu ýagdaýda diagrammalaryň tapawudy uly däl we bu tapawut radioaktiw şöhlelenmäniň statistiki üýtgemesi bilen kesgitlenilýär. Bellenilýän gamma aktiwligi bolsa, sütüniň aňyrsyndaky sredanyň dykzlygy bilen baglanyşykly bolýar. Eger-de boşluk (kawern) buraw ergini bilen doldyrylan bolsa,  $I_{\gamma\gamma}$ -ň bellenilen bahasy kesimde maksimum ululygyna baryp ýetýär we şol dereje boýunça buraw ergininiň çyzygy diýilýän çyzyk geçirilýär. Eger kawern sement ergini bilen doldyrylan bolsa,  $I_{\gamma\gamma}$ -ň bellenilýän bahasy örän pes we sement daşynyň dykzlygyny görkezýär, bu ýerden sementiň derejesiniň çyzygy geçirilýärler.
2. Guýunyň diametri nominal, sütün ekssentrik ýagdaýda ýerleşen. Sütüniň ekssentriki ýagdaýy sredanyň dykzlygynyň dürli radial ugurlar boýunça dürli bolmagyny şertlendirýär, bu bolsa diagrammalarda tapawudyň artmagyna getirýär. Dag jynslarynyň dykzlygy sement daşynyň we buraw ergininiň dykzlygyna görä ýokary. Şol sebäbe, görä belleýjileriň hasaba alýan, ýaýran gamma kwantlarynyň intensiwligi, dag jynslary tarapyndan minimal baha eýe bolýar – bu ýerden dag jynslarynyň derejesine degişli çyzygyny geçirýärler. Sütüniň aňyrsyndaky boşlugyň buraw ergini bilen doldurylmagy, diagrammada bellenilýän intensiwligiň buraw erginiň çyzygyndan, dag jynslarynyň

çyzygyna çenli üýtgemegine getirýär. Boşlugyň sement daşy bilen doldurylmagy diagrammada intensiwligiň sementiň çyzygyndan, dag jynslarynyň çyzygyna çenli üýtgemegine getirýär.

$I_{\gamma\gamma}$ -ň diagrammasynda buraw ergininiň, sementiň we dag jynslarynyň dykzlygyny görkezýän bölümlerini ýüze çykarmak, sütüniň aňyrsyndaky boşlukda sementiň ýerleşşi barada maglumat almaga mümkinçilik berýär. Eger-de  $I_{\gamma\gamma}$ -ň diagrammasynda uly bolmadyk differensiasiýa ýüze çyksa, ol sütüniň aňyrsyndaky sredanyň birmeňzeşligine şaýatlyk edýär. Ol sredanyň häsiýeti  $I_{\gamma\gamma}$ -ň ululygy boýunça kesgitlenilýär.



**37-nji surat.** Sementogrammada we defektogrammada buraw erginine  $I_{b.e.}$ , semente  $I_{sem.}$ , dag jynsyna  $I_{d.j.}$  degişli anomaliýalaryň ýüze çykarlyşynyň mysallary

**Şertli belgilerde:**

1 – buraw ergini.

2 – sement.

Diagramma gowşak differensirlenen bolup, san bahasy boýunça  $I_{\gamma\gamma.b.e.}$ -e golaýlaşýan bolsa ( $I_{\gamma\gamma.b.e.}$ -buraw ergininden bellenilýän intensiwligiň bahasy), ol sütüniň aňyrsynda sement daşynyň ýoklugyna şaýatlyk edýär. Eger-de diagramma



gowşak differensirlenen we  $I_{\gamma\gamma}$ -ň bahasy,  $I_{\gamma\gamma}$ -ň sementiň çyzygyna golaýlaşýan bolsa, bu bölegiň oňat sementlenilişini görkezýär. Eger-de  $I_{\gamma\gamma.sem.}$ -kiçi, ýöne  $I_{\gamma\gamma.d.j.}$ -n uly bolsa, bu ýagdaý hem oňat sementlenilmegini görkezmek bilen, maglumatlara sement daşynyň galyňlygynyň kiçi bolmagy bilen baglanyşyklylykda, dag jynslarynyň täsiriniň ýetýänligini kepillendirýär.

Şeýlelikde, gamma-gamma sementomeriň maglumatlary, guýularyň sementlenişiniň hiline mukdar taýdan baha bermäge doly esas döredýär. Gamma-gamma sementomer uly diametrli (250-295 mm) guýularda ynamly maglumat berýänligini bellemek zerurdyr. Sement daşynyň galyňlygy kiçi bolsa ( $d_g = 190$  mm,  $d_{süt.} + 146$ mm) we guýunyň içine hili pes sement göýberilende maglumatlary bir hilli teswirlemek kynlaşýar. Bu bolsa usuly ulanmaklygy çäklendirýär.

## 6. AKUSTIKI USUL

Akustiki usulyň kömegi bilen guýularda oturdylan sütünleriň sementlenişiniň hiline gurşap alan sredanyň mehaniki häsiýetlerine baha bermek, olarda maýyşgak tolkunyny ýaýrama tizliginiň we şunuň bilen baglylykda onuň amplitudasynyň dürliligine, akustiki signalyň iki sredanyň galtaşma çäginin berkligine, sredalaryň mehaniki bitewilik häsiýetleriniň üýtgemegine ýokary derejede duýgurlygyna esaslanandyr.

Akustiki barlaglary, guýuda maýyşgak tolkunlaryň impulsini döredip, çeşmeden belli bir aralykda ýerleşen kabul ediji tarapyndan, araçäklerden serpigen tolkunlaryň gelyän wagtyny we amplitudasyny bellemek ýoly bilen geçirilýär. Maýyşgak tolkunynyň ýaýramagy bilen bir wagtda galtaşýan sredalaryň araçäklerinde: oturdylan sütün, sement daşy we dag jynslarynyň arasynda energiýanyň (gaýtadan paýlanmasy) üýtgemesi bolup geçýär.

Eger-de sütüniň aňyrsy boş ýa-da sement daşy oňa ýapyşmadyk bolsa, maýyşgak tolkun metal boýunça, ýagny sütün boýunça 5200 m/sek tizlik bilen ýaýrap, energiýasyny örän az mukdarda ýitirýär. Şonuň üçin, sütün tolkunynyň  $A_{süt}$  amplitudasy maksimal bolýar.

Sement sütünä berk ýapyşýan ýagdaýynda, sütünde ýaýraýan maýyşgak tolkun, sement daşynda hem tolkun döredýär. Tolkunyň sement daşyna geçmegi onuň ýaýrama tizliginiň gowşamagyny häsiýetlendirýär we energiýa babatynda, ýitginiň has hem artmagyna getirýär. Netijede tolkunýň geçýän wagty artýar we geçýän tolkunýň amplitudasy kiçelýär.

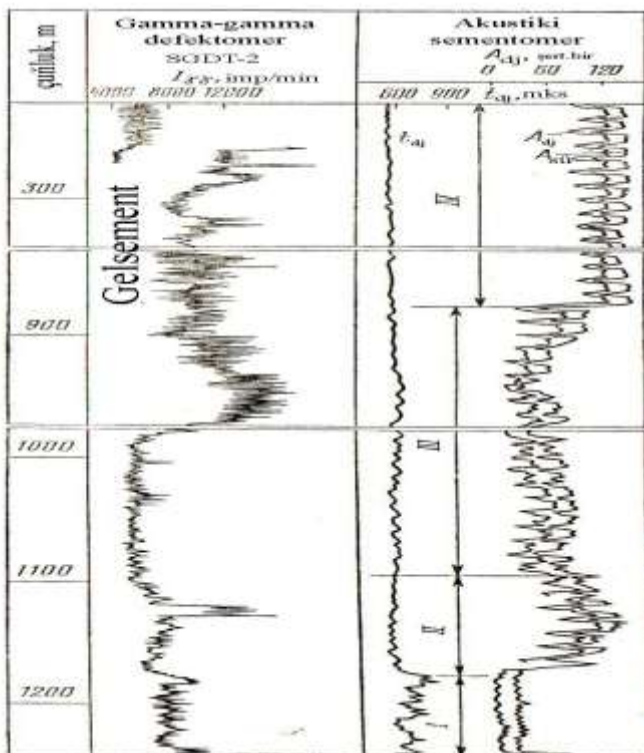
Maýyşgak tolkunýň dinamiki häsiýetnamasy giň çäklerde üýtgemek bilen, sementiň häsiýetine şeýle-de sement daşy bilen oturdylan sütüniň we dag jynslary bilen özara ýapyşma (tutuşma) şertine bagly bolup galýar. Sementlenmedik sütünde ýaýraýan tolkunýň amplitudasy, sütüniň diametrine bagly bolýar. Çeşmäniň göýberýän tolkunynyň 25 kGs-e deň bolan ýyglylygynda, sütüniň diametri 127 mm-n 203 mm-e çenli üýtgemesi, tolkunýň amplitudasyny 40%-e çenli peseldýär. Sütüniň diwarynyň galyňlygynyň üýtgemesinde bolsa amplituda  $10 \div 15\%$ -n köp üýtgemeýär.

Sement daşy boýunça ýaýraýan tolkunýň amplitudasy onuň galyňlygyna baglydyr. Sement daşynyň galyňlygynyň  $0 \div 30$  mm-e çenli üýtgemesinde, tolkunýň amplitudasynyň sönmegi, eksponensial kanuna laýyklykda bolup geçýär. Sement bilen sütüniň arasynda toýun, parafin, mazut we ş.m. materiallaryň bolmagy, sementlenmedik sütüniňkä garanda, amplitudanyň  $25 \div 30\%$  peselmegine getirýär. Ol aralykda  $30 \div 50$  mkm boşlugyň bolmagy we onuň suwuklyk bilen doldyrylmagy, şeýle täsiriň ýetmegine getirýär. Amplituda diagrammasynyň duýujylygy bulardan başga hem, sement daşynda dörän dik jaýryklara we onuň tutuşlygynyň üzülmelerine-de mahsusdyr.

Barlag we ulanyş guýularynyň sementlenilişiniň hiline gözegçilik üçin AKS-1; AKS-2; AKS-4 we AKS-36 ýaly guýy abzallary ulanylýar.

Birinji üç görnüşli apparatura: sütünde ýaýraýan tolkunly  $A_{süt}$ , dag jynslarynda ýaýraýan tolkunlaryň  $A_{d.j.}$  – amplitudasyny we boý tolkunly kabul edijä gelen ilkinji  $t_{ilk}$  – wagtyň belleýär. Guýy abzaly elektron görnüşi bilen bile, iki elementli akustiki zondlyr. Uly basyşda işleýän guýularda iş geçirmek üçin, kiçi göwrümlü AKS-36 zondy ulanylýar. Bu zond diňe bir daşky diametriniň kiçiligi bilen tapawutlanman, eýsem standart sementomerlerden özüniň dikligine we radial ugurlar boýunça ýokary duýujylygy bilen hem tapawutlanýar.

Akustiki sementomeriň diagrammasy, sement daşyna we onuň germetiki ýagdaýyna hil taýdan baha bermäge mümkinçilik berýär we olardaky akawalary, sement daşynyň arasyňyň üzülmelerini, örän kiçi boşluklary (sütün-sement arasyndaky), alynan maglumatlar boýunça, köp ýagdaýlarda kesgitlemek kynlaşýar. Şonuň üçin, usulda sredanyň diňe bitewiligi barada maglumat almak mümkin.



**38-nji surat.** Oturdyňan sütünleriň aňyrsyndaky sementiň hiline akustiki we gamma-gamma defektomeriň diagrammalary boýunça ýüze çykarlyşynyň mysallary.

**Şertli belgilerde:**

Sement daşynyň sütün ýa-da dag jynsy bilen tutuşynyň araçäginiň ýagdaýy:

I – oňat; II – erbet; III – bölekleyin; IV – sütün boş sement ýok

Şeýlelikde, akustiki usul sement daşynyň sütün bilen ýapyşma hiline baha bermäge mümkinçilik berýär. Akustiki sementomeri, gamma-gamma sementomer bilen toplumlaýyn (bilelikde) ulanmaklyk SMGA-2 apparaturada amala aşyrylan. Ol iki sany özbaşdak guýy sementomerini ýagny, AK-1 we SGDT-3 zondlaryny özüne birleşdirýär. Zondyň mehaniki we elektriki özara ylalaşygyny, ýörite birleşdiriji enjamyň kömegi bilen amal edilýär we maglumatlary belleýji gurluşa bermek üçin, üç simli-bronly kabel ulanylýar.

Akustiki apparatura üç elementli zond bilen üpjün edilen, bu bolsa öňki apparaturalar bilen belleniýän parametrlerden başga-da,  $\Delta T$ -boý tolkunyny, zondyň iki elementiniň aralygyny geçen wagty, sütün boýunça ýaýraýan tolkunyny  $\alpha_{süt}$  we dag jynslary boýunça ýaýraýan tolkunyny  $\alpha_{a,j}$ -sönme koeffisiýentlerini bellemäge mümkinçilik berýär.

Iki kabuledijiniň **S** - aradaşlygyna degişlilikde, belleniýän goşmaça parametrlar, maglumatlara täsir edýän faktorlaryň birnäçesini ortadan aýyrmaga we maglumatlaryň teswirlemeginiň ygtybarlygyny artdyrmaga mümkinçilik döredýär.

$\alpha_{süt}$ - maýyşgak tolkunlaryň sement daşynda ýaýraýşyny häsiýetlendirýär we sement bilen sütüniň ýapyşmagynyň berkligini görkezýär.  $\Delta T$  we  $\alpha_{a,j}$ -dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň ýaýraýşyny häsiýetlendirýär we sement daşynyň dag jynslary bilen ýapyşmagynyň berkligini görkezýär.

## **VI BÖLÜM.**

### **GUÝULARDA GEÇİRILÝÄN SYNAG WE ATYŞ-PARTLADYŞ IŞLERI**

Nebit-gaz guýularynda partlaýjy maddalary (PM) ulanmaklyk bilen baglanyşykly ähli işleri, standart abzallaryny (göteriji-podýomnik, lebyodka, kabel, stansiýa) ulanmak bilen, geofizika gullugy tarapyndan ýerine ýetirilýär.

Guýularda geçirilýän atyş-partladýş işleriniň esasy wezipesi gatlaklary açmak, guýy-gatlak ulgamynda gidrodinamiki arabaglanyşygy döretmek ýa-da ony gaýtadan dikeltmek bolup durýar. Şeýle-de bolsa, guýularda PM-ň ulanmaklyk diňe bu wezipeler bilen hem çäklenmeýär. Partlama işlerini geçirmeklik bilen: awariýalaryň soňuna çykmak, abatlaýyş işlerini çaltlaşdyrmak, guýunyň çykymyny (debitini) artdyrmak, nebit-gaz kânlerini doly ulanmak ýaly maksatlary göz önünde tutýan işleri ýerine ýetirmekde hem ulanylýar.

#### **1. Guýularda perforasiýa işlerini geçirmek**

Guýular burawlananda buraw ergininiň toýun dänejikleri dag jynslarynyň öýjüklerine girmek bilen ol, guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginiň kollektorlyk häsiýetiniň peselmegine getirýär, ýa-da bolmasa, kolmotasiýa zolagy emele gelýär. Buraw işleri tamamlanandan soň, guýa polat turbalar göýberilip (oturdylan sütünler), sütüniň aňyrsyndaky boşluk sement ergini bilen doldyrylýar, ýagny sütünler sementlenilýär. Guýy-gatlak ulgamynda gidrawliki arabaglanyşygy dikeldip, gatlak flýuidiniň guýa gelmegini üpjün etmek üçin akawalar, jaýryklar ulgamyny döretmek zerurlygy ýüze çykýar.

Polat sütünde, sement daşynda we dag jynslarynda deşikleri (akawalary) döretmeklige perforasiýa diýilýär. Perforasiýa akawalarynyň nebit-gazyň zerur bolan çykymyny

(debitini) üpjün eder ýaly derejede diametri, çuňlугy bolup, kolmatasiýa zolagyndan geçip, gatlagy doly açmaga mümkinçilik döretmeli. Şeýle-de, akawalaryň töwereginde gatlagyň syzdyryjylygyny ýokarlandyran jaýryklar ulgamynyň döredilmegini has amatly hasap edýärler. Döredilen akawalaryň toýun dänejikler bilen hapalanmazlygynyň önüni almak üçin, perforasiýa geçirmeginiň ön syrasynda guýunyň nili oňat ýuwulyp, düzüminde toýun saklamaýan ergin bilen doldyrylmaly.

Perforasiýa ýokary önderijilikli we iş geçirmek üçin az wagt talap edýär, şeýle-de perforasiýa geçirilen aralykdan başga ýerde sütüniň we sement daşynyň bitewüliginii bozulmazlygyny üpjün edýär.

Atyjy perforatorlar bildirilýän talaplary doly ödemek bilen ol, dag jynslarynda  $70 \div 200$  mm uzynlykly we  $8 \div 25$  mm diametrli akawalary emele getirmäge ukyply bolup, 1 pog.metr aralykda  $10 \div 20$  deşik emele getirip bilýär. Perforasiýa akawalarynyň ölçegleri dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri, guýunyň tehniki ýagdaýy, gatlagyň basyşy we ulanylýan apparaturanyň mümkinçilikleri bilen kesgitlenilýär. Atyjy perforatorlar täsir prinsipi boýunça gülleri we kumulýatiw görnüşlerine bölünýärler.

**Gülleli perforatorlar.** Önümlü gatlagy açmaklyk, perforator diýilýän ýörite apparatlaryň kömegi bilen, atylýan gülleri ulanyp amala aşyrylýar. Gurлуşlary boýunça gülleli perforatorlar gorizonta we dik-egri çyzykly nili bolan görnüşlere bölünýärler. Dik-egriçyzykly nili bolan perforatorlaryň ähli güllelerini bir bada atýan görnüşü bar.

Gülläniň dürli päsgelçilikden geçip bilijilik ukyby, onuň massasy we görnüş şekili, şeýle-de deslapky tizligi bilen kesgitlenilýär. Gülle atylanda däri gazy aşakdaky aňlatmadan kesgitlenilýän işi ýerine ýetirýär.

$$A = \int_0^{\ell} P(\ell) S_g d\ell \quad (2.77)$$

Bu ýerde:

A – däri gazynyň ýerine ýetirýän işi

P (ℓ) – perforatoryň nilindäki basyş.

S<sub>g</sub> – gülläniň kese kesiminiň meýdany.

ℓ - emele gelýän akawanyň uzynlygy.

Güllä uly tizlik bermek we onuň päsgelçilikden geçip bilijilik ukybyny artdyrmak, nildäki basyşy, şeýle-de niliň uzynlygyny ulaltmak bilen gazanmak mümkin. Nildäki basyşy ulaltmak, däriniň massasyny artdyrmaklygy talap edýär. Bu bolsa, däri kamorasyny ulaltmak bilen baglanyşykly bolup, guýunuň çäklendirilen diametrinde nili gorizont alýan ýerleşen perforatorlar üçin gülläniň ýeterlik derejede geçijilik ukybyny üpjün etmeýär. Şeýle perforatorlar, olaryň ýokary önderijiligine we arzanlygyna garamazdan, nebitgaz senagatynda ulanylmaýar. Gülläniň päsgelçilikden geçijilik ukybyny ýokarlandyrmak üçin, perforatoryň nilini uzaltmaly bolýar. Bu ýagdaý PWN-kysymly perforatorlarda göz önünde tutulan. Perforatoryň nilleriniň soňunda gülläniň ugruny üýtgedip, guýunyň diwaryna tarap ugrukdyrmak üçin ýörite gurluş (želоб) bilen üpjün edilen. Bu maksatlar üçin, uly dänejikli därileri ulanmaklyk, gülläniň nildäki hereketinde däri gazynyň ýokary basyşyny saklamaga mümkinçilik berýär. Netijede, gülle (900 m/s) çenli ýokary tizlik alýar we onuň otnosutel uly (200 gr. töweregi) massasy päsgelçilikden ýokary geçijilik ukybyny üpjün edýär. Şeýle perforatorlar islendik gurluşly guýularda önümlü gatlaklary açmak üçin üstünlikli ulanyp biliner.

