

**TÜRKMENISTANYŇ BILIM MINISTRLOGI
TÜRKMEN POLITEHNIKI INSTITUTY**

B. Çarygulyýew

Seýsmiki barlag usuly

Hünär: “Peýdaly magdanlary gözlemegiň
we barlamagyň geofiziki usullary”

Aşgabat 2010

GIRIŞ

Seýsmiki gözlegiň esasynda maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri we siňme koeffisientini ýer gabygynda litologik, gurluş-tekstur, kollektrotlyk we geologiki gurşawyň beýleki özboluşlyklary ýatyr. Maýyşgak tolkunlaryň ýaýramagy öwrenilende ýer gabygynyň kesimini tizlikleri boýunça biri-birinden tapawutlanýan galyňlyklara (h) bölmek bolar. Şunuň ýaly bölünen bölekler dag jynslarynyň dürli görnüşlerine we dürli göwrümlere laýyk gelip biler ýa-da şol bir görnüşli dag jynslaryň giňişlik we çuňluk boýunça özboluşluklarynyň üýtgemegini görkezip biler. Dürli dag jynslary üçin boý (V_P) we kese (V_S) tolkunlaryň tizlikleriniň gatnaşygy şu aşakdaky ýaly üýtgeýär:

- ýokary öýjükli gaz doýgunly dag jynslary (hek-daşlar, çäge-daşlar we kwarssaklaýjylar) $V_P/V_S=1,3-1,6$;
- gowy sementlenen çökündi suwdoýgun, magmatik we metamorfik dag jynslary $V_P/V_S=1,5-2,0$;
- gowşak bagly pes sementlenen dag jynslary (lýosslar, çägeler, suglinoklar we beýlekiler) $V_P/V_S=2,0-3,0$.

Seýsmiki barlagynda tizlikleriň paýlanmagyny öwrenmekligi öwrenilýän galyňlygyň bir hatar punktlarynda maýyşgak tolkunlary bellemeklik arkaly we çeşmeden dürli kabul ediş punktlaryna çenli tolkunlaryň geçiş wagty

öwrenmeklik arakaly geçirýärler. Maýyşgak tolkunlaryň çeşmelerini we syn punktlaryny ýagtylyk üstünde ýa-da onuň golaýynda (guýylarda, dag magdany senagatynyň ýerlerinde we ş.m.) ýerleşdirýärler. Maýyşgak tolkunlaryň has güýçli çeşmesi ýer gabygynyň içinde, tektoniki hereketler bolup durýar. Ýer titremelerinde döreýän tolkunlar bilen ýeri öwrenýän ylma – *Seýsmologiýa* diýilýär, bu ylymdan seýsmiki gözlegi hem öz başyny alyp gaýdýar. Bu iki ylmyň atlarynda “*seýsmo*” sözi bar, ol grek dilinden “*silmek*” diýmekdir. Şeýlelik bilen seýsmologiýa - silkmeleri öwrenmek, seýsmiki barlagy bolsa – silkmeler bilen barlag geçirmek diýmekdir.

Köplenç ýagdaýlarda seýsmiki barlagyň maksady onlarça metrden birnäçe kilometrlere ýetýän dag jynslaryň galyňlygyny öwrenmeklik bolup durýar. Ýeriň ýüzünde ýa-da onuň käbir çuňlugynda çeşme bilen döredilýän tolkunlar dag jynslaryň бүтін galyňlygynda ýaýraýar we dört sany effektleriň netijesinde yzyna ýeriň ýüzüne gaýdyp gelýär, olar maýyşgak tolkunlaryň serpikmesi, döwülmesi, refraksiýasy ýa-da difraksiýasy. Diýmek, seýsmiki gözleginde serpigen tolkunlar, döwülen tolkunlar, refragirlenen tolkunlar we difragirlenen tolkunlar ulanylýar.