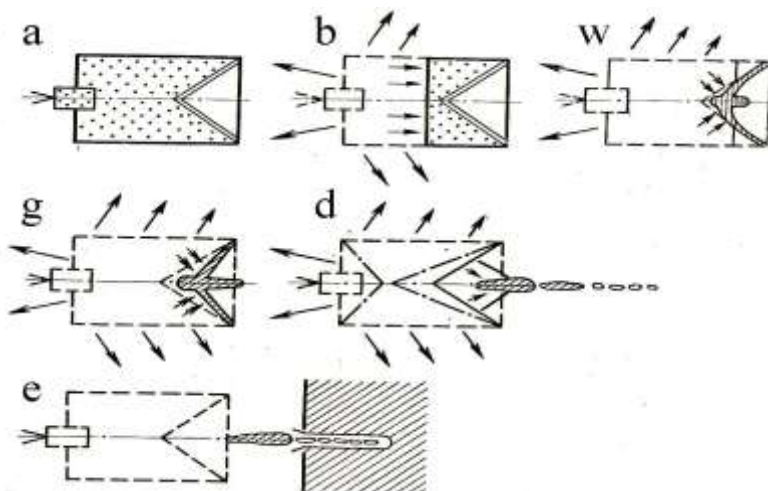
***Kumulýatiw perforatorlar*** – kumulýatiw perforasiýada gatlak, çenden aşa tizlikli, örän ýokary temperaturaly gyzygyn gazyň we erän metalyň uly dykzlykly garyndysyndan durýan akymyň täsiri astynda açylýar. Akymyň uýynda tizlik 6-8 km/sek baryp ýetýär. Şeýle akym kamulýatiw zarýad partlanda emele gelýär.

Kumulýatiw akymyň (çüwdürimiň) şeýle ýokary tizligi, päsgelçilige (sününde) örän uly basyş bilen täsir etmegine getirýär. Hakyky sredalarda bu basyş yüzlerçe



megapaskala deňdir. Senagatda atyş-partladýş işlerini geçirmekde, dürli geologiki we guýy şertlerinde gatlaklaryň ýokary hilli açylyşyny üpjün edýänligi sebäpli, kumulýatiw perforasiýa has giňden ulanylýar.

Islendik kumulýatiw perforatoryň esasy elementi bolup zarýad, partladýş potrony we elektrik geçirijiler hyzmat edýär. Kumulýatiw zarýad partlaýjy maddadan (esasy zarýad), detonatordan (goşmaça zarýad), detonirleýji şnurdan, kumulýatiw oýukdan, oýugyň ýüzündäki metal örtükden we zarýadyň korpusyndan (zarýad ýerleşdirilýän esas) ybaratdyr. Detonator partlandan soň (inisirleýji PM), kumulýatiw zarýad boýunça detonasiýa tolkunyny ýaýraýar we partlama başlanan ýerden, zarýadyň merkezi okunyň ugry bilen kumulýatiw oýugyň esasy tarap hereket edýär. Detonasiýa tolkunyny uly basyş bilen metal örtügi gysýar. Şeýlelikde, metal örtügiň iç tarapy suwuklyga öwrülip akyp başlaýar we onuň  $10 \div 20\%$  -i uly tizlik bilen ýaýraýan kumulýatiw çüwdürime düşýär. Galan bölegi gysylmak bilen “pest” (garyndy) diýilip atlandyrylýan sigar görnüşli esas (steržen) döredip, çüwdürimiň yzy bilen hereket edýär. Çüwdürimiň tizligi onuň öň hataryndan soňyna çenli 3-4 esse haýýallaýar, şol sebäbe görä, çüwdürim uzalýar we şol bir wagtyň özünde diametri boýunça gysylýar. Ol belli bir kesgitli maksimal bahasyna ýetenden soň, biri-beýlekisiniň yzyndan uçup barýan birnäçe böleklere bölünmek bilen dargaýar. Çüwdürimiň soňunda onuň tizligi 2 km/sek – deň bolup; “pestiň” tizligi 1 km/sek-a deňdir. Emele gelen kumulýatiw çüwdürim päsgelçilige (sütüne) ýetýär we onda belli bir çuňluga aralaşýar



**39-njy surat.** N.G.Grigorýanyň maglumatlary boýunça kumulýativ oýygynyň üst örtügi bolan zarýad partlanda kumulýativ çüwdürimiň emele gelişiniň yzygiderlilikiniň şekilleri.

**Şertli belgilerde:**

a – zarýadyň partlama çenli ýagdaýy.

b – detonasiýanyň tolkunynyň ön hatary (front) oýygynyň depesine gelýän pursaty.

w – detonasiýa hadysasy tamamlanyp kumulýativ çüwdürim we “pest” emele gelmegi netijesinde oýygynyň metal örtüginin deformirlenen pursady.

g – kumulýativ çüwdürimiň we “pest” emele gelmeginiň tamamlanan pursaty.

d - kumulýativ çüwdürimiň böleklere bölünmeginiň şekili.

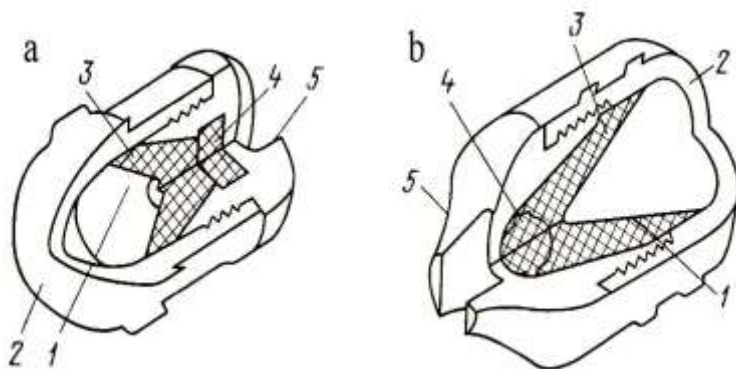
e – çüwdürimiň päsgeçilige girip, onuň yzyndan “pestiň” hereketi görkezilen.

Şeýlelikde kumulýativ çüwdürim oturdylyan sütünde, sement daşynda we dag jynslarynda diametri çüwdürimiň diametrinden uly bolan akawa emele getirýär. Akawanyň düýbünüň ýarymsfera görnüşi bolup, kumulýativ çüwdürimiň ahyryndaky akawa emele getirmäge gatnaşmaýan bölegi akawanyň düýbine çökýär. Çüwdürimiň yzyndan gelýän

“pestiň” diametriniň akawanyň diametrine gatnaşygyna baglylykda, akawanyň düýbüne ýetýär ýa-da ýolda ýitip gidýär. Bu bolsa öz gezeginde, perforasiýanyň effektiwligini (peýdasyny) peseldýär. Şonuň üçin zarýadda, kumulýatiw çüwdürimiň emele getirýän akawasynyň diametri mümkin boldugyça uly bolar ýaly, “pestiň” diametri örän kiçi ýa-da ol emele gelmez ýaly şert döretmäge ymtylýarlar.

Dag jynslaryndaky akawanyň diwarynyň töweregindäki örän ýuka gatda dykyzlaşma bolup geçýär, bu bolsa ol böleginiň syzdyryjylygyny 20%-e çenli peseldýär. Çüwdürimiň materialy (metal) we onuň ýokary temperaturasy jynslaryň kollektorlyk häsiýetlerine öz täsirini ýetirmeýär. Çüwdürimiň 1000°C töweregi temperaturasy nyň bolmagy we onuň örän gysga wagtlaýyn täsir edýänligi üçin (~ 100 mksek) dag jynslaryny eredip ýetişmeýär.

Kumulýatiw zarýad silindr görnüşli preslenen brizant PM bolmak bilen, oňa kumulýatiw oýygy bolan konus şekili berilendir. Konusyň (zarýadyň) düýbüne detonator oturdylandyr. Kumulýatiw çüwdürimiň emele gelmeginiň esasy şertleriniň biri, ol hem kumulýatiw oýukda we onuň önünde birnäçe çäklendirilen giňişlikde suwuk ýa-da gaty sredanyň bolmazlygydyr. Şol sebäpli, kumulýatiw zarýad ýörite gaba salynyp jebis ýapylýar.



**40-njy surat.** Kumulýatiw zarýadlar.

a) PRW; b) KPRU perforatorlar üçin zarýad.

**Şertli belgilerde:**

1. kumulýatiw öýjük;
2. üst gapak;
3. partlaýjy madda-zarýad;
4. aralyk detonator;
5. korpus.

Kumulýatiw perforatorlar korpusly we korpuslyz ýaly görnüşlere bölünýärler. Korpusly perforatorlar öz gezeginde köp sapar we bir sapar ulanylýanlara bölünýärler. Köp we bir sapar ulanylýan perforatorlar Russiýa Federasiýasynda öndürilýär we deňişlilikde PK, şeýle-de PKB (ПКО), PKD (ПКД) ýaly korpusy dargayan görnüşlerine bölünýär. PK kysymly köp sapar ulanylýan korpusly kumulýatiw perforatorlar galyň diwary bolan polat materialdan ýasalyp, onuň diwarynda zarýad we kumulýatiw çüwdürim geçeri ýaly deşik edilendir. Her bir deşik metal we rezin dykzlandyryjylaryň kömegi bilen, zarýadyň germetizasiýasy üpjün edilýär. Goňşylykda ýerleşdirilen zarýadlaryň durýan deşikleri, perforasiýanyň zerur bolan dykzlygyny üpjün eder ýaly we goňşy zarýada göre 90° süýşendir. Goňşy zarýadlaryň iň kiçi aralygy 75-85 mm. Bir korpusda 10-12 zarýad ýerleşdirip bolýar. Zarýadlaryň sanyny artdyrmak üçin, birnäçe korpus özaralarynda birleşdiriler ýaly, gurluş göz

öňünde tutulan. Bir korpus 40 sapara çenli atmaga mümkinçilik berýär.

Bir sapar ulanylýan korpusly perforatorlarda (PKB, PKOT), olaryň korpusy tutuş ýuka diwarly, kumulýatiw çüwdürim päsgelçiliksiz geçer ýaly turbalardan ýasalýar. Olary ýasamak üçin nasos-kompressor ýa-da buraw turbalaryny ulanmak mümkin. Bu kysymly perforatorlaryň amatly tarapy – has kuwwatly zarýadlary ulanyp bolýanlygydyr. Mundan başga-da, olar bir wagtyň özünde guýa 100 zarýada çenli göýberip, bir saparda 10 metre çenli aralygy atyp bolýanlygydyr.

PKB-perforatorlaryň kemçiligi: ony kiçi çuňluklarda (gidrostatiki basyş 10 MPa-dan kiçi bolanda korpus pytraýar) ulanyp bolmaýanlygy; bir sapar iş geçirmek üçin, köp mukdarda metal harçlanylýanlygydyr.

Ähli perforatorlar guýunyň içine kabelleriň kömegi bilen göýberilýär. Diňe PNK kysymly perforatorlarda nasos-kompressor ýa-da buraw turbalary peýdalanylýar.

PNK-kysymly perforatorlar beýleki görnüşlerinden birnäçe amatlyklary bilen tapawutlanýar. Mysal üçin, gatlak açylanda onuň basyşy, gidrostatiki basyşdan uly (depressiýa), ýa-da basyşlaryň deň bolan ýagdaýynda ulanmak mümkin. Zarýady örän kuwwatly. Bir saparda 60 metre çenli aralygy perfolirläp bolýar.

Korpussyz perforatorlarda zarýadlar aýratynlykda özbaşdak örtükler bilen ýapylýar. Örtükler gidrostatiki basyşa çydamly bolsa-da, partlamada pytraýar. Daşky örtükler aýnadan, keramikadan, alýumin materiallardan ýasalýar. Zarýadlar grilýandlar (bezeg çyrajyklary) görnüşli ýygnaýlar. Partlatmak, partlama patrondan işleýän detonirleýji (ot geçiriji) şnuryň kömegi bilen ýerine ýetirilýär.

Korpussyz perforatorlaryň hem öz kemçilikleri bar. Ilki bilen ol, zarýadyň partlamada oturdylan sütüne we turbaň aňrsyndaky sement daşyna ýetirýän täsiri hasaplanylýar. Mundan başga-da partlamadan soň, guýunyň içinde köp mukdarda örtügiň we grilýandyň gurluş bölekleriniň

galmagydyr. Şeýle-de bolsa bu perforatorlary, işini nasos-kompressor turbalarynyň üstünden geçirip, bir saparda uly galyňlygy açyp bolýanlygy ýaly esasy we wajyp amatlyklary bardyr. Agzalanlar guýunyň synag wagtyny gysgaldyp, ahyrynda kânleri özleşdirmegi çaltlaşdyrýar. Perforatorlaryň görnüşini saýlap almaklyga, synag edilýän obýektiň geologiki häsiýetnamasyna we guýunyň tehniki ýagdaýyny baglylykda amal edilýär.

## **2. Burawlama döwründe guýularda geçirilýän torpedirleme işleri**

Burawlama döwründe, buraw işlerini çaltlandyrmak, awariýalaryň önüni almak we olaryň soňuna çykmak maksatlary bilen partladýş işleri geçirilýär. Buraw döwründe kesimi kadaly burawlap geçirmegi kynlaşdyrýan päsgeçilikleriň ýüze çykmagy mümkin. Gaty dag jynslarynyň, läheň daşlaryň (walunlar), burawlama döwründe guýunyň düýbüne gaçan ýa-da guýuda galdyrylan doloto ýa-da onuň bölekleri duş gelmegi mümkin. Bu päsgeçilikler diňe partlatma netijesinde ýok edilýär. Çuň bolmadyk guýularda, läheň daşlary ýa-da gaty jynslary ýok etmek üçin, ýörite gurluşda ýygňalan, kumulýatiw zarýadlar ulanylýar.

Guýunyň düýbindäki metallary ýok etmekde, şeýle-de çuň guýularda işlenilende onuň merkezi oky boýunça täsir edýän kumulýatiw torpedalar TKO ulanylýar. Şeýle torpedalar iki topara bölünýärler: TKO – guýularda temperatura 120°C töweregi bolanda we TKOT – 230°C temperatura çenli işleýär.

Çuň we örän çuň guýularda buraw döwründe has köp ýaýran çylşyrymlaşmalar – guýyda buraw turbasynyň tutulmagy (tutup saklanylmagy) bolup durýar. Bu awariýa ýagdaýynyň sebäpleri dürli bolup biler, şoňa baglylykda onuň önüni almak we soňuna çykmak ýollary hem dürlidir. Buraw turbalary ýokary galdyrylanda želob emele gelen ýerlerinde, buraw turbalaryny ýokary çekende olaryň kynçylykly süýşmesi ýüze çykýar, bu bolsa ahyrynda turbalaryň

tutulmagyna getirýär. Şeýle ýagdaýlaryň önüni almak üçin, želob partlamanyň kömegi bilen dargadyp biliner. Bu maksatlar üçin uzaldylan korpusly ýa-da detonirleýji şnurdan ýasalan torpedalar ulanylýar. Germetizirlenmedik torpedalaryň korpusy dýuralýumininden ýasalýar we oňa PM ýerleşdirilýär. PM-ň zarýady hökmünde degişli diametri bolan silindr görnüşli preslenen şaşkalar ulanylýar. Zarýadyň amatly diametri, guýunyň nominal diametriniň  $0,2 \div 0,4$  bölegine deň bolan ululyk hasaplanylýar.

Buraw turbalarynyň guýunyň diwaryna “ýapyşmagy”, buraw ergininiň suwunyň (BES) gatлага siňme depgininiň uly bolmagy; guýynyň diwarynda şepbeşik toýun gabyjagyň emele gelmegi; buraw turbalarynyň (instrumentiniň) guýyda hereketsiz galmagy; buraw ergininiň öwrülişiginiň (aýlanmasynyň) bolmazlygy bilen baglydyr.

Burawlama döwründe buraw ergini buraw turbalaryny hemme taraplaýyn gurşap alyanlygy sebäpli, olar guýunyň diwaryna ýapyşman saklanýarlar diýip hasap edilýär. Buraw instrumentiniň hereketsiz galmagy we buraw ergininiň hereketiniň duryzylmagy, instrumentiň diwara gysylmagyna getirýär; toýun gabyjak bolsa buraw turbasy bilen dag jynslarynyň galtaşýan ýerine erginiň täze böleginiň gelmegine päsgelçilik döredýär. Netijede adatça gatlak basyşyndan uly bolan gidrostatiki basyşyň täsiri bilen buraw turbasy diwara gysylýar. Bu güýjüň uly bolýanlygy sebäpli, buraw turbasy diwara “ýapyşan ýaly” bolýar.

Instrumentiň guýuda erkin hereketini dikeltmek, toýun gabyjagyň bitewiligini bozmaklygy talap edýär we şonuň üçin buraw ergininiň dag jynsy bilen buraw turbasynyň galtaşan ýerine girmegini gazanmak zerurdyr. Şeýle “ýapyşmalary” (prihvat) ýok etmegiň dürli usullary bar, olaryň biri PM-ň ulanylmagyna esaslanandyr we buraw turbalaryna silkme diýilýär. Partlama mahalynda urgy tolkuny metal turbadan geçen pursady diwara gysylýp duran turbanyň ýapyşma güýjüni gysga wagtlaýyn aýyrýar. Netijede buraw ergini, guýunyň diwary bilen turbanyň arasyndaky giňişlige girip

ýetişýär. Geçirilýän işleriň netijeliligini artdyrmak üçin, partlama bilen şol bir wagtda buraw turbalaryna göteriji ýa-da aýlanma güýji hem berilýär. Partlaýjy gurluş buraw turbalarynyň abat bolmagyny üpjün etmeli we mümkin boldugyça turbanyň tutulan aralygyny zarýad bilen doly ýapmaly. Bu talaplary berjaý etmek üçin, TDŞ kysymly, brizant PM hökmünde detonirleýji şnur ulanylýan torpedalardan peýdalanmak amatly hasaplanýar.

TDŞ kysymly torpedalar turbalaryň tutulan ýerinden açyp aýyrmak üçin hem ulanylýar. Eger-de mufta birleşmelere ýeňil ugry ýetse, olary açyp aýyrmak ýeňil bolýar. Guýy şertlerinde urgy döredýän gural hökmünde, torpeda partlanda emele gelýän partlama tolkuný hyzmat edýär. Zerur bolan zarýadyň ululygyny turbanyň diametrine we guýudaky gidrostatiki basyşa baglylykda kesgitleýärler. TDŞ torpedany ulanmak bilen tutulan buraw turbalaryny açmaklyk, haçanda burawlaýjylaryň turbalary çykarmak üçin ýerine ýetiren ähli çäreleri öz netijesini bermedik ýagdaýynda geçirilýär.

Buraw turbasyny kesmek üçin torpedalar, guýunyň diwary ýykylyp, doloto berk gapjalanda we buraw ergininiň guýunyň nilinde hereketi doly duran ýagdaýynda ulanylýar. Bu çylşyrymly ýagdaýdan çykmak üçin, ulanylan ähli usullar netije bermedik mahalynda geçirilýär. Turbalary kesmekde TŞ kysymly şaşka torpedalar ýa-da TRK kysymly töwerek şekilli turbakesijiler ulanylýar. Bu torpedalaryň çuň bolmadyk kiçi basyşly we çuň, uly basyşly guýularda ulanylýan görnüşleri bar.

### **3. Guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolaga täsir etmek we guýularda geçirilýän beýleki partladys işleri**

Käbir ýagdaýlarda atýan perforatorlar bilen geçirilen perforasiýa işleri guýy-gatlak ulgamynda ygtybarly gidrodinamiki arabaglanyşygy üpjün edip bilmeyär. Bu, kollektorlyk häsiýeti mikrojaýryklar ulgamyna bagly bolup durýan pes öýjüklikli gatlaklara mahsusdyr. Aýratyn hem,



şeyle ýagdaý uly çuňlukda ýerleşen gatlaklar, agyrlaşdyrylan buraw ergininde açylanda ýüze çykýar.

Çylşyrymly geologiki şertlerde guýulary agyrlaşdyrylan buraw ergininde burawlamak, gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolagynyň syzdyryjylyk häsiýetiniň has peselmegine getirýär. Guýunyň düýbine golaý ýerleşen zolagyň syzdyryjylygyny gaýtadan dikeltmek ýagny, gatlagyň önümliligine dogry baha bermek, guýunyň çykymyny artdyrmak, kollektorlyk häsiýeti peselen zolakdan aňry geçürýäli jaýryklar ulgamyny döretmekligi talap edýär. Şeýle jaýryklar ulgamyny basyşyň dărili generatoryny ýa-da torpedalary ulanmak bilen amal etmek mümkin.

#### 4. Guýulary torpedirlemek

Gatlagyň guýunyň düýbüne golaý ýerleşen zolagyna täsir edip, tebigy jaýryklaryny giňeldip, täze jaýryklary döretmekde has amatly we peýdaly usul – guýulary torpedirleme hasaplanylýar. Bu ýagdaýda torpedirleme PM-ň otnositel uly bolmadyk zarýadyny, uly fugas zarýadlary, gatlak içinde partlama geçirmek we ýadro partlamalaryny ulanmak bilen ýerine ýetirilýär.

Guýular torpedirlenende emele gelen jaýryklaryň we boşluklaryň radiusy dag jynslarynyň häsiýetine, PM-ň energiýasyna, gidrostatiki basyşa bagly bolup, guýunyň birlik uzynlygyna düşýän zarýadyň massasy bilen kesgitlenilýär. Torpedirlemeden tehnologiýa peýda (effekt) almak, ýagny guýunyň niliniň töwereginde köp sanly jaýryklar ulgamyny döretmeklik, diňe dykyz gatlaklara mahsusdyr. Partlamada ýerine ýetirilýän işiň häsiýetine, aýratynlykda alanynda, emele gelen jaýryklaryň radiusyna gidrostatiki basyşyň täsiriniň uly bolýanlygyny bellemek zerurdyr. Çuňlugyň artmagy bilen döreýän jaýryklaryň radiusy çalt kiçelýär we usulyň peýdalylygy peselýär.

Sütünler oturdylan guýularda gatlaklary açmak üçin “dz”-ň guýunyň diametrine bolan gatnaşygy  $0,2 \div 0,3$

çäklerinde saýlanyp alynan uly bolmadyk (agramy 5 kg çenli) zarýadlar ulanylýar. Şeýle gatnaşykda torpedanyň uzynlygy ýeterlik derejede uly (6 d<sub>g</sub>-den hem köp) we partlamanyň täsiri radial (gapdala) tarapa ugrukdyrylan bolýar. Sütün diňe torpedanyň ýerleşdirilen aralygynda deformirlenýär. Metal sütünde dikligine jaýryklar emele gelip, sement daşyna ondan hem aňry dag jynslaryna ýaýrap gidýän giňelen zolagy emele gelýär.

Guýudan alynýan önümiň çykymyny artdyrmak maksatlary bilen uly bolmadyk zarýadly torpedalary ulanmaklyk, kiçi çuňlukly guýularda bu meseläni çözmäge mümkinçilik berýär. Guýunyň düýbüniň töweregindäki zolagyň syzdyryjylygyny artdyrmak üçin, PM-ň uly zarýadlary bilen torpedirlemek peýdalydyr. Pm-ň şeýle uly zarýady partladylanda, partlanan ýerinde sütün doly weýran bolýar, dag jynsynda bolsa, guýunyň dört diametrine deň we ondan hem uly boşluk, şeýle-de jaýryklaryň ulgamy emele gelýär.

Bu iş geçirilenden soň, şol aralykda guýunyň nilini işläp geçmek üçin, gural (instrument) göýberip bolmaýanlygy sebäpli, uly zarýadlar bilen torpedirlemek örän seýrek ýagdaýlarda ulanylýar. Mundan başga-da, sütüniň partladylan yerinden uzakda ýerleşen böleklerinde hem nogsanlyklaryň ýüze çykmagy mümkin. Şol sebäbe görä, torpedirleme adaty guýunyň açyk (sütün oturdylmadyk) nilinde geçirilýär.

TŞB – kysymly uly zarýadly torpedalary şaşkalardan ýygnap, onuň diametrini guýunyň diametrine baglylykda maksimal uly ölçegli bolar ýaly edip saýlap alýarlar. PM-a bolan geksojeniň splawyndan taýýarlanylýan şaşkalaryň ortasynda deşik edilýär. Torpedanyň aşak we ýokary böleginde sagat mehanizmlili haýal işleýän partladyjy ýerleşdirilýär. PM-ň şaşkalary 126; 166; 206 we 236 mm diametrli taýýarlanylýar, bu bolsa zarýadyň 1 pog.metre  $19,4 \div 60,4$  kg düşer ýaly dykzylygyny üpjün edýär.

Grilýand görnüşinde ýygnaýan torpedany kabeliň kömegi bilen guýa göýberilýär we ony düýbünde galdyrýarlar. Eger-de torpedirlemeli aralyk guýunyň düýbinden ýokarda

bolsa, onda emeli düýp döretmeli bolýar. Şundan soň kabel guýudan çykarylýar, niliň torpeda ýerleşdirilen ýerinden ýokarsyny partlama tolkunundan goramak üçin galyňlygy  $20 \div 30$  metr bolan sement köprüsi goýulýar. Haýal işleýän partladyjyda kesgitlenen wagt guýunyň sementlenmegini we onuň doňmagyny üpjün etmeli. Bu wagt adatça  $4 \div 6$  gije gündize deňdir. Häzirki wagtda gatlagyň içinde partlama geçirmegiň tehnologiýasyny işläp düzmek barada işler geçirilýär.

## **5. Ýadro zarýadlarynyň ulanylyşy**

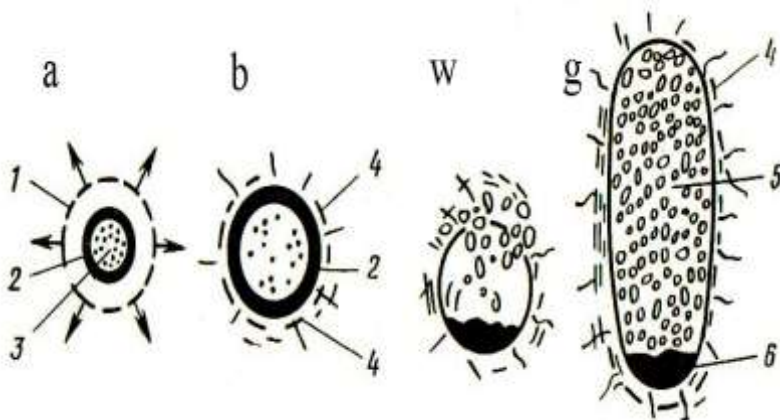
Guýulardan nebit we gaz çykarlyşyny artdyrmakda ulanylýan usullaryň bir görnüşi, senagat möçberli ýadro partlamalaryny geçirmekdir.

Ýadro partlamasynda zarýadyň bir şertli kilotonna kuwwatlylygynda bölünip çykýan energiýa  $4,19 \cdot 10^{12}$  Joul çäklerinde bolýar. Ýerasty komfulent partlamalarda bu energiýanyň täsiri astynda çalt ýaýraýan ot şary emele gelýär. Bu şaryň göwrüminiň çäklerindäki dag jynslary bugaryp “deslapky boşlugy” emele getirýär. Bölünip çykýan energiýanyň çeşmesi gyzgyn gaz bolany üçin, onuň giňelme hadysasy yrgy tolkunyny döredýär. Urgy tolkunynyň ýaýramagy dag jynslarynyň yzygiderli bugarmagyna, eremegine, döwürmegine, akmagyna we partlama zolagynda süýşmegine getirýär.

Partlama bolan ýerden daşlaşdygyça yrgyldynyň amplitudasy çalt peselýär we yrgy tolkunyny gysylyş tolkunyna, soňra bolsa maýyşgak tolkuna öwürülýär. Emele gelen tolkun dürli akustiki häsiýeti bolan sredalaryň araçäğine ýetende serpigen döwürlen tolkunlar ýüze çykýar. Bu tolkunlaryň interferensiýasy dag jynslarynda çylşyrymly dargyňly ýagdaýy ýüze çykaryp onuň pytramagyna getirmegi mümkin.

Partlama pursadynda emele gelen boşlugynyň diwarynyň (üsti) galyňlygy birnäçe santimetre baryp ýetýän erän jynsyň gaty bilen örtülýär. Birnäçe mün gradus

temperaturaly, erän dag jynsy emele gelen boşlugyň diwaryndan aşak akyp onuň düýbünde üýşmek bilen doňýar we ol ýerde gaty splawyň zolagyny döredýär. Bu massada, bölünip çykan radioelementleriň  $65 \div 70\%$  jemlenýär. Basyşyň çalt peselmegi netijesinde boşlugyň ýokarky gaty pytraýar we ýykylma sütünini emele getirýär. Sütün emele gelmeginiň dowamlylygy dürli dag jynslary üçin dürli bolmak bilen birnäçe minutdan başlap, hatda ýyllaryň dowamynda hem bolup biler.



**41-njy surat.** A.A.Bakirowyň maglumatlary boýunça ýerasty ýadro partlamasynda boşluk emele gelişiniň yzygiderliligi we zarba sütüni.

**Şertli belgilerde:**

Partlamadan: a – 3 mksekundan soň; b - 500 mksekundan soň; w – birnäçe sekuntan, birnäçe sagada çenli zarba sütüniniň emele gelip başlanmagy; g – zarba sütüniniň gutarnykly görünüşü.

1. Ugry tolkunynyň hereket edýän fronty.
2. Erän jynslar.
3. Ýokary temperaturaly we basyşly gaz.
4. Emeli dörän jaýryklar.
5. Zarba sütüni.
6. Radioaktiw garyndy.

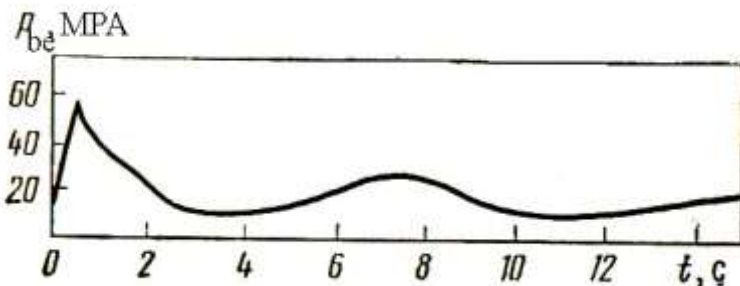
Nebit-gaz kánleri özleşdirilende, gatлага mehaniki täsir etmegiň uly ähmiýeti bar. Köp jaýrykly zolakda, arabaglanyşykly makrojaýryklar ulgamy döreýär, mundan başga-da bu ýerde bloklaryň çäklerinde mikrojaýryklylygyň uly möçberiniň ýüze çykması belleniýär. Partlamanyň zolagyndan daşlaşdygyça jaýrygyň emele gelmesi peselip, ol hadysa sönýär. Depginli jaýryklylygyň zolagynyň radiusy, dag jynslarynyň häsiýetine we zaryadyň kuwwatyna baglydyr. Geçirilen barlaglar, jaýrygyň emele gelýän zolagynyň radiusynyň  $70 \div 180$  metre baryp ýetýänligini görkezdi.

## **6. Däri gazynyň basyşynyň generatorlarynyň ulanylyşy**

Gatlagyň, guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolagynyň syzdyryjylygyny dikeltmekde ulanylýan netijeli usullarynyň biri, gatлага däri gazlarynyň basyşy bilen täsir etmek bolup durýar. Bu maksatlar üçin ulanylýan guýy abzalyňa (D66) däri gazlarynyň generatory diýlip atlandyrylýar. Bu generatorlar gatlagy böwsmek we onuň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen bölegini termohimiki taýdan işläp geçip, önüm berijiligini artdyrmaga mümkinçilik döredýär.

Kadaly (normal) şertde 1 kg däri ýananda  $0,8 \div 1,0 \text{ m}^3$  gaz emele gelýär we ýylylyk bölünip çykýar. D66 – abzalda bir wagtyň özünde ýakylýan däriniň massasy, guýunyň çuňlugyna we çözülýän meselä baglylykda  $80 \div 160 \text{ kg}$  çenli ýetýär. Däriniň şeýle massasynyň ýanmagy, köp mukdarda gazyň bölünip çykmagyna getirýär we temperaturanyň artmagy dag jynslaryna mehaniki, ýylylyk şeýle-de fiziki-himiki täsir edýär.

Gazyň emele gelmegi, guýuda basyşyň ulalmagyna getirýär.



**42-nji surat.** PGDBK kysymly däri zarýad ýananda wagt geçmegi bilen guýuda basyşyň üýtgemesi.

Görnüş i ýaly basyşyň depgininiň artmagy ilkinji sekundlarda bolup geçýär. Bu basyşyň täsiri netijesinde gatlagyň, guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolagy örän kiçi mehaniki bölejiklerden, poslama önümlerinden, gaty çökündilerden arassalanýar. Guýudaky basyşyň, gatlakdaky we gapdala ugrukdyrylan dag basyşyna bolan gatnaşygynyň kesgitli bahasynda, jaýryklaryň emele gelmegi üçin şert döreýär we gatlagyň böwsülmegi bolup geçýär. Bu jaýryklar boýunça buraw ergini we däri gazlary uly tizlik bilen gatлага girýär we guýuda basyş peselýär.

Däri ýanyp başlan pursatyndan, guýuda basyşyň peselýän wagtyna çenli aralyk 2 sekund töweregidir. Şondan soň, söňýän tertipde basyş peselýär we  $12 \div 20$  sekundyň dowamynda basyş gidrostatika çenli dikeldilýär. Merkezindäki temperaturasy  $2500^{\circ}\text{C}$ -a ýetende ýangynyň önümi gatлага girmek bilen parafin, asfalt-smola we beýleki gaty çökündileriň eremegine, şeýle-de nebitiň şepbeşikliginiň peselmegine ýardam edýär. Ýanma önümi esasan hem kömürturşy gaz, azot we hlorly wodoroddan ybarat bolýanlygy üçin, dag jynslaryna fiziki-himiki täsir edýärler. Dag jynslaryna şeýle toplumlaýyn täsiriň netijesinde, gatlakda emele gelen jaýryklar ýapylman, eýsem guýunyň diwaryna

golaý ýerleşen zolakda ýokary syzdyryjylygyň emele gelmegine şert döredýär.

Häzirki döwürde ulanylýan D66-y korpusly we korpuslyz ýaly görnüşlere bölünýärler. Korpuslyz generatorlaryň iki görnüşi bar: germetizirlenen – P6DBK we germetizirlenmedik – ADS. Däri zarýadynyň uzynlygy 1 metr, daşky diametri 98 mm bolup, massasy 10,5 kg. İşlenilmeli aralyga we ýerleşen çuňlugyna (gidrostatiki basyş) baglylykda, generatorlary  $5 \div 12$  zarýaddan ybarat edip ýygnaýarlar. ADS5 – generatorda zarýadyň ýanmagynyň dowamlylygy birnäçe minut. Bu generatorlar gysyş guýularynda, guýunyň golaýynda ýerleşen zolaklary mehaniki garyndylardan we parafiniň çökündilerinden, smoladan arassalamak üçin ulanylýarlar.

D66-y ulanmaklyk guýunyň ýörite taýýarlanylmagyny talap edýär. İşlenilmeli aralyk perforasiýanyň kömegi bilen goşmaça açylmaly. Atyşyň jemi dykyzlygy 1 pogon metr aralyga  $30 \div 40$  deşik düşer ýaly bolmaly. Guýunyň niliniň hapalanmazlygy üçin, korpusly perforatorlar ulanylýar. İş geçirilenden soň, guýy ýuwulýar we buraw ergini bilen doldurylýar. Generator işlenilmeli aralykdan  $15 \div 20$  metr ýokarda ýerleşdirilýär.

## **7. Guýularda geçirilýän beýleki partladys işleri**

Guýularda geçirilýän partladys işleri ýokarda seredilenlerden hem başga, guýuda oturdylan süzgiçleri (filter) arassalamak, guýunyň diwaryndan sementiň galyndylaryny aýyrmak üçin ulanylýar.

Bu işler geçirilende turbalaryň, kiltleriň we birleşme muftalarynyň, süzgüçleriň, ýagny guýy gurluşynyň enjamlarynyň ählisiniň bitewiligi saklanylmalydyr. Adatça işi TDŞ kysymly torpedalary ulanmak bilen ýerine ýetirýärler.

**Süzgüçleri (filtrleri) arassalamak.** Guýular synag edilende we ulanylanda filtrler hapalanýarlar. Bu bolsa flýuidiň erkin hereketine päsgelçilik döredýär.

Filteriň hapalanmasy burawlanma döwründe gatlagyň öýjüklerine giren ýa-da guýunyň diwaryna çöken buraw ergininiň toýun dänejikleriniň hasabyna döremegi mümkin. Işleýän guýularda filtrlr, gatlakdan çykýan flýuidler bilen goşulyp gelýän çäge we toýun dänejikleriň hasabyna, suwuklyklardan emele gelýän çökündiler sebäpli hasaplanýar. Suwdan –  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  duzlary,  $\text{Fe}^{3+}$  birleşmeleri; nebitden – parafin şeýle-de beýleki birleşmeleriň düşüp galmagy bolup geçýär. Filtrlri arassalamagyň esasy usuly, ony güýçli depginde ýuwmakdyr. Bu işi ýerine ýetirmek üçin, guýularda geçirilýän ýuwuş işleri uly maliýe serişdelerini we wagty talap edýär, muňa garamazdan hemişe zerur bolan netijäni bermeyär. Bu meselede partladyş işlerini geçirmeklik has amatly hasaplanylýar.

Filtrleri arassalamakda detonirleýji şnurlardan taýýarlanylýan torpedalar giňden ulanylýar. Filtrlriň bitewüligi bozulmaz ýaly şnuryň bir sarymy bilen çäklendirilýär. Diňe simden tor görnüşli ýasalan filtrlerde, olaryň urgy tolkunyna durnukly bolany sebäpli, şnuryň sarymlaryny 2-3-e çenli artdyrmak mümkin.

Torpedalary, guýunyň merkezinde saklap bilýän ýönekeý gurluşyň kömegi bilen, ony guýunyň okynda ýerleşdirýärler. Torpedanyň uzynlygyny filter doly ýapylar ýaly saýlap alýarlar. Partlama hadysasyna itergi berýän gurluşda, bir birlik uzynlygyndaky PM-ň mukdarynyň, torpedadaky mukdaryndan köp bolýanlygy üçin, ony filteriň çäginde daşda  $0,5 \div 1,0$  m aralykda ýerleşdirýärler.

***Partlama paketeriň ulanylyşy.*** Soňky ýyllarda sütünler oturdylan guýularda aýratyn seredilýän aralyklary birini-beýlekisinden bölmek üçin partlaýan paketerler (köprüleri) ulanylýar. Olar nebit-gaz kánleriniň barlaglarynyň we özleşdirilişiniň dürli döwürlerinde ulanylýar.

Partlama paketerleri guýularyň emeli düýbini döretmekde, önümlü gatlaklar birden köp bolan ýagdaýynda synag edilende olaryň aralaryny ýapmakda ýa-da özleşdirme



döwründe gysygy guýularda suwuklyk göýberilende, suwlandyrylan gatlaklary izolirlemäge mümkinçilik berýär.

Partlama pakerleri ulanmak, sement köprüleri goýmak bilen deňäniňde harç edilen wagty örän köp mukdarda tygşytlamaga mümkinçilik berýär. Mundan başga-da örän golaý ýerleşen gatlaklary öz aralarynda izolirlemäge şert döredýär. Partlama pakerleri özünde zarýady bolan wealýumininiň splawyndan silindr görnüşli gurluşdyr. Berilen aralykda paker ýerleşdirilenden soň däri zarýady ýakylýar. Emele gelen gaz pakeriň korpusyny yzyna gaýtaryp bolmajak derejede deformirleýär (görnüşini üýtgedýär) we ony oturdylan sütüne presleýär.

Dürli diametrli guýulara hasaplanylýan pakerleriň birnäçe görnüşleri ulanyar.

## **VII BÖLÜM.**

### **NEBIT-GAZ KÄNLERİNİ ÖZLEŞDİRMEKDE**

### **GEOFİZİKİ GÖZEGÇİLİK**

Nebit we gaz kânleriniň özleşdirişi gözegçilik edilende, geofiziki barlag usullary maglumatlary boýunça aşakdaky meseleleri öz içine alýar:

1. Nebit-suw we gaz-suwuklyk araçäkleriniň üýtgeýşini şeýle-de gatlaklaryň suwlandyrylyşyna gözegçilik;
2. Sütün oturdylan ýa-da oturdylmadyk (açyk) guýularyň perforasiýa geçirilen aralygynda: suw, nebit, gaz berýän ýa-da siňdirýän (kabul edýän) gatlaklary ýüze çykarmak we aýratynlykda alynan gatlaklaryň çykymyny (debitini) kesgitlemek;
3. Guýunyň nilindäki suwuklygyň dykyzlygyny we düzümini: nebitiň, gazyň, suwuň guýunyň niline çykýan aralyklaryny ýüze çykarmak, şeýle-de beýleki tehnologiki meseleleri çözmeklik;
4. Ulanyşda önüm berýän guýularyň iş kadasyny, wagtyň geçirmeginde nebit-suw we gaz-suw araçäkleriniň üýtgeýşini kesgitlemekde;
5. Gatlaklardan akymyň depginini güýçlendirmek üçin geçirilýän çäreler (gatlagy gidrawliki böwsüme, duz kislotasy bilen işläp geçmek we ş.m.) gözegçilik;
6. Guýularyň tehniki ýagdaýyna gözegçilik etmek we ş.m.-de ulanylýar.