Seýsmiki barlagynda esasy ölçenilýän ululyk çeşmeden syn nokadyna çenli tolkun geçen wagty bolup durýar. Bu wagty we çeşme bilen her bir syn nokadyna çenli aralygy bilip,

aralyga görä tolkunynyň gelen wagty, syn edilýän tolkunynyň haýsy effekte görä emele gelndigini we özüniň geçen gatlagynda tizligiň nähili üýtgändigini bilip bolýar.

Seýsmiki barlagyň ölçege gurnawy öz içine: maýyşgak tolkunlaryň çeşmesini, sesýmiki kabul edijileriň toparyny belleýji gurnawy we tolkunyny döredilen wagtyndan takyk wag hasabyny ýöredýän gurnawy alýar. Adatça syn nokatlary we çeşme bir göni ugurda – *profiliň* ugrunda ýerleşýär. Tolkun döredilen we belleneniden soň bütin belleýji gurnawy käbir aralyga süýşürýärler. Şeýlelik bilen öwrenilýän galyňlykda tizlikleriň ýaýramasynyň üznüksiz we ynamly yzarlama gynyň üpjün edýärler. Kabul ediş gurnawyň ýerleşdirilen nokadynda, tolkun diýip atlandyrylýan, topragyň yrgyldylaryny beýleki sebäpler bilen emele gelen topragyň yrgyldylarynyň fonunda bölýärler, mysal üçin mikroseyimler, ýeller, baglaryň, gyrymsylaryň we otlaryň yrgyldylary, mehaniki we awtoulaglaryň hereketi, deňiziň tolgunmasy we ş.m. Şunuň ýaly adaty we tehnogen päsgelleriň derejesi seýsmiki barlagyň çuňlugynyň derejesini kesgitleýär, sebäbi, peýdaly tolkunlaryň güýjenmesi olaryň dag jynslarynda geçen ýoluna görä çalt peselýär.

Seýsmiki usullar bilen geologiki obýektleri öwrenilende gatlakly kesim önän amatlydyr we ýapyk ýa-da kert burçly durnuksyzlygy bolan ýagdaýynda bolsa çylşyrymlydyr. Şunuň

üçin seýsmiki barlagy - litologiki dürli dag jynslaryň gatlaklarynyň tekiz ýatan araçäklerini ýüze çykarmakda has gowy maglumat berýär. Şol bir wagtda her bir bölünen gatlakda dag jynslaryň litologiki we fasial üýtgemelerini kesgitlemek mümkin bolýar. Pes amplitudaly beýgelmeler, ýitip gitmeler, tektoniki bozulmalar, gadymy akabalar ýa-da suw ýataklary, duz güberçekleri, epilmäniň häsiýeti – bu gurluşlaryň hemmesi seýsmiki gözlegiň maglumatlary boýunça ynamly ýüze çykarylýar, şonuň üçin hem nebit geologiýasynda onuň alyp baryjy orny şertlendirilýär.

Şeýle-de seýsmiki usullar bilen gowşak bagly dag jynslaryň galyňlygyny, asyl dag jynslaryň бүтewiligini, boşlugy bolan zonalary, gömülen akabalary we gadymy derýalaryň akabalaryny, ýerasty suwlaryň derejesini, opurylmalaryň takmynan boljak ýerlerini anyklamak ýaly inžener-geologik meseleleri örän gowy çözülýär. Bu meseleler senagat jaýlary, köprüleri, ýollary gurlanda, kömür senagatynyň ýerleri taslanylanda, tehnogen täsileriniň astynda geologik gurşawyň üýtgemegini çaklamakda ýüze çykýar. Ýöne, ozal bellänip geçilişi ýaly, seýsmiki gözlegiň esasy ulanyş maksady – nebitiň we gazyň ýataklaryny gözlemek we barlamak bolup durýar.

Uglewodorodlary gözlemekde seýsmiki barlagy.

Uglewodorodlar adatça giň ýaýran çökündi galyňlyklarynda duş gelyärler. Senagat möçberinde nebitiň we gazyň ýygnanmagy üçin birnäçe sany zerur şertler bardyr: uglewodorodlary öndüriji dag jynsy; kollektor we suwuklyk gözbermeýän dag jynsy; çökündi materialynda ýerleşýän we uglewodoroda öwrülýän ilkinji organiki jisimiň çökündisiniň ýygnanma taryhy; laýyk nebit we gaz gabawy. Gabawlaryň köp sanly görnüşleri bellidir - tektoniki gurluşlar we daşy toýun bilen gabalan çäge linzalary hem-de hekdaşyň galyňlygyndaky reflil gurluşlar ýaly stratigrafiki gabawlar.

Suw nebit we gaz şular ýaly gabawlaryň kollektor dag jynslaryň öýjük giňişliginde ýygnanyp bilerler, olar öz udel agramyna laýyklykda ýerleşýärler - gaz ýokarsynda, nebit ortasynda we suw aşagynda.

Uglewodorodlaryň ýataklarynyň gözleginde seýsmiki barlaglarynyň ilkinji döwri adatça giň meýdanlary gurşap alýan, giň ýaýran profilleriň ugurynda geçirilýär. Nebitiň we gazyň ýataklaryna häsiýetli çuň ýatýan gurluşly obýektler öwrenilende serpigen tolkunlar usuly (STU) esasy baha eýedir. Serpikdirýän gorizontlaryň köp sanly mukdary boýunça kesimi aýratynlykda öwrenmekligi üpjün edýän serpigen tolkunlar usulynyň ýokary çözüjilik ukyby, çuň ýatýan, göwrümi

boýunça uly bolmadyk gurluşlary gözläp tapmakda ornuny çalşyp bolmaýar. Serpigen tolkunlar usulynda profilleriň, deňeşdireniňde, uly bolmadyk tory bilen, köp raýonlarda, köp halatlarda öz arasynda oňuşyksyz ýatýan dürli stratigrafiki gorizontlar boýunça aýratyn gurluşly elementleri bölüp bolýar. Şunuň ýaly ýol bilen regional geologiki gurluşy bolan gurluşlary ýa-da stratigrafiki elementleri ýüze çykarýarlar. Şondan soňra takyk meýillesdirme mümkinçiligini alyp STU synlaryny çäklendirilen meýdançalarda, gelejegi uly meýdançalarda dowam edýärler. Belli çökündi toplumlaryň gowy geologiki kartalary bar ýerinde rekognostirowka işlerini aradan aýryp bolar we esasy işler aýratyn gyzyklanma döredýän meýdançada alyp barmak bolar.

STU-ň Umumy çuňluk nokady usulynda (UÇNU) takyklama synlaryny biri-birine golaý ýerleşen profillerde, profilleriň kesişmesiniň ýokary dykzlygynda geçirýärler. Onuň sebäbi - esasy gurluşlar kesgitlenende gorizontlardan ynamly maglumat almaklygyň zerurdygydyr. Köp halatlarda nebit-gaz ýatagynyň geologiki modeliniň göwrümleýin şekili gurlanda üç ölçegli seýsmiki barlag ulanylýar. Seýsmiki barlagyň ilkinji teswirlemesi, adatça gurluş kartalaşdyrylamagy öz oçine alýar, ony izohronlar kartasyny ulanyp, nebiti we gazy saklap biljek gurluşyň birikmelerini ýüze çykarmak üçin yerine ýetirýärler. Islentik bölünen gurluş üçin takyk seýsmiki

barlaglaryň ikinji döwründe soňraky takyklandyrylmalary ýerine ýetirmek zerurlygy ýüze çykmagy mümkindir. Diňe şondan soňra geofizigiň elinde barlag guýusyny esaslandymaga ýeri bellemek üçin ýeterlik maglumat bolýar.