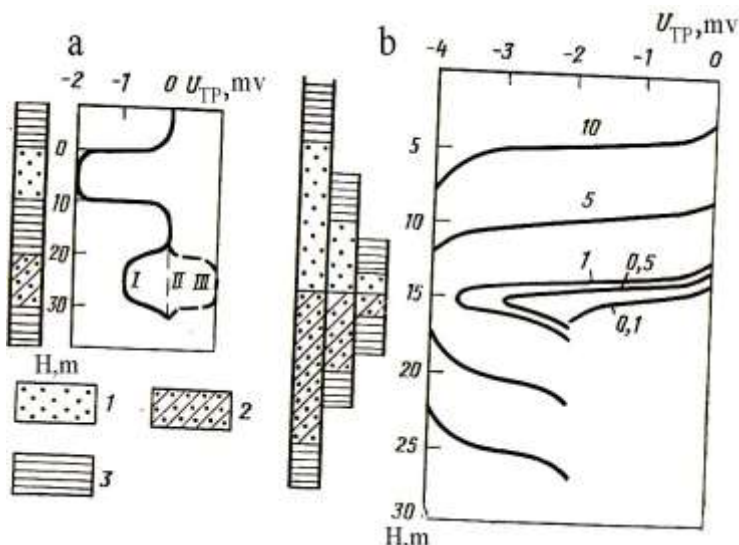
## 1. Nebit-suw, gaz-suwuklyk araçäkleriniň üýtgeýşine we gatlaklaryň suwlandyrylyşyna gözegçilik

Nebit we gaz kânleri özleşdirilende nebit-suw, gaz-suwuklyk çäkleriniň (NSÇ, GSÇ) ýagdaýynyň üýtgemegine, şeýle-de gatlaklaryň aýratyn bölekleriniň suwlanmagynyň ýüze çykmagyna, nebit-gaz konturynyň çäklerinde burawlanýan ulanyş guýularynda geçirilen elektriki barlag usullarynyň maglumatlary boýunça gözegçilik edilip biliner. Nebitiň we gazyň suw bilen gysyp süýşürilmegi, gatlaklaryň udel elektrik garşylygynyň has köp peselmegine getirýär.

Nebit konturynyň (meýdançada nebitiň ýaýran çäkleri) içinden ýa-da daşyndan gysyjy guýulardan “süýji suw” göýberilip ol nebitiň ýerini eýelände, garşylygyň üýtgemegi boýunça NSÇ-i kesgitlemek mümkin bolmaýar, kä mahallarda bu çägi  $U_{TP}$  – tebigy potensialyň anomaliýasynyň üýtgemesi boýunça ýüze çykarmak mümkin.

Toýunlaryň arasynda ýerleşen önümlü gatlak suwlandyrylanda, onuň bütin galyňlygy boýunça  $U_{TP}$ -ň diagrammasynyň görnüşi “süýji suwuň” udel garşylygynyň  $\rho_{süý.s.}$  we onuň gatлага syzyp geçen böleginiň  $\rho_{s.z.}$  garşylygyna bolan gatnaşygyna baglydyr. Eger-de  $\rho_{süý.s.} < \rho_{s.z.}$  – bolsa onda gatlagyň garşysynda toýunyň çyzygyna görä otrisatel,  $\rho_{süý.s.} > \rho_{s.z.}$  – da položitel anomaliýa bellenilýär. Gatlagy gurşaýan toýunda  $U_{TP}$  anomaliýasy bu ýagdaýda deň (43-nji surat, a).

Eger-de toýun bilen araçäkleşýän birmeňzeş gatlagyň diňe aşaky ýa-da ýokarky bölegi suwlandyrylýan bolsa, onuň garşysynda  $U_{TP}$ -ň anomaliýasynyň ululygy deň bolmak bilen, toýun çyzygynyň “süýji suw” syzyp giren aralygyna görä otrisatel tarapa süýşmesi ýüze çykarýar (43-nji surat, b).



**43-nji surat.** A.P.Anpilogowyň maglumatlary boýunça süýji suw aralaşan çuňlukda  $U_{TP}$  diagrammasy.

**Sertli belgilerde:**

a – aşakdaky suw aralaşan çägesow gatlak, suw aralaşmadyk gatlakdan toýun gatlajyk bilen bölünen;

b – h-galyňlykly birmeňzeş çäge daşynyň aşak bölegine suw aralaşan.

Doýgunlaşan çäge daşlary:

1. duzly suw;
2. süýji suw;
3. toýun.

I –  $\rho_{be} > \rho_{pr} > \rho_{gat.suw}$ . II –  $\rho_{b.e.s} = \rho_{pr} > \rho_{gat.suw}$ . III –  $\rho_{pr} > \rho_{b.e.s} > \rho_{gat.suw}$ .

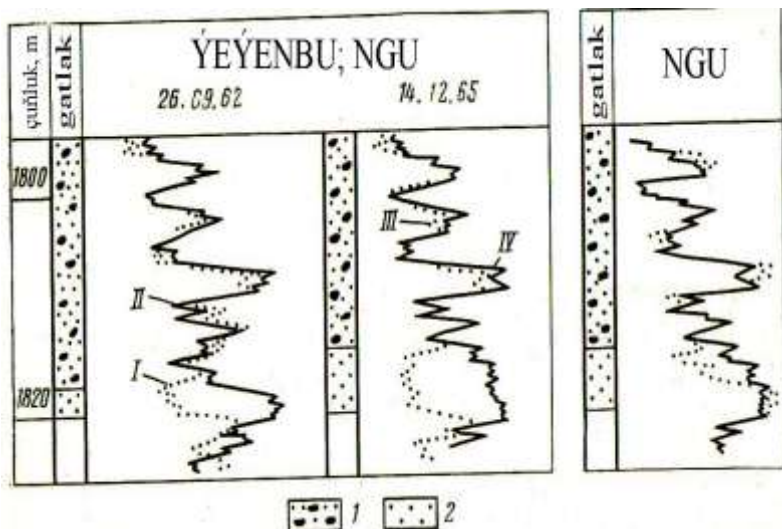
Bölekleyin, birnäçe aralyklara “süýji suw” syzyp giren birmeňzeş gatlagyň garşysyndaky  $U_{TP}$ -ň anomaliýasynyň görnüşi, degişir ýerleşen toýunda saklanýan suwuň häsiýetine baglylykda kesgitlenilýär. Şeýle ýagdaýda, içki bölejikleriň (ýuka zolaklaryň) suwlanmasynyň häsiýeti  $U_{TP}$ -ň anomaliýasynyň görnüşiňe täsiri örän az bolýar.

Nebit kánlerinde, ýylyň dowamynda NSÇ-ne elektrik usullaryny ulanyp gözegçilik etmek üçin täze burawlanýan guýularyň sany köp bolmaýar. Sütünler oturdylandan soň bolsa, NSÇ-ň üýtgeýşine elektriki usullar bilen gözegçilik etmek mümkin bolmaýar. Gaz-suwuklyk çäginini (GSÇ) ýagdaýyny elektriki usullar bilen öwrenmek asla mümkin däl.

Şu sebäbe görä, sütünler oturdylan guýularda GSÇ we NSÇ-ň üýtgeýşine gözegçilik üçin esas bolup, radioaktiw barlag usullary hyzmat edýär. Köp ýagdaýlarda neýtron usullarynyň görnüşleriniň maglumatlary boýunça NSÇ-i kesgitlemek, gatlak suwundaky “Cl” hloryň anomal neýtron häsiýetlerine esaslanandyr. Neýtron usullarynyň diagrammasynda gatlagyň suwly we nebitli böleginiň garşysyndaky tapawudy, gatlak suwunda “Cl” hloryň mukdarynyň kiçelmegi, ýagny gatlagyň öýjükliiliginiň ýa-da doýgunlaşdyrýan suwuň duzlylygynyň peselmegi bilen düşündirilýär. Gatlak suwunyň duzlylygy  $C_{NaCl} > 150 \div 200$  g/litr we ýokary öýjükli ( $k_{oy} > 15 \div 20\%$ ) kolektorlarda SNÇ-i ýylylyk energiýaly neýtronlary belleýän (ÝENBU) we neýtron gamma usullaryň (NGU) diagrammalary esasynda, anyk kesgitlemek mümkin. Bu ýagdaýda aýratyn NGU ýa-da ÝENBU-y ulanmaklyk, öýjükliiligi we toýunlylygy boýunça, birmeňzeş bolan gatlaklarda mümkin. Şonda NSÇ-ne mahsus hadysa “Cl” hloryň mukdarynyň dürlüligi bilen şertlendirilýän hem bolsa, diagrammada öýjüklilik we toýunlylygyň üýtgemesi (wodorodyň mukdarynyň) bilen baglanyşykly ýüze çykýan birmeňzeşdälligini ýapyp bilmeýär. NGU we ÝENBU-y bilelikde ulanmak, gatlak birmeňzeş däl bolanda hem, NSÇ-i ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär. Bu wodorodyň mukdarynyň üýtgemegi NGU-ň we ÝENBU-ň diagrammasynda anomaliýanyň bir tarapa, şol bir wagtda dag jynslarynda “Cl” hloryň üýtgemesi, onuň dürli tarapa gyşarmagyna getirmegi mümkin (44-nji surat).

Usullaryň maglumatlaryna öýjüklilik koeffisientiniň ýa-da toýunlylygyň täsirini ortadan aýyrmagyň ýa-da hasaba almagyň beýleki usullarynyň biri, ol hem – NGU-ň

(ÝENGBU-ň) dürli wagtlarda ýazylan diagrammalaryny deňeşdirmekdir.



**44-njy surat.** Birmeňzeş däl gatlaklarda YNBU-ň we NGU-ň (a) we dürli wagtlarda ýazylan NGU (b) normirlenilen (kadalaşdyrylan) diagrammalaryny deňeşdirme ýoly bilen suw-nebit araçäginini kesgitlemegiň mysallary.

**Şertli belgilerde:**

I we III –  $I_{nn}$  –ň diagrammalary.

II we IV –  $I_{nj}$  –ň diagrammalary.

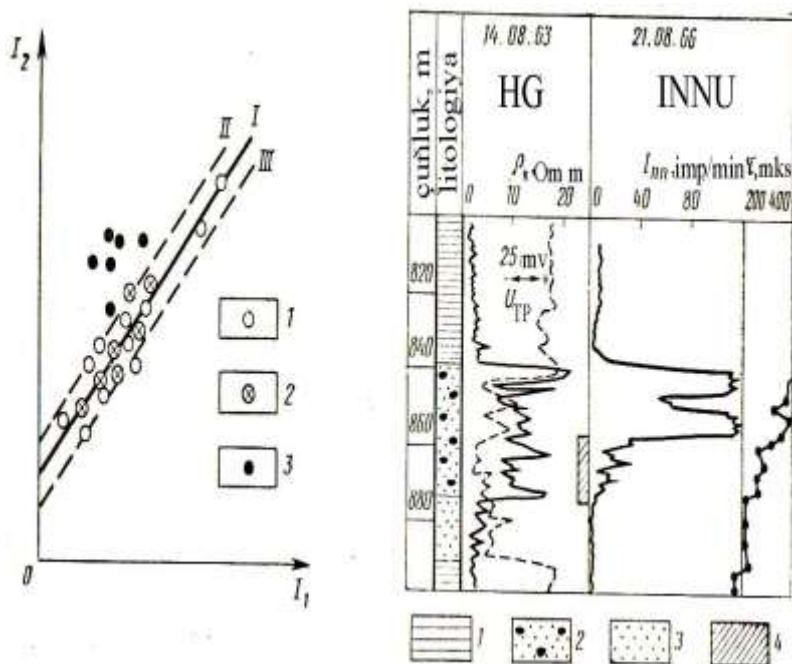
1. nebitli gatlak;

2. suwly ýa-da suwlanan gatlak.

Dag jynslarynyň öýjükliligi we toýunlylygy, nebit-gaz känlerini özleşdirme hadysasynda üýtgemeýär, şonuň üçin, kada laýyklykda etalonirlenen (nusgalaşdyrylan) we dürli wagtda ýazylan diagrammalar, diňe iki ölçegiň geçirilen wagt aralygynda suwalan aralyklaryň garşysynda tapawutlanýarlar.

Geçirililen barlaglaryň arasynda, geçen wagtyň içinde doýgunlylyk häsiýetini üýtgeden gatlaklaryň ýüze çykarylyşynyň ygtybarlygyny artdyrmak üçin, ölçegleriň

netijelerini deňeşdirýän arabaglanşyk grafigi gurulýar (45-nji surat).



**45-nji surat. 46-njy surat. 45-nji surat.** NGU gaýtalaýan geçirilende alynan maglumatlary deňeşdirip suwlanan gatlaklaryň ýüze çykarlyşynyň mysallary.

**Şertli belgilerde:**

1. Orta çyzygy geçirmek üçin ulanylan syzyjylyksyz gatlaklar.
2. Iki barlagyň arasynda geçen wagtda öz häsiýetini üýtgetmedik gatlaklar.
3. Iki barlagyň arasynda geçen wagt içinde üýtgeşme bolan gatlaklar.

**46-njy surat.** Impuls neýtron usulynyň maglumaty boýunça suw-nebit çäginäň üýtgemeginiň kesgitlenilişiniň mysaly.

### **Şertli belgilerde:**

1. toýun;
2. nebitli çäge daşy;
3. suwly çäge daşy;
4. suwlanan aralyk.

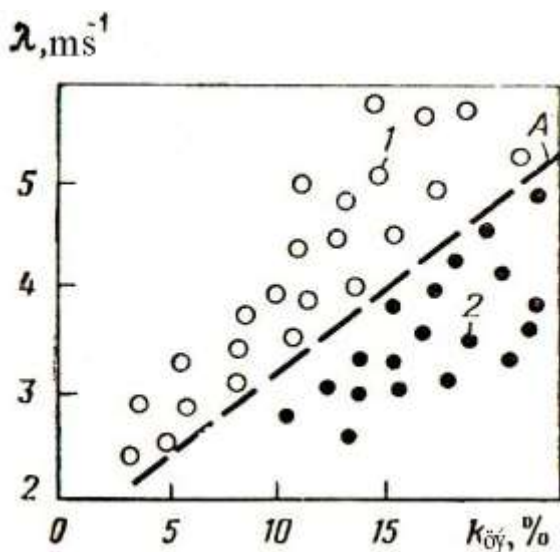
NGU-ň ýa-da ÝENBU-ň diagrammasynda gatlak üçin has oňat tapawutlanýan  $20 \div 30$  nokadyň bahalary boýunça we anyk görünýän birmeňzeş doýgunlygynda I-nji çyzygy geçirip, nokatlaryň ondan gyşarmasynyň orta kwadrat “ $\sigma$ ” bahasyny hasaplaýarlar. Orta çyzykdan aşak we ýokaryk “ $\sigma$ ”-nyň iki bahasyna deň uzaklykdan ýene-de II we III-nji çyzygy geçirýärler. Eger-de barlanylýan gatлага degişli nokat II we III çyzygyň ortasyna düşse, onda iki ölçegiň arasynda geçen wagtyň içinde gatlagyň doýgunlygynyň häsiýeti üýtgemändir diýlip hasaplanylýar. Eger-de nokatlar NGU-üçin ýokarda ýa-da ÝENBU-üçin ol zolakdan aşakda ýatan bolsa, onda 95% ynam bilen gatlak suwlanypdyr diýip hasaplamak bolýar.

Impuls neýtron usullary dag jynslaryndaky “CI” hloryň mukdaryna örän duýgyr bolmak bilen, gatlak suwunyň duzlylygy  $40 \div 50$  g/litr, amatly ýagdaýlarda  $20 \div 30$  g/litr bolanda hem, NSÇ-i kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

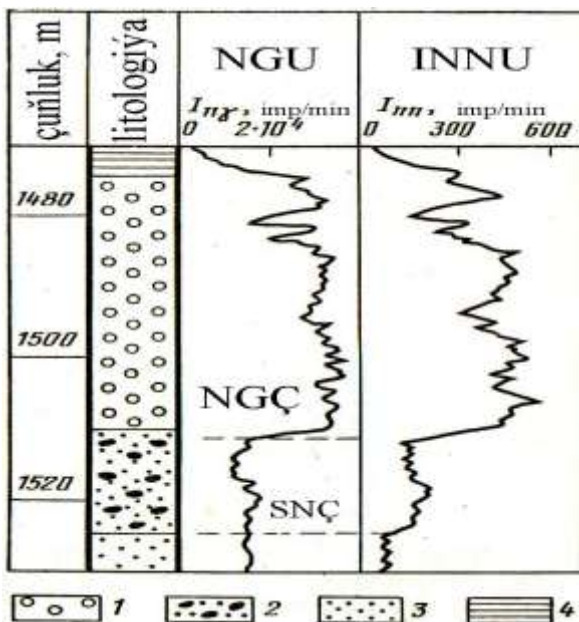
46-njy suratdan görnüşi ýaly, NSÇ-i 1857 metr çuňlukda neýtronlaryň ömrüniň ortaça wagtynyň “ $\tau$ ” hyýaly bahasy we uly säginme wagtynda (1,1sek) bellenen  $I_{nn}$ -ň diagrammasynda örän takyk belleniýär. Bu maglumatlara guýynyň diwaryna golaý ýerleşen zolagyň we gatlagyň litologiýasynyň täsiri ýetýän hem bolsa, “ $\tau$ ”-ň bahasy  $I_{nn}$ -e garanda pesdir.

Neýtron usullarynyň maglumatlary boýunça GNÇ we GSC-i kesgitlemek gazyň düzüminde, suwa garanda wodorodyň az mukdarynyň saklanylýanlygyna esaslanandyr. Şol sebäbe görä, ähli neýtron usullarynyň diagramalarynda gazly gatlak, nebitli we suwly gatлага garanda, ýokary baha bilen belleniýär (48-nji surat).





**47-nji surat.** Ýylylyk neýtronlarynyň meýdanynyň dekrementi “ $\lambda$ ” bilen öýjüklilik koeffisiýentini “ $K_{\text{өý}}$ ” deňeşdirmek ýoly bilen 1-nebitli, 2-suwly ýa-da suwlanan gatlaklary üýze çykarmagyň mysallary.



**48-nji surat.** Neýtron usullarynyň maglumatlary boýunça gaz-nebit we suw-nebit çýkleriniň kesgitlenilişiniň mysallary.

**Şertli belgilerde:**

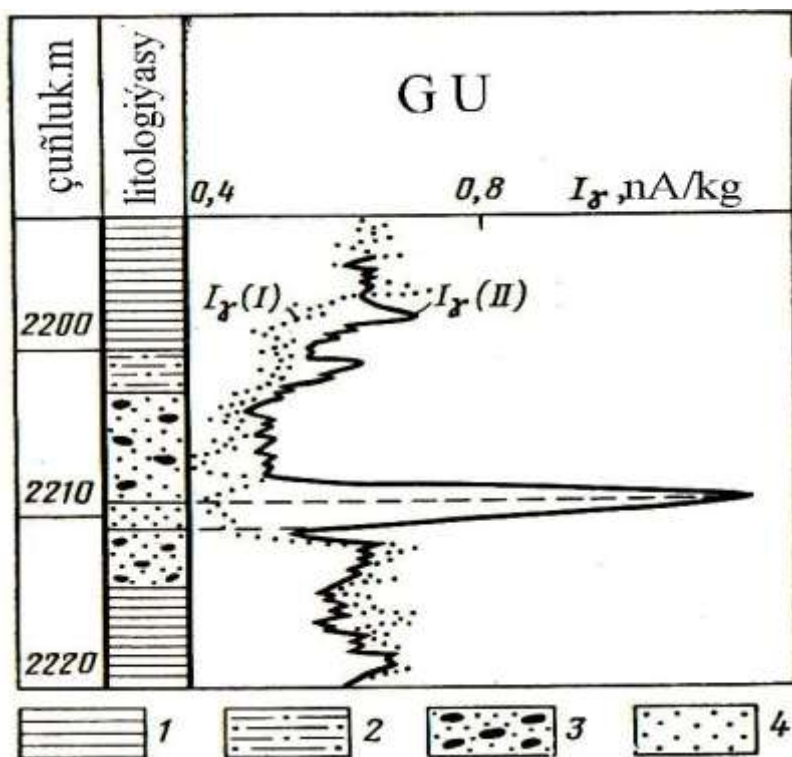
Çäge daşy: 1-gazly; 2-nebitli; 3-suwly; 4-toýun.

Şeýle-de bolsa neýtron usullarynyň diagrammasynda ýokarlandyrylan bahalar bilen pes öýjüklikli (dykyz) dag jynslary hem bellenilýär. Bu anomaliýany has ýokary öýjükli, gaz bilen doýgunlaşan gatlaklaryň garşysyndaky anomaliýadan tapawutlandyrmak üçin, ulanylýan maglumatlary esasan hem öýjüklilige bagly bolan dykyzlyk – GGU ýa-da akustiki usulyň maglumatlary bilen bilelikde ulanmaly.