Barlag guýularyny adatça seýsmiki profilleriň ugurlarynda ýerleşdirilende, guýylarda geçirilen geofiziki işleriň maglumatlaryny göni laýyk seýsmiki kesim bilen baglaşdyryp bolar ýaly edýärler. Bu kesgitli serpikdiriji çägiň takyk geologiki berkidilmegini aňsatlaşdyrýar. Akwatorialarda buraw işlerini geçirmek örän gymmatdyr (adatça 10-20 esse), şonuň üçin ol ýerde köplenç seýsmiki stratigrafiýanyň usullaryny ulanýarlar. Seýsmiki stratigrafiýa takyk öwrenmäni talap edýän meýdançalary bölmek üçin goşmaça usullary hödürleýär, mysal üçin has uly çökündi toplumynda lokal delta ýa-da rifogen gurluşlary ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.

Seýsmiki barlagyň uglewodorod ýataklaryny öwrenmekde goşandy diňe nebit we gazyň ýataklaryny açmak bilen tamamlanmaýar. Goşmaça seýsmiki profilleri ulanmak bilen ýetilýän seýsmiki maglumatlaryň takyk teswirlenmesiniň, önüm çykarýan guýylaryň ýerini kesgitlemekde peýdasy uludyr. Ondan başga-da serpigen tolkunlaryň ýazgylarynyň amplitudasynyň we beýleki häsiýetleriniň seýsmiki modelini düzmek bilen uglewodorodlaryň mukdaryna täsir edip biljek gatlagyň kollektoryň geometriýasy we onuň içindäki

üýtgemeler barada takyk maglumat alyp bolar.

Dürli geologiki meseleleri çözmekde seýsmiki barlagynyň ulanylşy

Seýsmiki barlagyň usullary esasan gurluşly geologiýanyň meselelerini çözmek üçin ulanylýar. Esasan seýsmiki barlagy kesgitli gurluşy bolan peýdaly gazylyp alynýan baýlyklaryň ýatagyny gözlemekde we barlamakda ulanylýar. Şunuň ýaly peýdaly gazylyp alynýanlara ilki bilen nebit we tebigy gazy degişlidir, şonuň üçin seýsmiki barlagy nebit we gaz geologiýasynyň meseleleri çözülen-de has aktualdyr. Bu usullary şeýle hem ýer gabygynyň regional aýratynlyklaryny öwrenmekde ulanylýar, inžener-geologik we magdan meselelerini çözmek üçin gerekdir.

Ýer gabygynyň geologiki gurluşyny öwrenmekde dürli usullaryň toplanyp ulanylşy, hususanda dürli geofiziki usullaryň toplanmagy uly baha eýedir. Seýsmiki barlagyň ýokary çykdajylygyny göz önüne tutup, ony diňe beýleki geofiziki usullaryň ýeterlik derejede dogry maglumat berip bilmedik ýagdaýynda ulanmalydyr. Köp ýagdaýlarda seýsmiki barlagyň maglumatlary beýleki geofiziki usullaryň maglumatlaryny kesgitlemekde daýanç bolup hyzmat edip biler.

I BÖLÜM.

1.1. Seýsmiki tolkunlaryň döreýşi we ýaýraýşy.

Boý we kese tolkunlar: Maýyşgak deformasiýa we dargynlyk, olaryň arabaglanyşygy; Tolkun deňlemeleri; Üst tolkunlary.

Seýsmiki barlagy – bu in öňde baryjy geofiziki usuldur. Bu usul dürli görnüşli geologiki meseleleri beýleki meýdan geofiziki usullara görä has anyk we takyk çözmäge mümkinçilik berýär. Seýsmiki gözlegiň manysy ýer üstüniň golaýynda partladyş we partladylmaýan çeşmeleriň kömegi bilen döredilýän maýyşgak tolkunlary öwrenmekdir. Serpigen we baş tolkunlary ýörite ýokary duýujylygy bolan enjamlar bilen ýer üstünde we gurşawyň içki nokatlarynda belleniýär. Serpigen we baş tolkunlaryň gelme wagty olaryň emele gelen araçäkleriň çuňlugyna we olaryň tizligine bagly bolup durýar. Bu baglanyşyk seýsmiki gözlegi geologiki kesimleriniň gurluş aýratynlyklaryny (antiklinal epilmeleriň kartalaşdyrylmagyny, tektoniki bozulmalary ýüze çykarmaklygy we ş.m.) öwrenmeklik üçin ulanmaga mümkinçilik berýär. Struktur mesele çözülide, alnan seýsmiki ýazgylarda reper (gaty) gorizontdan tolkunlary yzarlarýarlar we olaryň bellenen wagtyny kesgitleýärler. Onuň üçin ýazgyda gowşak signallary güýçlendirmek ýeterlikdir. Tolkunlaryň güýjenmesiniň

üýtgemegini ýörite ýok edýärler, onuň netijesinde alynýan seýsmiki ýazgylaryň wizual aňladylşy gowlanýar. Häzirki wagtda tolkunlaryň dinamiki ululyklarynyň ýokary geologiki maglumatlylygy kesgitlenildi. Bu maglumat boýunça öwrenilýän kesimleriň litologiki üýtgemeleri ýüze çykarylýar, gatlak – kollektor çäginde kesgitlenilýär, fluidiň görnüşiniň üýtgemesini belleniýär (suw, nebit we gaz we ş.m.)

Seýsmiki gözleg nebit we gaz gözleginde has giň ulanylýar, sebäbi barlag burawlamanyň mukdaryny azaltmaga mümkinçilik berýär.

Seýsmiki barlagy iň bir çalt depginler bilen ösýän we awtomatizirlenen geofiziki barlag usulydyr. Onuň netijelerini geologiki taýdan teswirlemekligi has giň gerimde diňe çylşyrymly özgermeler we hasaplamalardan soň ýerine ýetirip bolýar, olary bolsa çylşyrymly elektron hasaplaýjysy maşynlar ýerine ýetirýärler.

Seýsmiki barlag usuly kör sanly beýleki meseleleri jikme-jik we takyk çözmegi başaryandyr. Bu usulda ýörite partlama, urgy ýa-da generatorlaryň döretmegindäki maýyşgak tolkunlaryň meýdan boýunça ýaýramagyna öwrenilýär. Onuň tebigy görnüşi ýer titremelerdir, ony öwrenýän ylma seýsmologiýa diýilýär. Her bir jisim güýç täsirinde özüniň göwrümini we şekilini üýtgedip, güýç täsiri aýrylandan soňra, öz durkyna gelmegine - maýyşgaklyk diýilýär. Geologiki

objektler Ýer gabygynyň uly bolmadyk täsirinde özlerini maýyşgak jisim ýaly alyp barýar. Maýyşgak tolkunlaryň boý “P” we kese “S” görnüşleri bardyr. “P”-boý tolkun gysylma we dartylma tolkunydyr, ýagny ol ýaýraýyş ugruna dag jynslarynyň uzalmagyna yrgyldylarydyr.

Boý we kese tolkunlaryň tizlikleri (V_p we V_s) boý boýunça dartylma moduli “E” (Ýung moduly), kese gysylma “ μ ” (Puasson koeffisiýenti) we aralygyň dykyzlygyna baglydyr, ýagny

$$V_p = \sqrt{\frac{E(1-\mu)}{\sigma(1+\mu)(1-2\mu)}} \quad V_s = \sqrt{\frac{E}{2\sigma(1+\mu)}} \quad (1)$$

Dag jynslaryň köpüsinde kese tolkunlaryň tizligi boý tolkunyň tizliginden 1,5-2,0 esse pesdir. Seýsmiki maýyşgak tolkunlaryň döreýiş mehanizmi

$$\Sigma d\vec{F}_{dasky} + \Sigma \vec{F}_{icki} = \Sigma d\vec{F}_{inersiya}$$

Maýyşgak yrgyldylaryň ojagy az wagt interwalynda hereket edýär. Ol ojakda das hasda $\Sigma d\vec{F}_{dasky} = 0$, onda

$\Sigma \vec{F}_{icki} = \Sigma d\vec{F}_{inersiya}$ (2). Bu ýerdäki $d\vec{F}_{icki} = \vec{p}ds$ (2) p – güýjenme ds – gandal meýdany.

$$\text{Şeýle-de } d\vec{F}_{inersiya} = \vec{a}^2 dm = \sigma \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t} d\Omega \quad (3)$$

$d\Omega$ - göwrül; a – tizlenme; dm – massa; u – süýşme wektory.