Eger-de önümlü gatlagyň birmeňzeş dälligi sebäpli, ony düzýän dag jynslarynyň birden üýtgeýänligi üçin GŞÇ-kesgitlemek kynlaşýan bolsa, kämahal neýtron usullary bilen,

belli bir wagt geçenden soň, gaýtadan barlag geçirmeklik ýerlikli hasaplanylýar. Haçan-da gaz doýgunlaşan gatлага BES-y girip, syzyş zolagy emele gelen bolsa, guýyda ilkinji barlagy sütünler oturdylmazdan oň ýa-da sütün aňyrsyndaky boşlyk sementlenmeginiň yz ýanynda geçirilýär. Ikinji barlag, emele gelen syzyş zolagy oňki ýagdaýyny dikeltmek üçin, zerur bolan wagtdan (guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolaga gaz gaýdyp gelmeli) soň geçirilýär we bu usulda gatlagyň gazly bölegi diagrammada anomaliýanyň artmagy bilen bellenilýär. Nebit-gaz kânleriniň özleşdirilişinde NSÇ we GSÇ-ň süýsmegini ýa-da gatlagyň önümlü bölegine suwuň böwsüp çykan ýerini, neýtron usullarynyň wagytlaýyn ýazylan diagrammalaryny deňeşdirmek ýoly bilen kesgitleýärler. Diagrammalaryň masştablaryny saýlap deňeşdirilende, iki barlagyň arasynda geçen wagtda gatlagyň suwlanan bölegi, soňky geçirilen barlagyň, birinjä görä peselmegi bilen bellenilýär. Birnäçe nebit kânleriniň kesiminde suwalan aralyklar nebiti suwuň gysyp süýşürmegi netijesinde gatlak suwunyň Ra-radiý elementi bilen baýlaşmagyna getirýär we onuň sement daşynda ýygnanmagy ýüze çykýar. Bu ýagdaýa radiogeohimiki effekt diýlip atlandyrylýar.

Şol sebäbe görä, ulanylýan guýularda suw alan gatlagyň garşysynda ikinji sapa geçirilen GU-ň barlaglarynyň diagrammasynda, oňki ýazylan diagramma garanda tebigy radioaktiwligiň has hem artmagy bellenilýär (49-njy surat).



**49-njy surat.** Radiogeohimiki effekt boýunça suwlanan aralyklaryň ýüze çykarlyşy.

**Şertli belgilerde:**

- 1-toýun;
- 2-alewrolit;
- 3-önümlü çäge daşy;
- 4-suwlanan aralyk.

GU-ň diagrammalary: I – täze burawlanan guýunyň kesimi  $J_j$  (I); II – ulanyş döwründe suwlanan gatlak  $J_j$  (II).

Amatly şertlerde ýagny, otnositel arassa kollektorlarda, guýynyň oňat tehniki ýagdaýynda we ş.m., neýtron usullary NSÇ, GSÇ-i kesgitlemek we suwlanan gatlaklary ýüze çykarmak bilen çäklenmän, eýsem kg-gazdoýgunlyk we kn-

nebitdoýgunlyk koeffisientlerini (gatlak suwunyň ýokary derejede duzly bolanda) kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Bu maglumatlar nebit-gaz ýatagynyň wagt pursatyndaky goryny we ýer jümmüşinden nebitiň, gazyň çykaryp boljak mukdaryny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Nebit-gazdoýgunlyk koeffisientiniň uly bolmadyk peselmegi gatlagyň suwaljak wagtyny önünden kesgitläp, çykymy (debiti) kadalaşdyrmaga we guýyda düýpli abatlama işleriniň wagtyny bellemekde ulanylýar.

Radioaktiw usullarynyň barlag radiusynyň kiçi bolmagy, gaz-suw (GS) we nebit-suw (NS) araçäklerini, aýratyn hem nebit-gazdoýgunlyk koeffisientlerini kesgitlemekde ulanylmagynyň, diňe syzyş zolagy dargap, ilki durky dikeldilen guýularda mümkinligini şertlendirýär. Şonuň üçin, guýunyň diwary sütünler bilen berkidilenden birnäçe wagt (birnäçe günden, birnäçe aý) geçenden soň, perforasiýa geçirilmedik aralyk barlanylýar. Has iri ýataklarda ýörite gözgeçilik guýularyny burawlaýarlar.

## **2. Ulanylýan we gysyjy guýularda akymy, suwuklygy we gazy kabul edýän aralyklary kesgitlemek.**

Kollektorlaryň ýagdaýyny, gatlagyň galyňlygyny, olaryň dikligine birmeňzeşdalligini anyklamak, perforasiýanyň, gidroböwüsmäniň, duz kislotasy bilen işlenilişiniň peýdalylygyny (effektiwligini) kesgitlemek, aýratyn kiçi gatjagazlaryň önümliligine baha bermek, şeýle-de kesimde ýüze çykýan beýleki meseleleri çözmek, ulanyş guýularynyň açan kesiminde önüm berýän aralyklary ýüze çykaryp her bir gatlagyň önüm berijiligini kesgitlemek guýularda geofiziki barlaglaryň geçirilmegini talap edýär. Gysyjy guýular (nagnetatel) degişlilikde suwuklygy kabul edýän aralygy kesgitläp, her bir aralygyň kabul etjek suwuklygynyň mukdaryny hasaplamaly bolýar.

Şuňa meňzeş barlaglary, gatlagyň önüm berijiligini artdyrmak üçin (intensifikasiýa) çäreleriň geçirilmezinden ön

we soň (gidroböwürsme, duzkislotasy bilen işlemek, goşmaça perforasiýa geçiriljek aralygy we ş.m.) geçirilen işleriň effektiwligini anyklamak maksatlaryny, göz önünde tutup geçirýärler. Geçirilen barlaglaryň netijesinde, guýunyň çuňlugyna görä, aýratyn aralyklardan ýa-da jemi çykymyň (bellenilen çuňlukdan aşakda ýerleşen ähli gatlaklar üçin) üýtgemesiniň grafigi gurulýar we oňa suwuklygyň we gazyň profili (akymyň görnüşi) diýlip atlandyrylýar.

Akymyň profilini aşakdaky sanawda görkezilen usullary ulanyp:

1. Guýunyň nilinde suwuklygyň hereket tizligini ýörite abzallaryň – debitomerleri we rashodomerleri bilen ölçäp;
2. Guýuda hereket edýän flýuidiň düzümine, häsiýeti boýunça tapawutlanýan madda (indikator: radioaktiw, gyzdrylan suw we ş.m.) goşmak bilen, onuň guýunyň nilindäki hereketini kesgitlep;
3. Flýuidiň gatladan çykýan ýerindäki temperaturasyny öwrenmek bilen (Joul-Tomsonyň effekti) kesgitleýärler.

Gysyjy guýularda flýuidi kabul edýän aralyklary ýüze çykarmak üçin, gatlaklaryň radioaktiw we beýleki indikator maddalaryň effektini ulanmak bolar. Gatlak tarapyndan indikatorlary siňdirmek, olaryň radioaktiwliginiň, temperaturasynyň, neýtron häsiýetleriniň (Cl–hlor, B–bor, Cd–kadmiý) üýtgemegine getirýär.

### **3. Guýuda akym berýän we kabul edýän aralyklary guýy debitomerler bilen kesgitlemek.**

Guýy debitomerleri we rashodomerleri aşakdaky esasy bölümlerden: flýuidiň hereketini kabul edip, ululygy akymyň tizligi bilen funksional baglanyşykly elektrik signalyna öwürýän maglumat berijiden (datçik), debitomer bilen sütüniň arasyndaky boşlugy ýapyp, flýuidiň akymyny datçik ýerleşdirilen akawa ugrukdyrýan pakerden we ol berilen çuňlukda ýerleşdirilenden soň, ony açyp-ýapmak üçin aralykdan dolandyrylyş mehanizminden durýar.

Debitomerler we rashodomerler ölçenilýän parametri abzalyň özünde we aralykdan belleýjiler ýaly görnüşlere bölünýärler. Parametri özünde belleýän abzallarda, ölçenilýän ululyk onda ýerleşdirilen ýörite gurluş tarapyndan bellenilýär. Olaryň pakeri adaty abzalda göz önünde tutulan ýörite mehanizmiň kömegi bilen bir sapar açylýar. Aralykdan ýazgy geçirilýän abzallarda, ölçenilýän parametr datçikde elektrik signalyna öwürülip, kabeliň geçiriji simi boýunça ýer üstüne berilýär we geofiziki laboratoriyalarda (stansiýa) bellenilýär.

Elektrik signaly aralyga geçirýän debitomerler we rashodomerler has hem giňden ýaýrandyr. Olaryň, parametrleri özünde belleýän görnüşinden tapawudy, barlaglaryň netijesini şol bir wagtda görüp bolýanlygydyr. Mundan hem başga, olar pakeri köp sapar açyp ýapmaga mümkinçilik berýär, şeýlelikde ony guýunyň içine bir sapar göýberende, dürli çuňluklarda we aralyklarda barlaglar geçirip bolýanlygy şertlendirilýär.

Parametri abzalyň özünde belleýän debitomerleriň aýratynlygy – gurluşynyň ýönekeýligi bolup, olar ýörite belleýji (stansiýa) gurluş talap etmeýär. Şonuň üçin, barlaglar nebit çykarýan işgärler tarapyndan hem geçirilip biliner.

Debitomerler pakerleme şertleri boýunça hem tapawutlandyrylýar. Absolyt pakerleýji debitomerler, guýuda ýokarlygyna hereket edýän akymy ölçeg akawasynyň üstünden doly geçmegini üpjün edýär. Zont görünüşindäki pakerli debitomerler guýunyň diwary bilen debitomeriň arasyndaky giňişligi bölekleyin ýapýar. Debitomer bilen sütüniň diwarynyň arasyndaky boşlugy absolyt dykyz ýapmak üçin niýetlenen pakerleriň taýýarlanylýan materialy çäýe, ýagny görnüşini üýtgedip bilýän bolmaly. Adaty ony ýaglaryň täsirine durnukly rezinden ýa-da ýörite çäýe materialdan taýýarlaýarlar. Onuň silindre meňzeş görnüşi bolup, abzalyň korpusyna berkidilýär. Debitomer guýunyň nilinde hereket edende, paker ýygnaýar we onuň diametri, korpusyň diametrinden tapawutlanmaýar. Pakeri açmak üçin, onuň içine sorujynyň (nasosyň) kömegi bilen buraw ergini girizilýär;

paker çişýär we sütüniň içki görnüşine laýyklykda, diwaryna berk gysylýar. Debitomerleriň birnäçe görnüşinde paker elektromehaniki geçirijiniň kömegi bilen dolandyrylýar.

Örän ýönekeý gurluşly pakersiz debitomerler hem bar. Olary suwuklygyň ýa-da gazyň çykymy örän uly bolan guýularda, şeýle-de abzal guýuda hemişelik goýulanda, haçanda datçigiň üstünden geçýän flýuidiň mukdary hemişeligini saklaýan ýagdaýynda ulanarlykdyr.

Işleýiş kadalary boýunça we datçigiň gurluşyna baglylykda iki görnüşini tapawutlandyryrlar: turbinaly (aýlanýan) we termoelektriki debitomer – rashodomerler.

Debitomer-rashodomeriň birinji görnüşinde, turbinanýň aýlow ýygýlygy akymyň tizligine proporsionaldyr. Proporsionallyk koeffisienti ýörite stendlerde (gurluşlarda) ýa-da guýunyň içinde abzal graduirlenende kesgitlenilýär.

Termoelektriki guýy debitomeri (STD) termoanemometriň işleýşine kwapdaşdyr. Debitomeriň datçiginiň garşylygy ondan tok geçýänligi sebäpli, gyzýar we onuň temperaturasy guýy sredasynyň temperaturasyndan ýokary bolýar. Suwuklygyň ýa-da guýunyň içinden çykýan gazyň ýerinde datçik sowayar, netijede onuň garşylygy üýtgeýär. Garşylygyň bu üýtgemesini eginleriniň birine datçik birleşdirilendört eginli köpri şekili gurluşda (mostowaýa shema) belleniýär. Ölçenilýän parametr köprüniň eginlerinde naprýaženiýanyň deňagramlylygynyň bozulmasyny aňladýan “ $\Delta U$ ” görnüşinde ölçeýji abzalda ýa-da stansiýanyň surata düşürýän gurluşynda (fotoregistrator) belleniýär.

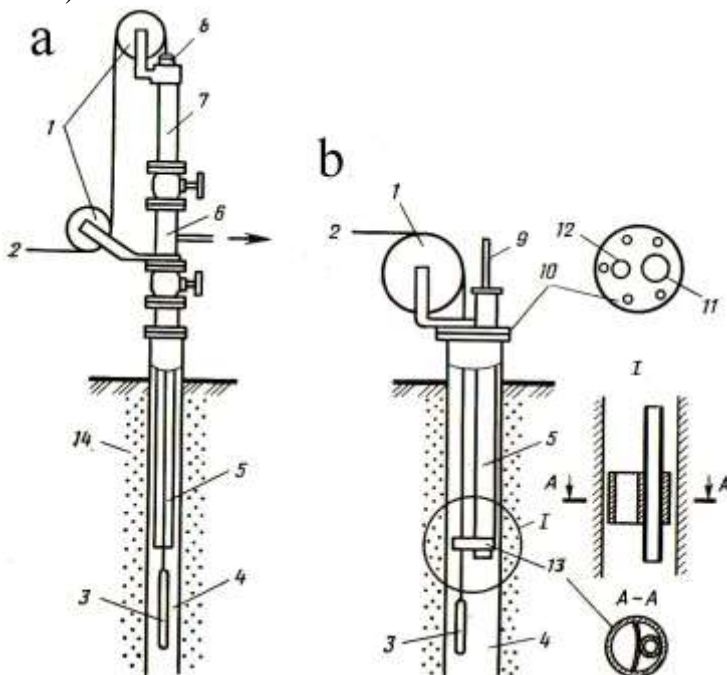
Garşylygyň üýtgemesi netijesinde ýüze çykýan “ $\Delta U$ ”-dan suwuklygyň, gazyň hereket tizligine geçmek, abzal nusgalananda alynan arabaglanyşygyň grafiginde (çyzygyndan) peýdalanmak ýoly (abzalyň oturdylan sütüniň diametri bilen deň diametrli turbadan akymyň dürli tizlikleri üçin gurulan) bilen amala aşyrylýar. STD – debitomeriň gurluşy guýy termometriniň gurluşyna meňzeşdir. Datçigiň ölçeg geçirýän garşylygyny, diametri 8mm we uzynlygy 300mm bolan metal turbasyny ýerleşdirýärler; boş giňişligiň



wagt hemişeligini kiçeltmek üçin turbanyň içine eremek temperaturasy  $80\div 130^{\circ}\text{S}$  bolan, metalliki splaw bilen doldyrylýar.

Debitometriki barlaglary adaty ulanylýan guýularda geçirýärler. Flýuidleriň gatlaklara akymyny (kabul edijiniň) kesgitlemek zerurlygy ýüze çykanda, duruzylan guýular ulanylýar.

Nasos-kompressor turbalarynyň (NKT) üstünden göýberilip debitometriki barlaglar geçirilende, diňe guýunyň NKT-den aşakda ýerleşen bölegini barlamak mümkin. Çuň nasoslaryň kömegi bilen işleýän guýularda debitometri turba aralygyndaky boşluk boýunça hem göýbermek mümkin (50-nji surat).



**50-nji surat.** Zondy NKT-ň içinden (a) we turba arasyndaky boşlukdan guýa göýbermegiň şekili.

### ***Şertli belgilerde:***

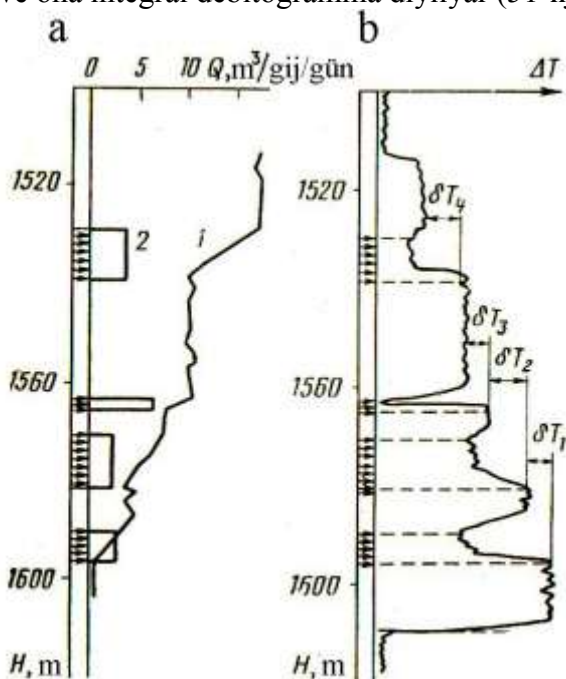
1-deňagramlaşdyryjy blok; 2-kabel; 3-guýy abzaly-zond; 4-oturdylan sütün; 5-NKT-ň sütüni; 6-çüwdirim armaturasy; 7-lubrikator; 8-lubrikatoryň salnigi; 9-çuňlyk nasosynyň ştangasy; 10-merkezden gyşardyjy planşaýba; 11-NKT-üçin deşik; 12-zondy guýa sallamak üçin deşik; 13-gyşardyjy; 14-dag jynsy.

Çüwdirim (fontan) ýa-da gysyş (kompresor) usulynda ulanylýan, şeýle-de gysyjy (nagnetatel) guýularda, guýy abzalyňy lubrikator diýilýän ýörite gurluşlaryň üstünden göýberilýär, bu bolsa guýunyň agzynda uly basyş döwründe, guýy işläp duran wagty hem barlag geçirmäge mümkinçilik berýär. Bu ýagdaýda kiçi diametrli bronlanan KOBDFM-2 kysymly kabel ulanylýar.

Barlaglar debitomeriň üznüksiz hereketi wagtynda, şeýle-de aýratyn çuňluklarda guýy abzaly duruzylan ýagdaýynda geçirmeklik mümkin. Soňky usul absolýut pakerli debitometrler üçin mahsusdyr.

Maglumatlar debitomeriň nusgalama grafigini ulanmak bilen işlenilende, diagrammalarda berilen impuls minutlardan, çykymyň gije-gündizdäki möçberini görkezýän metrkublarda aňladylan absolýut ululyga geçýärler. Eger-de nusgalyk grafik ýok bolsa, çykymy perforasiýa geçirilen ýa-da süzgüçden (filtreden) ýokarda, çykymyň doly möçberiniň ülüşlerinde aňladylan otnositel ululyklara geçýärler. Şeýlelikde hasaplanan ululyklar diagramma kagyzynda, abissisiýa oky boýunça degişli çuňluklaryň garşysyna geçirilýär. Akymyň birsydyrgyn bolmaýanlygy we ölçeglerde göýberilen ýalňyşlyklar bilen baglanyşyklylykda, diagrammada goýulan nokatlar kanuna laýyklykda deň düşmeýär, şonuň üçin ol nokatlary ortalap arabaglanyşyk çyzygyny geçirilýär. Has daşda ýatýan nokatlary gaýtadan geçirilen barlaglaryň netijesinde aradan aýyrýarlar.

Şeýlelikde dürli çuňluklarda guýunyň kese kesiminden geçýän suwuklygyň mukdaryny görkezýän egri çyzyk alnýar we oňa integral debitogramma diýilýär (51-nji surat, a).



**51-nji surat.** Turbinaly (a) we termoelektriki (b) debitomerler bilen ýazylan mysaly diagrammalar.

**Şertli belgilerde:**

- 1 – integral (jem) debitogramma.
- 2 – differensial (bölekleyin görkezýän) debitogramma.

Ol seredilýän çuňlukdan aşakda ýerleşen gatlaklaryň umumy debitini görkezýär. Şeýle debitogrammada akym gelýän aralyk ulalýan, siňdirýän aralyk bolsa, kiçelýän anomaliýa bilen bellenilýär.

Kesgitli aralykda diagrammadaky üýtgame, gelýän akyma (siňdirilýän suwuklyga) proporsional ululyk bolýar. Soňra integral debitogramma boýunça gatlagyň birlik

galyňlygyna düşýän çykymy görkezýän differensial debitogramma gurýarlar (51-nji surat, b).

Differensial debitogramma gurmak üçin, abisissa oky boýunça integral debitogrammada gatlagyň garşysyndaky üýtgame anomaliýasyny onuň inine bölýärler.

Çuňluga görä, çykymyň üýtgemesiniň üznüksiz diagrammasyny ýazmak üçin pakersiz ýa-da guýunyň nilini doly ýapmaýan pakerli debitomerleri ulanylýar. Ölçepleri abzal guýuda aşak ýa-da ýokary hereket edende ýazmak mümkin.

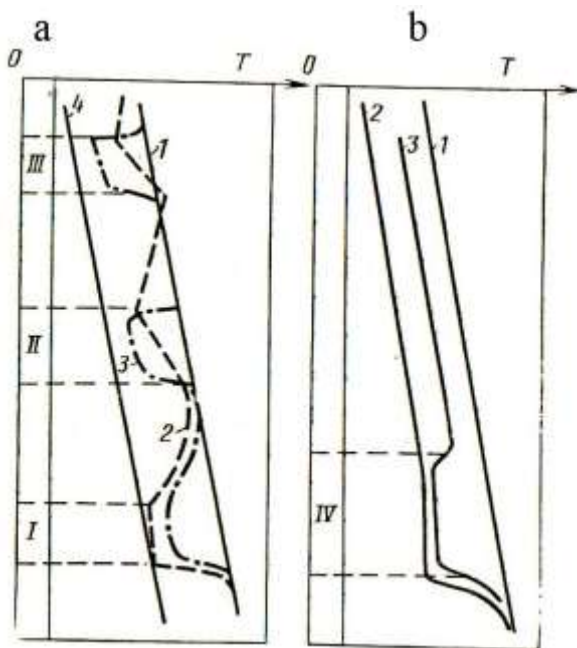
51-nji b suratda termodebitometr bilen ýazylan debitogramma görkezilen. Debitometr akym berýän aralykdan geçende akymyň tizligi üýtgeýär we ýylylyk çalyşygynyň üýtgemegi bilen baglanyşykly duýgur elementiň elektrik garşylygy hem üýtgeýär. Bu üýtgame boýunça akymyň gelýän aralygy ýüze çykarylýar.

Nebitiň, gazyň we suwuň ýylylyk geçirijiligi dürli bolýanlygy sebäpli, akymyň şol bir tizliginde agzalan üç sreda üçin garşylygy üýtgemesi hem dürlidir. Şol sebäbe görä, nusgalyk arabaglanyşyk ol sredalara degişli aýratyn gurulan bolmaly. Sredalaryň ýylylyk geçirijiligi dürli bolany üçin, termodebitomer suw-nebit ýa-da gaz-suw çäklerinden geçende diagrammada egriniň üýtgemesi bilen belleniýär. Eger-de, guýunyň nili boýunça köp fazaly garyndy hereket edýän bolsa, termodegitomeriň duýgurlygynyň flýuidiň häsiýetine baglylygy sebäpli, çykymy mukdar taýdan kesgitlemezden, diňe akymyň gelýän aralygyny ýüze çykarmak mümkin bolýar.

#### **4. Akym berýän ýa-da kabul edýän aralyklary termometriň maglumatlary boýunça kesgitlemek.**

Gazyň gatlakdan guýa çykyp, onuň göwrüminiň birden giňelmegi Joul-Tomsonyň effekti bilen baglylykda, ol ýeriň sowamagyna getirýär. Netijede, gaz berýän gatlagyň garşysynda temperaturanyň otrisatel anomaliýasy ýüze çykýar. Gaz guýa çykanda gatlak-guýy basyşlarynyň (depressiýa,  $P_{\text{gat}} > P_{\text{guýy}}$ ) tapawudynyň artmagyna görä gazyň sowama derejesi ýokarlanýar we adatça 1MPa basyşa gradusyň birnäçe ýüz ülüşiniň bir bölegini düzýär. Şeýle hem bolsa, gaz berýän aralyklarda (aşakdan birinji gatlagy hasaba almanda) aşakdan gelýän gaz akymynyň, ýokarda ýerleşen gaz berýän gatлага gelýänçä, gurşap alan sreda (guýunyň diwary – dag jynslary) bilen ýylylyk çalyşygy netijesinde belli bir derejede gyzyňanlygy sebäpli, onuň temperaturasynyň peselmegi otnositel kiçi bolýar.

Üç sany gaz berýän gatlagyň garşysynda temperaturanyň çuňluga görä üýtgemesi 52-nji suratda görkezilen.



**52-nji surat.** Gaz berýän (a) we gysyjy (b) guýularda termogrammanyň görnüşiniň mysaly.

Bu suratda 1-egri dag jynslarynyň tebigy ýagdaýy bozulmadyk wagtynda temperaturanyň çuňluga görä üýtgeýşini görkezýär.

Dördünji egri gatlakdan gazyň çykmagy sebäpli, drossel effektiniň täsiri netijesinde, 1-nji egri çyzyga görä temperaturanyň peselmegine proporsional bolan  $\Delta T$  – ululyga süýşýär. Gaz berýän gatlaklardan gazyň guýa çykýan ýeri we onuň temperaturasy 4-nji egri çyzykda görkezilýär. İşleýän guýuda gazyň temperaturasy görkezýän 2-nji egriniň şekili aşakdaky ýagdaýlar bilen düşündirilýär. Aşakda ýerleşip gaz berýän gatlagyň aşak çäginin gabadynda guýunyň niliniň temperaturasy, gatlakdan gelýän gazyň temperaturasy bilen gabat gelýär (2-nji 4-nji egriler). Bu nokatdan aşakda temperatura dag jynslarynyň temperaturasyna golaýlaşýar,

ondan ýokarda ol gatlagyň ýokarky böleginden çykýan sowuk gaz bilen garyşmagynyň netijesinde peselýär. Aşaky gaz berýän gatlakdan yokarda, guýunyň has gyzgyn diwary bilen ýylylyk çalyşygynyň hasabyna gyzýar. Guýunyň debiti näçe uly bolsa, nildäki akymyň gyzmagy haýal bolup geçýär.

Ikinji gaz berýän gatlakdan çykýan gazyň aşakdan gelýän gaz akymy bilen goşulmagynyň netijesinde, onuň temperaturasy peselýär. Ikinji we aşaky gatlagyň debitiniň gatnaşygy näçe köp bolsa, ikinji gatlagyň garşysynda temperaturanyň peselmesi şonça-da uly bolýar.

Şeýle ýagdaý üçünji gatlagyň garşysynda hem gaýtalanýar. Bu ýerde temperaturanyň peselmesi, ol gatlagyň debitiniň aşaky gatlaklaryň debitiniň jemine bolan gatnaşygyna bagly bolýar.

Şeýlelikde termogrammada birinji gaz berýän gatlak temperaturanyň otrisatel anomaliýasy bilen bellenilýär, şeýle-de bolsa, anomaliýanyň amplitudasy (geoterma görä) guýy-gatlak ulgamynda basyşlaryň tapawudyna (depressiýa) bagly hem bolsa, gatlagyň debite bagly dälir.

Aşaky gatlakdan başga, ýokarda ýerleşen gatlaklaryň garşysynda temperaturanyň peselme gradiýenti, dag jynslarynyň tebigy temperaturasynda görä uly bolýar. Aşakdan gelýän gaz akymynyň temperaturasy (gatlagyň aşak çägi), gatlagyň üstki çäginin deňindäki garyndynyň we ikinji gatlakdan çykýan gazyň belli temperaturalary (dag jynslarynyň belli temperaturasy we basyşyň gatлага depressiýasy belli bolan ýagdaýynda hasaplaýarlar) boýunça ähli gatlaklaryň otnositel debitini hasaplamak mümkin, bu bolsa (guýunyň umumy debitini hasaba almak bilen) aýratynlykda seredilýän gatlaklaryň absolýut debitini kesgitlemek üçin ýeterlikdir.

Seýle-de bolsa, dürli gatlaklarda depressiýa dürli bolýanlygy we onuň takmynan kesgitlenilýänligi üçin, bu usulyň takyklygy ýokary dälir.

Uzak wagtlap işlän guýularda, gaz berýän gatlaklaryň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen bölegi, gatlakdan çykýan gazyň temperaturasynda çenli sowaýar, ýagny, 4-nji

diagramma degişli ululyga çenli peselýär. Şonuň üçin, guýy duruzylandan soň köp wagtyň dowamynda bu gatlaklaryň deňinde temperaturanyň otrisatel anomaliýasy ýüze çykýar. Bu öz gezeginde, guýy duruzylandan soň ýazylan termogrammada otrisatel anomaliýa boýunça gaz berýän gatlaklary ýüze çykarmaga mümkinçilik döredýär (51-nji surat 3-nji egi çyzyk). Mundan başga hem, otnositel kiçi debitli gaz berýän gatlaklar, işleýän guýularda ýazylan termogramma boýunça görä-de has aýdyň ýüze çykarylýar.

Gatlaklardan suwuň, nebitiň guýynyň niline akyp gelmegi hem Joul-Tomsonyň effektini ýüze çykarýar. Gazdan tapawutlylykda bu suwuklyklar guýa çykanda gyzýarlar. Şeýle-de bolsa, temperatura effekti gaz bilen deňeşdireniňde onlarça esse kiçidir. Bu effekti ulanmak üçin ýokary takykly termometrler zerur bolýar.

Gaz berýän gatlaklary termiki usul bilen barlamagyň aşakdaky sanawda görkezilen artykmaçlyklary bar.

1. Nasos kompressor turbasy (NKT) bilen ýapylýan gatlaklary ýüze çykarmak mümkinçiliginiň bolmagy. Şeýle-de bolsa, gaz berýän guýularda NKT bilen oturdylan sütünleriň arasyndaky boşluk boýunça ölçeg abzaly goýbermek örän kyn, şonuň üçin mehaniki debitometrler bilen şeýle gatlaklary ýüze çykarmak mümkin däl. Usuly gazly gatlaklary ýüze çykarmak üçin ulanylanda, termometri NKT-niň içinden goýberip, gaz çykarmak turbalaryň (NKT-oturdylan sütün) arasyndaky boşluk boýunça ýerine ýetirýärler. Geçirilen tejribe işleriň görkezişi ýaly, gaz akymy bilen termometriň arasyndaky turba ýylylyk geçişine täsir etmeýär diýmek mümkin. Şonuň üçin turbanyň içinde ýylylyk meýdanynyň ýaýraşy hakykatdan hem turbadan gaz akymy gelýän wagtyndaky ýaýraşyndan tapawutlanmaýar.
2. Gaz berýän guýular duryzylanda, gaz akymy gelýän gatlaklaryň garşysynda temperatura anomaliýasynyň belli bir wagt aralygynda saklanýanlygy bilen baglanyşykly, bu guýularyň kesiminde ol gatlaklary ýüze çykarmak



mümkin. Bu bolsa, dürli sebäplere görä, işleýän guýuda termiki barlaglary geçirip bolmaýan ýagdaýlarynda wajypdyr. Mundan hem başga, birnäçe gatlaklaryň debitiniň örän kiçiligi sebäpli, olary işleýän guýular barlanylanda ýüze çykaryp bolmaýan ýagdaýynda, haçanda aşakda ýerleşen kuwwatly gatlakdan gelýän gaz akymynyň goşulmagy bilen baglanyşykly ýüze çykýan päsgelçilikler bolmasa, guýy duruzylandan soň ol gatlaklar termogrammada mese-mälim görülýän anomaliýalar bilen bellenilýär.

Usulyň kemçilikleriniň hatarynda:

1. Netijelerini mukdar taýdan teswirlemegiň kynlygy;
2. Kiçi gatlaklaryň debiti kesgitlenende alynýan netijeleriň takyklygynyň pesligi;
3. Kiçi debitli ýuka gatlaklary (kesimiň aşak çetinde ýerleşip barlaglar guy durzulandan soň geçirilen bolmasa) ýüze çykarmagyň mümkinçiliginiň pesligi;
4. Diagrammanyň dikligine differensirlenişiniň gowşaklygy sebäpli, önüm berýän gatlaklaryň biri beýlekisine golaý ýerleşen mahalynda, olary aýratynlykda öwrenip bolmaýanlygy ýaly ýagdaýlary görkezmek bolar.

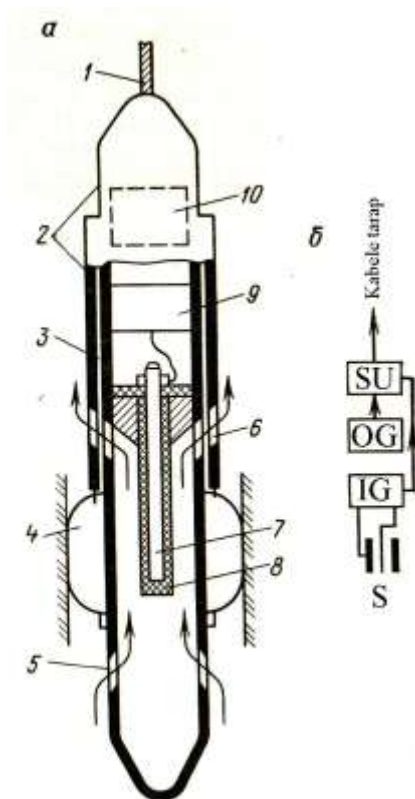
## **5. Guýunyň nilindäki flýuidiň düzümini kesgitlemek.**

Uly galyňlykly önümlü gatlaklar ulanylanda, gatlagyň dürli böleklerinde ýerleşen kiçi aralyklaryň suwlanmagy ýygy-ýygydan duş gelýän hadysalardyr. Bu ýagdaýlarda suwuň gelýän aralyklaryny (sütüniň aňyrsynda suwuň hereketi bolmasa) guýunyň nilindäki flýuidiň düzüminiň üýtgemegi esasynda kesgitläp bolýar.

Nildäki flýuidiň düzümini öwrenmek üçin dürli esasyda işleýän wlagomerler (çyglylyk ölçeyjiler), plotnomerler (flýuidiň dykzlygyny ölçeyjiler) we ş.m. abzallar işlenilip düzülen. Perforasiýa geçirilen aralyklar suwlananda, aýratyn hem gatlakdan “süýji” suw gelýän bolsa, neýtron usullaryny ulanyp meseläni çözüp bolmaýan ýagdaýynda, bu abzallaryň

kömegi bilen anyk maglumatlary alyp bolýanlygyny bellemek zerurdyr. Bu barlaglaryň guýy flýuidinde suwuň, gazyň we nebitiň özara gatnaşyklaryny, suw-nebit araçägini, gaz goşulýan aralyklary, sütünäki deffektler bilen baglanysykly suwuň gelýän ýerlerini, guýunyň düýbünde emele gelýän çökündileri kesgitlemek we ş.m. ýaly wajyp promysel (senagat) meselelerini çözmekde hem ähmiýeti ulydyr.

Wlagomerler bilen guýunyň nilindäki flýuidiň düzümindäki suwuň görkezimlerde aňladylan mukdaryny kesgitleýär. Olaryň duýgur elementi bolup, elementleriniň (obkladkalarynyň) arasyndan barlanylýan flýuid geçirýän kondensator hyzmat edýär. Suw ( $E = 81$ ), nebit ( $E = 2$ ), gaz ( $E = 1$ ) dielektrik syzyjylyklary boýunça öz aralarynda tapawutlanýanlygy sebäpli, guýy flýuidi kondensatoryň elementleriniň arasyndan geçende, akymda suwuň mukdarynyň artmagyna proporsionallykda kondensatoryň sygymy hem artýar. 52-nji suratda W6D-kysymly wlagomer görkezilen. Suratda 5 we 6 silindr görnüşli kondensatora guýy flýuidi geçer ýaly deşik, 7-merkezde ýerleşen elektrod, 8-elektrodyň ftorplast örtügi, 4-paker, 3-hereket edýän turbany ulanyp, 10-mehanizmiň üstünden dolandyrylýar. 9-wlagomeriň germetik kamerada ýerleşdirilen elektriki şekili, ol kondensatoryň sygymyny kesgitlep, üýtgeýän tok görnüşinde kabel boýunça belleýji abzala berýär. Şeýlelikde kondensatoryň sygymyna proporsional bolan üýtgeýän toguň ýygylgy, guýunyň nilinde hereket edýän önümdäki suwuň mukdaryna proporsional ululygy diagramma görnüşinde belleýji abzal ýazga geçirýär.



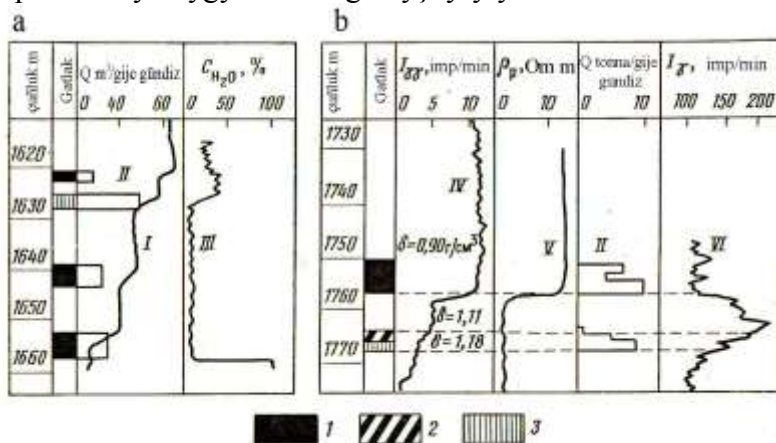
**53-nji surat.** a - wlagomeriň ýönekeý görnüş şekili. b – elektriki şekili.

Bu kysymly abzallar nebitdäki suwuň möçberini  $0 \div 60\%$  aralygynda bolan mahaly, ony kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Wlagomeriň mysaly diagrammasy 53-nji “a” suratda görkezilen. Wlagomeriň diagrammasynyň ýoýulmagy adatça guýunyň düýbünde suw sütüniň emele gelmegi bilen baglanyşykly bolýar.

Eger-de suwlanan gatlak pes çykymly (debitli) gatlakdan ýokarda ýerleşip, suw goşundyly arassa nebit berýän bolsa, onda pes debitli gatlagyň garşysynda suwuň nebite bolan gatnaşygy, önüm berýän gatlagyna göre, düzüminde has

köp suwuklyk bolan sütüni emele gelýär. Birnäçe ýagdaýlarda barlagdaky nätakyklar, paker bolman halatynda ýa-da pakerlemä (guýunyň nilini ýapmak) doly amal edilmese, guýunyň oky boýunça hereket edýän suwuklygyň düzümi, onuň guýunyň diwary boýunça ýokary galýan böleginden tapawutlanýanlygy bilen baglanyşdyrylýar.



**54-njy surat.** Önüm berýän guýuda a) wlagomeriň we b) gamma-plotnomeriň we debitomeriň diagrammalarynyň toplumlaýyn teswirlenilişiniň mysaly.

#### Şertli belgilerde:

Debitogrammy: I – integral; II – differensial; III – wlagomer; IV – gamma-plotnomer; V – rezistiwimetr; VI – kislorodyň atomlarynyň oýandyrylan aktiwligi şertli belliklerde: önüm berýän gatlak: 1. nebit; 2. nebit suw bilen; 3. suw.

Nebitiň we tebigy gazyň ugleworodlarynyň düzüminde kislorodyň örän az bolýanlygy sebäpli, guýunyň önümünde onuň mukdarynyň artmagy boýunça önümdäki suw barada maglumat almak mümkinçiligi ýüze çykýar. Flýuidiň düzümindäki kislorody kesgitlemek üçin O<sup>16</sup> (n, P) N<sup>16</sup> ýadro reaksiýasyna esaslanan, neýtronlar bilen kislorodyň atomlaryny işenleşdirýän (aktiwasiýa) usul ulanylýar. Dürli

dag jynslarynda, sement daşynda, kislorodyň mukdary örän az üýtgeýänligi sebäpli barlaglarda  $N^{16}$  döremeginiň aktiwligi, guýy flýuidinde kislorodyň mukdaryny kesgitleýär we ondaky suwuň mukdarynyň artmagy bilen ýokarlanýar. Nebitdäki ya-da gazdaky suwuň mukdaryny olaryň dykzyzlyklaryny öwrenmek ýoly bilen hem kesgitlemek mümkin.

Dykzyzlygy ölçemek üçin esasan hem, abzalyň iki görnüşini: guýy flýuidinde ýaýran gamma kwantlaryň intensiwligini ölçeyän gamma-plotnomerler; guýunyň oky boýunça iki sany golaý ýerleşen nokatlardaky basyşlaryň tapawudyny kesgitleýän-differensial manometrler ulanylýar. Gamma-plotnomer, gamma şöhläniň çeşmesinden (adatça tiliý-170) we degişlilikde kollimatorlaryň içinde ýerleşdirilen şöhlelenmäniň detektoryndan (belleyji) durýar. Çeşme bilen detektoryň arasynda deşikleri bolan kamera ýerleşdirilýär, onuň üstünden guýuny doldurýan flýuid erkin halda geçip bilýär. Kameradan geçýän flýuidiň dykzyzlygy näçe uly bolsa, şonça-da gamma şöhläniň bellenilýän intensiwligi pes bolýar. Dykzyzlygy mukdar taýdan kesgitlemek üçin, öňünden abzalyň dykzyzlygyny belli sredada (arassa suw) nusgalaşdyrmak (etolonirmek) zerurdyr. Häzirki ulanylýan abzallar dykzyzlygy  $10 \div 20 \text{ kg/m}^3$  takyklykda ölçemäge mümkinçilik berýär.