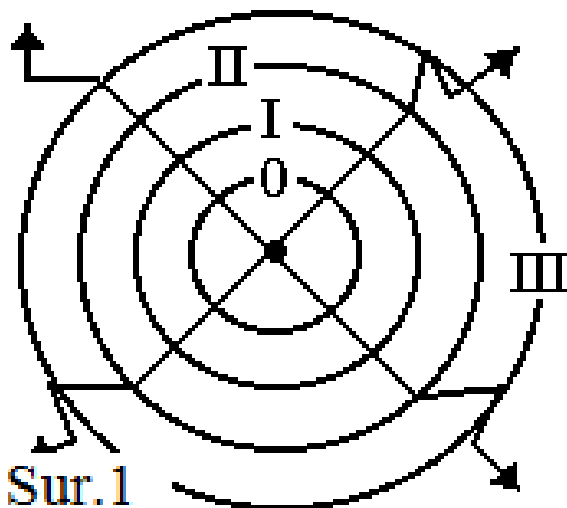
Bu diýmek aralygyň üýtgame ugruna täsir güýjüň ugry golaýlanda göwrüm deformasiýasy bolup geçýär, ýagny galtaşma güýjüň täsirinde gapdal gyşarmasy görnüşindäki üýtgame bolup geçýär. Ol güýjenmäni (3) üýtgemeler arkaly aňlatmak bolar, onda (2) deňlik maýyşgaklyk aralykdaky islendik sebitintde we pursatda bolup geçýän üýtgemäni kesgitleýär, ýagny olara tolkunlar deňligi diýilýär.

1.2. Boý we kese tolkunlary.

Maýyşgak deformasiýalar we güýjenmeler, olaryň arasyndaky arabaglanşyk.

Ozal belläp geçişimiz ýaly dag jynslarynda ýaýraýan seýsmiki tolkunlary partlama we partladylmaýan çeşmeler bilen döredilýän yrgyldylary göz önüne getirýärler.

Rahat ýagdaýynda dag jynslaryny düzýän bölejikler içki özara täsir ediş güýçler bilen saklanylýar we biri-birinden olaryň energiýasynyň minimal potensial bahalaryna laýyk gelýän aralykda ýerleşýärler.



Surat 1. Partlama effekti: I – zolakdaky dag jynslary ojagyň golaýynda bolansoň doly derejede dargayarlar, II – zolakda güýjenme ýeterlik bolan soň, jynslar öz gurluşlaryny bozýarlar (dykyzlanýarlar), III – zolakda güýjenme we deformasiýa ujypsyz bolup, oňa maýyşgaklyk deformasiýa sebiti diýilýär.

Eger-de gurşawda käbir içki güýçler hereket etse (güýjenme), onda bölejikleriň hereketi bolup geňýär. Güýçleriň hereketiniň işiniň gutaranyndan soňra, gurşawyň bolşunyň iki warianty bar:

- 1) Bölejikleriň süýşmesi uly bolupdyr we içki güýçleriň olary oňki ýagdaýda getirmäge güýçleri ýetmeýär – gurşawyň başky gurluşy bozulýar (onuň dykyzlanmasy ýa-da döwürmegi(Surat 1 I,II);

- 2) Bölejikleriň süýşmegi ujypsyz bolýar we içki güýçleriň täsiri astynda olar öňki ýagdaýynda gelýärler, ýagny hereket eden güýjenmäniň netijesinde ýüze çykan sebäpler doly ýitip gidýär (Surat 1 III).

Bölejikleriň islendik hereketine, eger-de ol gurşawyň käbir böleginiň üýtgemegine getirýän bolsa - deformasiýa diýip atlandyrylyar. Eger-de deformasiýa netijesinde gurşawyň gaýtarylmasyz üýtgemeleri bolup geçen bolsa, onda oňa maýyşak däl gurşaw ýa-da maýyşgak däl deformasiýa diýilýär. Eger-de gurşaw öz şekilini doly öňki ýagdaýda getirýän bolsa, onda oňa maýyşgak gurşaw ýa-da maýyşgak deformasiýa diýilýär.