Flýuidleriň dykzyzlygyny ölçemäge niýetlenen abzallaryň ýene-de biri, ol hem gradiýent-manometrlerdir. Guýunyň nili boýunça iki nokadyň ýagny,  $H_1$  we  $H_2$  çuňluklaryň arasyndaky basyşlaryň tapawudyny aşakdaky deňlemeden hasaplaýarlar.

$$\Delta P = P_2 - P_1 \approx (H_2 - H_1) g \cdot \delta \quad (2.78)$$

Bu ýerde:  $\delta$ -flýuidiň dykzyzlygy;  
 $P_1 - P_2$ ;  $H_1$  we  $H_2$  çuňluklardaky basyşlar.  
 $g$  - ýokardan erkin gaçmanyň tizlenmesi.

Eger-de  $H_1$  we  $H_2$ -i metrlerde,  $P_1$  we  $P_2$ -i MPa,  $\delta$ -ny  $\text{kg/m}^3$ -da aňlatsak,  
 $\delta$ -ny aşakdaky deňlemeden tapmak mümkin.

$$\delta \approx 10^5 \frac{\Delta P}{\ell} = 10^5 \text{ grad P} \quad (2.79)$$

Bu ýerde  $\ell = H_2 - H_1$  basyşlary ölçenilýän iki nokadyň aradaşlygy.

Şeýle seretseň guýudaky flýuidiň dykzlygyny kesgitlemek üçin dürli çuňluklarda adaty monometr bilen ölçenilen basyşlaryň ululyklaryny ulanmak mümkin. Bu ýagdaýda kesgitlenilen parametriň takyklygy pes bolýar. Has takyk maglumatlary, aradaşlyklary  $0,5 \div 1$  m bolan 2 sany duýgur elementiň görkezzen ululyklarynyň tapawudyna seretmek bilen kesgitlenilýär. Şeýle abzallara **gradiýent-manometrler** diýilýär.

54-nji a suratda görkezilen debitogramma syn etsek, onda akymda gelýän 4 sany aralyk ýüze çykarylýar. Olardan ýokarda we aşakda ýerleşen 2 aralyk nebit, dördünji aralyk bolsa suw berýär. 1658 metrden aşakda ýerleşen aralygyň ýokary çyglylygy guýunyň düýbünde suwuň ýygnanmagy bilen baglanyşyklydyr. Aşakdan seredeňde iki aralygyň arassa nebit berýänligi üçin, ol aralyklaryň garşysynda ýokary takyklyk bilen çyglylygyň (suw) ýoklugy görünýär.

54-nji, b suratdaky debitogrammada 1751-1756 we 1764-1768 metr aralyklarda suwuklygyň akymynyň barlygy görülýär.

Plotnomeriň diagrammasynda (IV-egri) soňky aralygyň aşaky böleginde flýuidiň dykzlygy  $1,18 \text{ g/sm}^3$  deň, ol bolsa duzly suwuň dykzlygydyr. Şeýlelikde bu aralygyň aşak bölegi suw berýär, bu netijäni kislorodyň döredilen aktiwliginiň üýtgemesini görkezýän parametr (VI-egri 1768 metr çuňlukda) hem tassyklaýar. Aşakda ýerleşen gatlagyň ýokarky bölegi nebit bilen suw berýär, ol bolsa plotomeriň diagrammasynda anomaliýanyň ösmegine getirýär; 1764 metr çuňlukda nebit we gatlak suwunyň aralyk bahasy bolan,  $1,11 \text{ g/sm}^3$  dykzlyk bilen belleniilmegine getirýär.

1751-1756 metr aralyk nebit berýär, şol sebäbe görä platnomeriň diagrammasynda anomaliýa ösmek bilen,

dykzlygyň  $0,9 \text{ g/sm}^3$  bahasyna çenli baryp ýetýär, döredilen aktiwlik usulynyň diagrammasynda, bu ýerde anomaliýa birden kiçelýär. Rezistiwimetriň diagrammasy, guýudaky flýuidiň 1756 metrden faza üýtgemesini görkezýär. Bu çuňlukdan aşakda suwuň düzüminde nebitiň düwmejikler görnüşinde saklanýanlygy üçin, ol flýuidiň elektrik geçirijiligi örän ýokary bolýar. 1756 metrden ýokarda tersine, suw nebitiň düzüminde düwmejikler görnüşinde bolany üçin, ol ýokary elektrik garşylygy bilen belleniýär. 1774 metr çuňlukda plotnomeriň görkezen pes bahasy ( $1,5 \text{ g/sm}^3$ ) guýunyň düýbünde çökündiniň bolmagy bilen düşündirilýär. Käbir ýagdaýlarda gatlakdan gelyän önüme goşulýan suwa mukdar taýdan, kä halatlarda bolsa hil taýdan baha bermek üçin platnomeriň ýa-da wlagomeriň maglumatlary ýeterlik bolýanlygyny göz önünde tutmak gerek. Ýüze çykan ýagdaýa doly baha bermek üçin, agzalan usullary debitometriň maglumaty bilen toplumlaýyn seretmek zerur.

## **6. Guýunyň iş kadasyny öwrenmek we gatlaklardan akymy artdyrmak üçin geçirilýän çärelerde geofiziki gözegçilik.**

Gatlagyň guýunyň düýbüne golaý ýerleşen zolagynyň syzyjylygyny ýokarlandyrmak üçin, gatlaklary gidrawliki böwüsmе, duz ýa-da toýunly kislota bilen işlemek, üst aktiw maddalar bilen işlemek, torpedirlemek we gatлага täsir etmәniň beýleki görnüşli çäreleri geçirilýär.

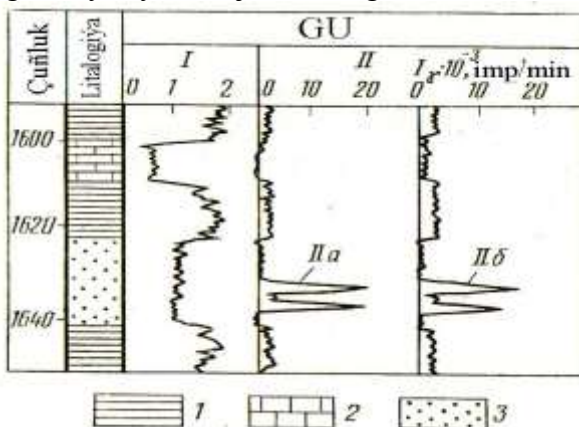
Gatlagy gidrawliki böwüsmәniň manysy, guýunyň niline uly basyşda şepbeşik suwlyk girizilmegi netijesinde, onuň düýbünde ýüze çykýan örän uly basyşyň täsiri astynda, gatlakda kese we dik jaýryklary emele getirmek bolup durýar. Uly basyşda suwuklygyň gatлага syzyp girmegi, dag jynslary artyk dartgynlylyk ýagdaýyna getirmek bilen, bar bolan akabalary giňeldýär we täze jaýryklary döredýär. Emele gelen jaýryklardan dartgynly ýagdaý aýrylandan soň, açyklygyna

galar ýaly, suwuklyk bilen bile uly dänejikli çäge hem girizilýär.

Bu care geçirilenden soň, emele gelen jaýryklary ýüze çykarmak we gatlaklary gidrawliki böwüsmäniň beýleki aýratynlyklaryny anyklamak üçin, radioizotplary ulanmak bilen çäreleriň netijesine gözegçilik edýärler. Bu usulyň manysy aşakdakylardan durýar. Gatlaga göýberilýän çägäniň soňky (200-250kg) uly bolmadyk bölegine (2-5 kg töweregi) gamma şöhle goýberýän radioizotopy endigan garýarlar. Gidrawliki böwüsmeden öň we soň guýunyň kesimini gamma usul bilen barlaýarlar. Şeýlelik-de ýazylan ikinji diagrammada aktiwleşdirilen çägäniň giren aralygy, birinji ýazga sereden-de, ýokary gamma aktiwligi bilen belleniýär. Çägäni aktiwleşdirmek üçin adatça  $\text{Fe}^{59}$ -ň radio izotopy ulanylýar.

Izotopyň erginini çäge bilen garyşdyryp, soň 200-300°S-a çenli gyzdyrýarlar. Bu hadysada çäge dänejikleriniň üstüne suw degende, aýrylmaýan demriň aktiwleşen okisiniň gidratynyň bardasy (plýonkasy) emele gelýär. Çägäniň 1 kg-nyň aktiwligi 75-100MBk töweregi saýlanylyp alynýar. Çägäni aktiwleşdirmek üçin Sirkoni -95, sink - 65, iridiý - 92 ýaly radioizotoplar ulanylyp bilner.

Radioaktiw izotoplary ulanyp, gidrawliki böwüsmäniň gözegçiligini mysaly 55-nji suratda görkezilen.





**55-nji surat.** Izotop usuly bilen, gatlaklarda gidroböwsme çäresi geçirilenden soň emele gelen jaýryklaryň ýagdaýynyň kesgitlenilişiniň mysaly.

I – gidroböwsmeden öň; I a – II b – dürli tarapa garadylan iki detektor bilen, gidroböwsmeden soň ýazylan diagramma, (I-nji egri, II a we II b – egrilere garanda masştaby boýunça 10 esse ulaldylan).

***Şertli belgilerde:***

- 1 – toýun;
- 2 – hek daşy;
- 3 – çäge;

Suratda gidroböwsmeden öň we soň geçirilen gamma usulyň diagrammalary görkezilen, 1620 - 1640 metr aralykda ýerleşen cage daşynda gidroböwsmäni emele getirmek üçin, gatлага 2,3 tonna adaty, soň 0,2 tonna çäge 5 kg umumy aktiwligi 300 MBk bolan aktiwleşdirilen cage goşulypdyr. Gamma şöhlelenmäniň intensiwligi  $I_\gamma$  gamma I we II a egrilerde degişlikde gidrawliki böwsmeden öň we soň ýazylan) 1631 - 1635 metr çuňlukda aktiw çägäniň özüne siňdiren aralygyň barlygy açyk görülýär. Bu maksatlar üçin, takyklygy pes hem bolsa, termometriki barlaglary ulanmak mümkin.

Hek daşlaryndan, dolomitlerden ýa-da karbonat sementler bilen sementleşen çäge daşlaryndan durian gatlagyň guýunyň diwaryna golaý ýerleşen böleginiň syzyjylygyny artdyrmak, guýunyň düýbüne şeýle-de süzgüçlere çöken duzlary ýa-da ony smolaly - parafin maddalardan ýuwmak üçin, guýunyň düýbünü duz kislotasy bilen işläp geçirmek çäreleri geçirilýär.

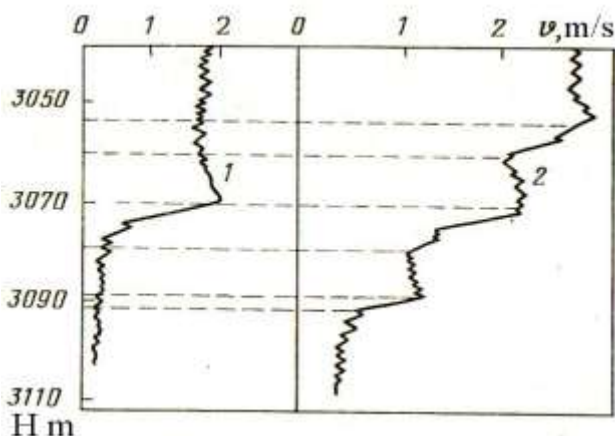
Bu hadysada duz kislotasynyň täsiri astynda dag jynslaryndaky karbonat skelet ýa-da sement ereýär, şeýlelikde emele gelýän kalsiý hloridi we magniý gatlakdan ýeňillik bilen aýrylýar. Netijede, süzüp geçirýän akawalar giňeýär we dag jynsynyň syzyjylygy ýokarlanýar.

Duz kislotasy bilen işläp geçmek hadysasy, ýörite nasoslaryň kömegi bilen kislotany gatлага girizmekden durýar. Eger-de gatlak basyşy pes bolsa, onda kislotä NKT-niň üsti bilen öz akymynda goýberilýär. İşlemek tamamlanandan soň kislotä dag jynslary bilen reaksiýa geçär ýaly guýuny birnäçe sagat dynçlykda goýýarlar. Adatça gatlagyň 1 metr galyňlygyna  $0,4 \div 1,5 \text{ m}^3$ ,  $8 \div 15\%$ -li duz kislotasy goýberilýär.

İşlenilýän ergin guýy enjamlaryna täsirini peselder ýaly şeýle-de kislotanyň dag jynslary bilen özara täsirinde ýüze çykýan önümini ýeňil aýyrýan dürli maddalardan bolan goşundy garýarlar.

Duz kislotasy bilen işlenişine gözegçilik etmek üçin, gatлага girizilýän ergine ýod-131-radioizotopyny goşýarlar. Gatlak işlenilmezden öň we soň ýazylan gamma usulyň diagrammalaryny deňeşdirip, geçirlen aralykda bolup geçen özgermelere gözegçilik edýärler. Duz kislotasynyň täsiriniň netijesine debitogrammalary deňeşdirmä ýoly bilen hem gözegçilik etmek mümkin.

56-njy suratda duz kislotasy bilen işlenilişine gözegçilik maksatlary bilen geçirilen debitometriýanyň netijesi görkezilen. Suratdan görnüşi ýaly, akymy artdyrmak üçin çäre geçirilmezden öň, gaz akymynyň 3071-3079 metr aralykdan gelýänligi görünýär. Duz kislotasy bilen işlenilenden soň 3053-3060 we 3089-3091 metr aralygyň işe girişenligi aýyk ýüze çykarylýar.



**56-njy surat.** Guýunyň düýbi (önümlü gatlak) duz kislotasy bilen işlenilenden:

1 – işlenilenden soň; 2 – işlenilmeden öň ýazylan.

Mundan başga-da GGBU-y nasoslaryň kömegi bilen işledilýän guýularyň iş kadasyna gözegçilik etmek maksatlary üçin hem ulanylýar. Meselem, çuňluk nasoslaryň optimal iş kadasyny saýlamak üçin, geofiziki maglumatlaryň netijesinde dinamiki we statiki derejeleri NKT bilen oturdylan sütüniň arasyndaky giňişlikde gaz-suwuklyk garyndysynyň gurluşyny kesgitleýärler. Bu maksatlar üçin neýtron ýa-da gamma-gamma usulyň zondlaryny NKT-ň içinden goýberýärler.

Geofiziki usullar, guýularda tehnologiýa enjamlaryň: pakerleriň, mufta birlşmeleriň, lift turbalarynyň giňişliginiň we ş.m. ýagdaýyny öwrenmekde hem ulanylýar.

## **VIII BÖLÜM.**

### **SENAGAT-GEOFIZIKI GULLUGYŇ GURNALYŞY.**

#### **1. Guýularda geofiziki barlaglaryň geçirilişiniň tehniki şertleri.**

Türkmenistanda, guýularda geofiziki barlaglar geçirmek, alnan maglumatlary işläp taýýarlamak, netijeleri teswirlemek işleri nebit gaz kânleriniň gözleg-barlaglaryny geçirýän, şeýle-de açylan nebit-gaz kânlerinde özleşdirmе we ulanyş işlerini alyp barýan “Türkmengeologiýa” döwlet korporasiýasynyň “Türkmennebit” we “Türkmengaz” döwlet konsernleriniň düzümindäki ýöriteleşdirilen geofiziki gulluklaryň üstüne ýüklenen. Şeýle ýöriteleşdirilen gulluklaryň döredilmegi: geofiziki maglumatlaryň esasynda çözülýän geologiki we senagat möçberli meseleleriň köpdürliligi; iş geçirilişiniň curt-kesik tapawutlanýan aýratynlyklary; iş geçirmek üçin zerur bolan örän çylşyrymly we biri-beýlekisinden tapawutlanýan apparaturalaryň ulanylýanlygy bilen şertlendirilýär.

Geofiziki gullugyň berýän maglumatlary, nebit-gaz ýataklarynyň gözleg-barlag, özleşdirmе we olary ulanmagyň ähli döwürlerinde alyp barýan geologiki, tehnologiki we inženerçilik gulluklarynda ýüze çykýan meseleleri ylmy esasyda, ykdysady taýdan peýdaly çözmäge zerur bolup durýar. Alynýan maglumatlaryň gymmaty, ony almak üçin sarp edilýän maliýe serişdelerinden örän köp bolýar we birnäçe ýagdaýlarda, ol maglumatlar halk hojalygy üçin örän wajyp meselelere seredilende, kabul edilýän inženerçilik çözümlere ylmy taýdan çemeleşmekde ýeke-täk esasy bolup hyzmat edýär.

Guýularda geofiziki barlaglary geçirýän esasy önümçilik birligi, ol hem geofiziki partiýalar (toparlar) bolup durýar. Ýerine ýetirýän işiniň möçberine we aýratynlygyna baglylykda toparlar, toplumlaýyn ýa-da ýöriteleşdirilen görnüşlere bölünýärler. Toplumlaýyn toparlar atyş-partladýş işlerini hem goşanda, guýularda geçirilýän geofiziki

barlaglaryň ählisini ýerine ýetirýärler. Ýöriteleşdirilen toparlar olaryň ýerine ýetirmeli işiniň möçberine baglylykda döredilýär.

Adatça toplumlaýyn geofiziki partiýanyň düzümine 7 – adamdan ybarat işgärler girýär: partiýanyň başlygy, inžener-geofizik, tehnik-geofizik, podýomnigiň (kabel göterijiniň) 4-5-nji derejeli maşinisti, laboratorýanyň (stansiýanyň) 4-nji derejeli motoristi; 4-6-njy derejeli perforatoryň işçisi we 3-nji derejeli işçi.

Partiýanyň bitirýän işine baglylykda ol san 4-5 adama çenli kemeldip biliner. Eger-de partiýa perforasiýa işlerini geçirmeýän bolsa, onda perforatoryň işçisine zerurlyk ýok. Partiýa diňe inklinometriki işi ýerine ýetirýän bolsa, inžener-geofizik hökman däl we ş.m.

Türkmenistanda “Türkmengaz” döwlet konserniniň iş geçirýän meýdançalarynda burawlanýan guýulara “Türkmengazgeofizika” müdirligi, “Türkmennebit” döwlet konsernine degişli meýdançalarda “Türkmennebitgeofizika” müdirligi, “Türkmengeologiýa” döwlet korporasiýasynyň burawlaýan guýularynda ol meýdançanyň ministrlikleriň hyzmat edýän çäklerine baglylykda, ýokarda agzalan müdirlikler iş geçirýärler. Senagat geofiziki gullugyň esasy guramaçylyk bölümi bolup ekspedisiýalar, edaralar (kontory) hyzmat edýär. Olar guýularda barlag işlerini geçirip, usuly-tejribe barlaglaryny, alynan maglumatlary işläp taýýarlaýan we netijeleri gyzyklanýan edaralara geçirýän partiýalardan, otrýadlardan durýar.

Senagat geofiziki ekspedisiýanyň, kontoryň ýerine ýetirýän işiniň möçberine baglylykda adatça aşakdaky bölümleri özüne birikdirýär.

Maglumatlary teswirleýji gulluk (bölüm) – partiýanyň başlyklaryndan ýazylan diagrammalary kabul edýär, onuň hiline baha berýär, gysgaldylan we çalt teswirlemäni gysga wagtda geçirýär, ýerine ýetirilen işler boýunça hasabat düzýär we bellenen wagtda buýruja toplanan maglumaty diagramma, şeýle-de netije görnüşinde bermegi üpjün edýär.

Abatlaýyş bölümi (sehi), özüne, guýy abzallaryň we beýleki enjamlaryň (stansiýa, podýomnik, awtoulaglar, mehanizmler) iş geçirmek mümkinçiligine baha berýän zerur halabatlarda abatlaýyş işlerini ýerine ýetirýän we amal edilen işleri hasaba alýan bölümleri birikdirýär. Kabel bilen işleýän bölümçe onuň tehniki ýagdaýyna gözegçilik edip, onuň parametrlerini ölçeýär, oňa soňlaýjylary birleşdirýär, zondlary işe taýýarlaýar.

Apparatura abatlaýyş bölümde (seh) – guýy abzallar sazlanýlar, gözden geçirilýär, ýer üsti we guýy enjamlaryny nusga bilen deňeşdirme (gradurowka, etalonrowka) işlerini ýerine ýetirýärler, zerur ýagdaýynda abatlaýyş işlerini geçirýärler. Zarýadlaýjy bölüm (seh) – partiýalary (otryadlary) iş geçirmek üçin taýýar edilen atyjy-partlaýjy, apparaturalar bilen üpjün edýär, iş geçirmek üçin alynan apparaturalary, partlaýjy we partladyjy serişdeleri hasaba alýar, olary synagdan geçirýär, ulanmak mümkinçiligi ýoklaryny bolsa hasapdan aýyrýar.

Önümçilik maglumat merkezi (dispeçerskaýa služba) – iş buýrujy bilen geofiziki edaranyň arasynda aragatnaşyk nokady bolup hyzmat edýär. Onuň borjy iş geçirmäge buýurmalar kabul etmek, olary geofiziki partiýalaryň arasynda paýlamak (bölmek), partiýalara guýularda iş geçirmäge rugsatnama bermek, buýurmanyň ýerine ýetirilişine gözegçilik etmek, ýerine ýetirilen işleri kadalaşdyryp baha bermekden durýar. Guýularda geofiziki barlag işlerini geçirýän önümçilik kärhanalarynyň aýratynlygy, ol hem iş geçirmeli guýularyň dürli ministrlikleriň tabynlygynda bolmagyna garamazdan, buýurmalar boýunça işleýän (podryad) usula eýerýändikleridir. Buýrujy hökmünde guýulary burawlaýan ýa-da nebit-gaz kánlerini ulanýan, işi ýerine ýetirýän bolsa ol geofiziki gullugy bolup durýar. Geofizika gullugynda esasy önümçilik bölüm bolup – senagat geofiziki müdirlikler, kontorlar, ekspedisiýalar, aýratyn hereket edýän partiýalar hasaplanylýar. Bu bölümler (bölümçeler) iş geçirmek üçin şertnama baglaşylanda ýuridiki taraplary hem göz önünde tutulýar.

Geofiziki edaralarda: işiň taslamasy, ýyllyk möçberini görkezmek bilen, esaslandyrylan geofiziki barlaglaryň meýilnamasy, sarp ediljek pul serişdeleriň düzgüni, iş geçirmek üçin şertnamalar bolmaly.

Ähli resminamalary buýrujynyň buýurmalarynyň esasynda “Guýularda geofiziki barlaglary geçirmegiň ýeketäk wagt kadalary” we “Nebit-gaz guýularynyň gurluşygynyň sebitleýin bahalary” – görkezmelere laýyklykda düzülýär.

Buýrujy indiki ýyl üçin III – möwsümden iş geçirilmegi göz önünde tutýan buýurmalar görnüşinde resminamalar berýär. Buýurmada iş geçirilmeli meýdança, guýunyň maksady, ol ýerde burawlanýan ýa-da ulanylýan guýularyň sany, olaryň çuňlugy we gurluşy, mundan hem başga, iş geçirilmeli saparlaryň sany görkezilýär.

Şu buýurmalaryň esasynda her bir obýekt üçin kabul edilen resminamalar boýunça iş ýerine ýetirmeklige zerur bolan wagt hasaplanylýar. Hasaplamalarda bazada geçirilýän taýýarlyk we jemleýji işler, bazadan guýunyň başyna çenli we yzyna gaýtmak üçin ýol şeýle-de guýularyň arasyndaky ýol göz önünde tutulýar. Şundan soň, ýylyň dowamynda ýerine ýetirilmeli işiň möçberi, wagty we ol işleri ýerine ýertirmek üçin zerur pul serişdeleri kesgitlenilýär.

Geofiziki edaralara berilýän buýurmalarda şu aşakdaky maglumatlar görkezilen bolmaly: guýunyň ýerleşen meýdançasyny we belgisi, guýunyň iş geçirmäge taýýar boljak senesi we wagty, iş geçirmegiň maksady we görnüşi, barlag geçirilmeli aralyk, guýunyň gurluşy, guýunyň düýbünüň ýerleşen çuňlugy we oturdylan sütüniň başmagynyň ýerleşen ýeri, guýunyň we sütüniň diametri; NKT barada maglumat we ş.m. şeýle-de buraw ergininiň parametrleri, barlag aralygyndaky temperatura. Bu maglumatlaryň ählisi buýurma – ugradyş resminamasynda görkezilýär we iş geçirmek üçin partiýanyň başlygyna berilýär.

## **2. Guýunyň nilini we buraw enjamlaryny geofiziki barlaglar üçin taýýarlamak**

Geofiziki barlaglary talabalaýyk ýerine ýetirmek, köp halatlarda guýunyň buraw enjamlarynyň ýagdaýy we olaryň iş geçirmäge taýýarlygy bilen kesgitlenilýär. Buraw işlerini alyp barýan edaralara, guýuny geofiziki barlaglara taýýarlamak baradaky talaplar “Guýuny we buraw enjamlaryny geofiziki barlaglary geçirmäge taýýarlamagyň tehniki şertleri” şeýle-de “Guýularyň gurluşygyny alyp barmak baradaky ýeke-täk düzgünleri” diýilýän görkezmelerde kesgitlenilen. Ilki bilen geofiziki stansiýanyň burawa degişli aralyga baryp biljek ýoly düzlenen bolmaly. Burawyň töwereginde podýomnik (göteriji) we stansiýa durar ýaly iş meýdançasý taýýarlanylýp, guýunyň agzy bilen ýerleşdirilen geofiziki enjamlaryň arasy açyk görülmeli we päsgel berýän zatlar ortadan aýrylmaly, şeýle-de zondlar guýunyň içine salynanda päsgelçilik bolmaly däl. Rotor stolunyň üsti buraw ergininden, nebit galyndylaryndan, ýaglaýjy materiallardan arassalanan bolmaly. Eger-de stolyň üsti çygly bolsa oňa gum sepilen bolmaly. Stansiýany elektrik çeşmesine birleşdirmek üçin ýörite üç fazaly toga birleşdirilýän we ýere beriji bilen üpjün edilen gurluşlar taýýarlanylýan bolmaly, zerur ýagdaýynda çeşmeden stansiýany aýyrrar ýaly gurluş (rubilnik) göz önünde tutulmaly. Garaňky düşenden soň, iş geçirilýän ýer talabalaýyk ýagtylandyrylmaly. Burawyň iş meýdançasynyň talabalaýyk ýagtylandyrylmadyk ýagdaýynda, geofiziki işleri geçirmek gadagan.

Guýuda geofiziki barlag geçirilende, buraw brigadasynyň işgärleri we burujy edaranyň wekili (adatça geolog) iş üstünde bolmaly. Zerurlyk ýüze çykanda, geofiziki partiýanyň başlygy burawyň işgärlerini kömekçi işleri ýerine ýetirmäge çekip bilýär.

Geofiziki barlaglar geçirilýän wagty burawda islendik başga işleri ýerine ýetirmek gadagandyr. Buraw geofiziki işler geçirilmek üçin taýýarlanylanda, guýunyň nilini talaba laýyk arassalamak wajyp orny eýeleýär. Iş geçirilmeginiň ön



syрасында guýunyň nili işiň howpsuzlygyny üpjün etmek üçin, geofiziki zondlaryň guýunyň düýbüne çenli we yzyna bökdençsiz hereket eder ýaly şert döredilmeli.

Guýuny barlaglara taýýarlamak, nilinde emele gelen päsgelçilikleri aýyrmak maksatlary bilen, onuň uza-boýuna nominal diametrli dolotany geçirmeli, buraw ergininiň parametrleri geolog-tehniki resminamanyň talabyna laýyk bolmaly, ýokary basyşda we temperaturada buraw ergininiň parametrleriniň durnuklylygyny gazanmaly, guýunyň içinde buraw ergininiň birmeňzeşligi saklanylmaly, onuň üçin guýuda buraw işleri duryzylandan soň her bir 1000 metr uzynlygyna azyndan 2-sagatlap ýuwuş işlerini geçirmeli (buraw ergininiň guýunyň agzyndan düýbüne çenli aýlanyş hadysasy).

Buraw erginini siňdirýän ýa-da gaz bilen baýlaşan erginli guýularda, ergininiň derejesiniň üýtgemesi 15 metr/sagat töweregi bolsa, geofiziki işler iki edaranyň (buraw hem-de geofiziki) ylalaşmagy boýunça aýratyn tertipde geçirilýär.

Guýuda geofiziki barlag geçirmegiň tehniki şertiniň talabyna laýyklykda taýýarlanylyşy barada güwänama düzülip oňa buraw ussasy bilen geolog gol çekýär. Kepilnamada buraw ergininiň we guýunyň doly häsiýetnamasy görkezilenden soň iş başlamazdan öň partiýanyň başlygyna berilýär. Eger-de bu güwänama bolmasa partiýanyň başlygynyň barlaglary başlamaga haky ýokdyr.

### 3. Guýularda geofiziki barlaglaryň geçiriliş tertibi

Geofiziki barlag geçirmek işleri ekspedisiýanyň bazasynda, önümçilik maglumat merkezinden “Geofiziki işleri geçirmek üçin buýurma” alan pursatyndan başlanylýar. Partiýanyň başlygy işiň möçberini takyklyp, ön geçirilen geofiziki barlaglaryň netijeleri bilen tanyşyp, zerur bolan guýy abzallaryny ýerinde hasaba alýar, olaryň nusgalaşdyrma barlaglarynyň (gradurowka) netijelerine seredilýär, zerur enjamlaryň we kabeliň ýagdaýy bilen gyzyklanýar, iş geçirmeli meýdança çenli ýoluň ugry bilen tanyşýar.

Guýunyň başyna barmak we gaýdyp baza gelmek, umumy geofiziki işleriň toplumynda esaslaryň biri hasaplanylýar. Geofiziki enjamlar we abzallar päsgelçiliklerden geçmek mümkinçiligi uly bolan awtoulaglarda daşalýar. Guýular, esasan hem barlag guýulary, bazadan we esasy ýollardan daşlykda ýerleşýärler. Şonuň üçin, geofiziki partiýanyň awtoulaglarynyň sürüjilerinden ýokary derejede ezberligiň talap edýär, sebäbi iş geçirmäge gitmek islendik klimatik şertlerde we gije – gündüziň dowamynda ýerine ýetirilýär. Şeýle-de bolsa guýunyň başyna öz wagtynda barmaklygy üpjün etmeli bolýar. Geofiziki partiýanyň iş ýerine mümkin boldugyça buraw enjamlaryny guýudan çykarmaklyk tamamlamazyndan 2 – sagat ön barar ýaly etmeli. İş ýerine barandan soň kabel göteriji awtoulagy guýunyň agzyndan 20 ÷ 50 metr aralykda taýýarlanylýan ýerde goýup, tekerlerine daýanç enjamlar guýulýar. Kabel göteriji we stansiýa öz aralarynda geçiriji simler bilen, şeýle-de ýer bilen birikdirilip soňra elektrik çeşmesine goşulýar. Bu işler geçirilenden soň, zond kabele birikdirilip barlanylýar. Partiýanyň başlygy guýunyň geofiziki işleri geçirmäge taýýarlygy baradaky güwänamany alyp, barlaglary başlamaga rugsat berýär. Partiýanyň işgärleri guýunyň agzynda deňagramlaşdyryjy blogy goýup, ony berkidýärler we onuň üsti bilen zond guýunyň içine sallanylýar, şeýlelikde çuňlugy

hasaba alynýan enjamda deslapky sanlar goýulandan soň, zond herekete girizilýär.

Zondyň guýudaky hereketine tahometriň kömegi bilen gözegçilik edilýär we kabel sarymyny tutup saklaýjynyň üsti bilen sazlaýarlar.

Kabel guýa göýberilende aşakda görkezilenleri: kabeliň deňagramlaşdyryjy blogyň üstünden geçende seresaplygy, kabeli uly tizlik bilen, ýagny zond sütüniň içinde hereket edýän hem bolsa onuň tizligi 10000 m/sag-dan geçmezligi, şeýle-de kabeliň hereketini birden saklamazlyk ýaly düzgünleri berjaý etmelidir.

Sütünler oturdylmadyk guýularda dürli kynçylyklaryň ýüze çykmagy mümkin (nilde emele gelen dyky, diwaryň ýykylmagy, galyňlygy, uly toýun gabygyň döremegi we ş.m.), şeýle ýagdaýlar ýüze çykanda awariýa hadysalaryny ýeňip geçmek üçin ähli çäreleri görmeli.

Aýratyn kynçylykly ýagdaýlar ýüze çykanda, buraw we geofiziki edaralaryň ylalaşmagynda barlaglary buraw turbalarynyň üsti bilen geçirmekligi guramaly. Guýularda buraw ergini gazlaşanda, onuň hereket tizligi artanda ýa-da zyňylma hadysalary başlansa, geofiziki işleri geçirmek gadagan. Şeýle ýagdaýlaryň ýüze çykmagyna guýunyň awariýa ýagdaýy hökmünde seredilýär. Awariýa ýagdaýlaryň möçberine we häsiýetine baglylykda ýönekeý we çylşyrymly ýaly toparlara bölýärler. Ýönekeý awariýalar partiýanyň işgärleriniň güýji bilen düzedilýär, çylşyrymly ýagdaýlar bolsa, ýokarda durýan edaralara habar edilýär we ýörite meýilnamalaryň esasynda onuň soňuna çykma işleri alynyp barylýar. Islendik awariýanyň soňuna çykma işleri ýerine ýetirlende, geofiziki partiýanyň başlygy hökman gatnaşmalydyr. Bu işler tamamlanandan soň, geofiziki barlaglar geçirilýär we partiýanyň başlygy alynan materialyň hiline baha berýär. Soňra güwänama düzülip, oňa buýrujy edaranyň wekili gol çekýär. Partiýa baza gaýdyp gelenden soň, maglumatlary işläp taýýarlamak üçin teswirleme – gözegçilik

bölüme berilýär. Mundan başga-da ähli resmi kagyzlar degişli bölümlere tabşyrylýar.

## **Edebiýatlar:**

1. Türkmenistanyň Konstitusíasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiniň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň «Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin» Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. «Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry» Milli maksatnamasy. «Türkmenistan» gazetini, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. «Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy». Aşgabat, 2006.
10. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований разрезов скважин. М. “Недра”, 1982.
11. Итенберг С.С. Интерпретация результатов геофизических исследований скважин. М. “Недра”, 1988.
12. Латышова М.Г. Практическое руководство по интерпретации диаграмм геофизических методов исследования скважин. М. “Недра”, 1991.

13. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Резванов Р.А., Африкян А.Н. Промысловая геофизика. М. “Недра”, 1986.
14. Дьяконов Д.И., Леонтьев Е.И., Кузнецов Г.С. Общий курс геофизических исследований скважин. М. Недра 1984.
15. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. М. Недра. 1991.
16. Резванов Р.А. Радиоактивные и другие неэлектрические методы исследования скважин. Учебник. М. Недра. 1982.
17. Кузнецов Г.С., Леонтьев Е.И., Резванов Р.А. Геофизические методы контроля разработки нефтяных и газовых месторождений. М. Недра. 1991.

# M A Z M U N Y

Giriş	7
<b>I BÖLÜM. Dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri</b>	
1. Dag jynslarynyň fiziki häsiýetleri umumy düşünje	12
2. Dag jynslarynyň toýunlylygy	14
3. Öýjüklilik barada düşünje	18
4. Dag jynslarynyň suwdoýgynlygy	22
5. Dag jynslarynyň dykyzlygy	25
6. Dag jynslarynyň syzyjylygy	27
7. Dag jynslarynyň udel elektrik garşylygy we onuň sürli faktorlara baglylygy	32
8. Tebigy radioaktiwligi barada umumy düşünje. Radioaktiw dargama kanuny	45
9. Dag jynslarynyň neýtron häsiýetleri	54
10. Dag jynslarynyň maýyşgaklyk häsiýetleri	60
11. Dag jynslarynyň ýylylyk-fiziki häsiýetleri	67
<b>II BÖLÜM. Guýularyň barlamagyň elektriki usullary</b>	
Hyýaly garşylyk usuly	
1. Guýularyň geofiziki barlag usullarynyň maglumat berijiligi	74
2. Guýularda geofiziki barlag obýektleriniň häsiýetnamasy	77
3. Elektriki barlag usullarynyň nazary esaslary	82
4. Birmeňzeş sredanyň udel elektrik garşylygyny kesgitlemek	86
5. Elektrik barlag usullarynyň fokusirlenmedik, adaty üç elektrodly zondlary	89
6. Birmeňzeş däl sredanyň dürli ýagdaýlarynda hyýaly udel elektrik garşylygy	93
7. Çaklandirilen gatlagyň garşysyndaky	96

	hyýaly garşylygyň diagrammasynyň şekili	
8.	Mikrozondlar usuly. Adaty mikrozondlar.	102
9.	Guýulardaky suwuklyklaryň garşylygyny ölçemek. Rezistiwimetr.	109
10	Dag jynslarynyň udel garşylygyny dürli görnüşli we barlag radiusly zondlaryň maglumatlary boýunça kesgitlemek.	111
11	Togy fokusirleýji köp elektrodly zondlar usuly	116
12	Togy fokusirleýji köp mikrozondlar usuly	126
13	Induksion usul	131
14	Tebigi potensiallar usuly	141

### **III BÖLÜM. Guýulary barlamagyň radioaktiw usullary**

1.	Tebigi radioaktiwlik usuly	152
2.	Ýaýran gamma kwantlary belleýän usul	155
3.	Guýulary barlamagyň neýtron usullary. Neýtron gamma usul.	159
4.	Ýylylyk we ýylylyk energiýasyndan ýokary energiýaly neýtronlary bellemek usuly	163
5.	Stasionar neýtron usullarynyň maglumatlaryna guýy şertleriniň täsiri. Ulanylýan çäkleri.	164
6.	Impuls neýtron usullary. Umumy düşünje.	166
7.	Impuls neýtron-neýtron usullary.	167
8.	Impuls neýtron-gamma usuly.	170

### **IV BÖLÜM. Guýulary barlamagyň akustiki we beýleki elektriki däl usullary**

1.	Akustiki barlag usuly. Usulyň nazary esaslary.	173
2.	Dag jynslarynyň maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizligi we tolkun sönmesi öwrenilýän usuly.	177
3.	Akustiki usulyň diagrammasynyň görnüşi	181



	we gatlaklaryň araçäkleriniň kesgitlenilişi	
4.	Guýularyň termometriki barlaglary. Umumy düşünje.	184
5.	Ýeriň tebigi ýylylyk meýdanyny öwrenýän usul.	185
6.	Ýerli (lokal) ýylylyk meýdanyny öwrenýän usuly.	188
7.	Emeli ýylylyk meýdanyny öwrenýän usul.	190
8.	Elektrotermometrler	191
9.	Guýularyň termiki barlaglarynyň ulanylýan çäkleri	193
<b>V BÖLÜM. Guýularyň tehniki ýagdaýlaryny öwrenmek</b>		
1.	Guýularyň niliniň gyşarmasyny kesgitlemek	194
2.	Guýularyň diametrini ölçemek. Kawernometriýa we profilometriýa.	199
3.	Oturdylan sütünleriň sementlenilişiniň hilini kesgitlemek. Termometriki barlaglar.	204
4.	Radioaktiw izotoplar usuly	206
5.	Ýaýran gamma kwantlary bellemek usuly	207
6.	Akustiki usul	213
<b>VI BÖLÜM. Guýularda geçirilýän synag we atyş-partladýş işleri</b>		
1.	Guýularda perforasiýa işlerini geçirmek	218
2.	Burawlama döwründe guýularda geçirilýän torpedirleme işleri	226
3.	Guýunyň diwaryna golaý ýerleşen zolaga täsir etmek we geçirilýän beýleki partladýş işleri	228
4.	Guýulary torpedirlemek	229
5.	Ýadro zaryadlarynyň ulanylyşy	231
6.	Däri gazynyň basyşynyň generatorlary	233
7.	Guýularda geçirilýän beýleki partladýş işleri	235
<b>VII BÖLÜM. Nebit-gaz kánlerini özleşdirmekde geofiziki gözegçilik</b>		
1.	Nebit-suw, gaz – suwuklyk araçäkleriniň üýtgeýşine we gatlaklaryň	239

	suwlandyrylyşyna gözegçilik	
2.	Ulanylýan we gysygy guýularda akymy, suwuklygy we gazy kabul edýän aralyklary kesgitlemek	249
3.	Guýularda akym berýän we kabul edýän aralyklary guýy debitometrleri bilen kesgitlemek	250
4.	Akym berýän ýa-da kabul edýän aralyklary termometriň maglumatlary boýunça kesgitlemek	257
5.	Guýunyň nilindäki flýuidiň düzümini kesgitlemek	261
6.	Guýunyň iş kadasyny öwrenmek we gatlaklardan akymy artdyrmak üçin geçirilýän çärelerde geofiziki gözegçilik	267
<b>VIII BÖLÜM. Senagat-geofiziki gullugyň gurnalyşy</b>		
1.	Guýularda geofiziki barlaglaryň geçirilişiniň tehniki şertleri	272
2.	Guýunyň nilini we buraw enjamlaryny geofiziki barlaglar üçin taýýarlamak	276
3.	Guýularda geofiziki barlaglaryň geçirliş tertibi	278
	Peýdalanýan edebiýatlar	281