Hakyky geologiki gurşawy maýyşgak gurşaw hökmünde diňe ondaky bolýan süýşmeler örän pes bolan ýagdaýynda seredip bolýar. Gurşawda pes deformasiýalara, olary emele getiren güýjenmelere maýyşgak (seýsmiki) tolkunlar hökmünde seredip bolar.

YUNG moduly we PUASSON koeffisenti.

Yung moduly (E) bu dag jynsynyň süýnmä ýa-da gysylma edýän garşylygynyň koeffisentidir:

$$E = \frac{P_{xx}}{e_{xx}} \quad (4)$$

bu ýerde: P_{xx} – süýnmede (gysylmada) ýüze çykýan normal güýjenme, e_{xx} – bu güýjenmäniň netijesinde ýüze çykan x oky boýunça deňişli süýnme (gysylma).

Puasson koeffisienti (ν) deňişli süýnmäniň deňişli gysylma bolan gatnaşygynda deňdir, meselem:

$$\nu = e_{yy}/e_{xx}, \quad (5)$$

bu ýerde: e_{xx} – x oky boýunça deňişli süýnme;

e_{yy} – y oky boýunça deňişli gysylma.

Süýşme moduly (μ) dag jynsynyň deformasiýada şekiliniň üýtgemegini häsiýetlendirýär, meselem:

$$\mu = P_{xy}/e_{xy}, \quad (6)$$

bu ýerde: P_{xy} – y okunyň ugry boýunça ugrukdyrylan degme güýjenmesi,

e_{xy} – x okuna deňişlilikde parallellpipedniň gapdalynyň süýşme burçy.

Yungyň moduly (E) çöküncü dag jynslary üçin $(0,03 \div 9) \cdot 10^{10}$ H/m², kristalliki dag jynslary üçin $(3 \div 16) \cdot 10^{10}$ H/m²; Puasson koeffisienti (ν) çöküncü dag lynslary üçin $0,18 \div 0,50$, kristalliki dag jynslary üçin $0,19 \div 0,38$; süýşme moduly (μ) takmynan yungyň modulynyň ýarysyna deňdir.

1.3. Geometriki seýsmikanyň esaslary: eýkonalyň deňlemesi. Seýsmiki tolkunynyň wagt meýdany. Wagt meýdanynyň deňlemeleri; Tolkunynyň hakyky we hyýaly tizlikleri, olaryň arabaglanşygy.

Geometriki seýsmika – bu tolkun ýaýramada seýsmiki energiýa ýşyk turbasynyň çägindeň çykmaýar diýen düşünjeden gelip çykýan tolkun proseslerini ýazma usuly. Ýşyk trubkasy diýip, frontynyň üstündäki uly bolmadyk meýdançanyň konturyndan gelip gidýän, ýşyklar bilen çäklendirilen giňişligiň lokal oblastyna aýdylýar. Şonuň ýaly gurulamalara, seýsmiki tolkunlaryň güýjenmesiniň ýşyk usuly esaslanandyr.

Seýsmiki yrgyldylaryň energiýasy kinematiki we potensial düşünjelerinden emele gelýär, olaryň amplitudalary garmoniki tolkunlar üçin özara deňdir. V tizlik bilen ρ dykzlykly gurşawda ω ýylygyň we a amplitudanyň garmoniki yrgyldysy ýaýranda \bar{P} energiýa akymynyň dykzlygynyň wektoryny döredýär, onuň absolýut bahasy bolsa:

$$P = \frac{1}{2} \rho v \omega^2 a^2 \quad (7)$$

Geometriki tapawutlanmasynyň netijesinde ýşyk trubkasynyň kese kesigi tolkunynyň ýaýramagy boýunça üýtgeýär, ol hem energiýanyň akymynyň dykzlygynda ýagny

yrgyldylaryň amplitudasynda täsirini görkezýär. Hususanda, bir jynsly gurşawda, sferiki tolkunda trubkanyň kese kesigi çeşmeden daşlaşmagyna görä τ^2 proporsional ösüp gidýär, şol sebäpli energiýanyň dykzlygy l/τ^2 ýaly ýitip gidýär we tolkunyny amplitudasy l/τ ýaly peselýär.

Yrgyldylaryň güýjenmesiniň bahalandyrylmagynyň yşyk usuly käbir çäklendiriji şertler bilen köp jynsly gurşawlar üçin hem adalatlydyr: λ tolkunyny uzynlygy, gurşawyň özboluşlygynyň duýarly üýtgeýän aralyklary bilen deňeşdireniňde we izofaza üstleriniň gyşarmalarynyň radiuslary bilen deňeşdireniňde pes bolmalydyr. Bu diýmek çeşmäniň golaýynda yrgyldylaryň güýjenmesini bahalandyrmagyň şunuň ýaly ýönekeý usuly takyk däl diýmekdir.

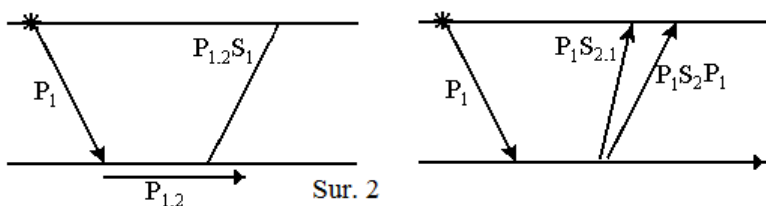
Asimtotiki ($\lambda \rightarrow 0$ bolanda) takyk deňlemesi iki deňlemä bölünýär:

$$grad^2 t = \left(\frac{\sigma t}{\sigma x} \right)^2 + \left(\frac{\sigma t}{\sigma y} \right)^2 + \left(\frac{\sigma t}{\sigma z} \right)^2 = \frac{1}{v^2(x, y, z)} \quad (8)$$

$$A \Delta t + 2(grad A, grad t) = 0$$

bu ýerde $t=t(x,y,z)$ – yşyga tarap tolkunyny faza üstüniň ýaýrama wagty, $V(x,y,z)$ – giňişlikde tolkunyny ýaýrama tizligi, $A(x,y,z)$ – tolkunyny izoamplituda üstleriniň ýaýrama funksiýasy, Δ – laplasian.

Birinji deňlemeden tolkunyny frontynyň ýerleşişini, ýagny onuň kinematiki ululyklaryny kesgitläp bolýar. Bu – Gamiltonyň deňlemesi, eykonal deňlemesi diýip atlandyrylýar (wagtlaryň meýdanynyň deňlemesi). Ikinji deňlemeden $A(x,y,z)$ tolkunyny güýjenmesiniň ýaýramasyny, ýagny onuň dinamiki ululyklaryny tapyp bolýar.

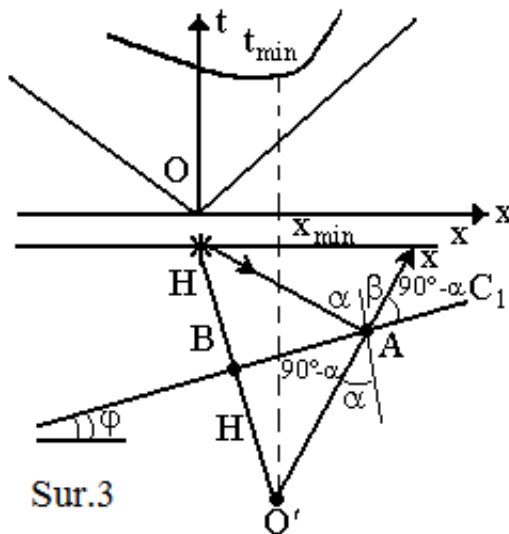


Kese tolkunlary ýönekeý partlama bilen döretmek kyn bolansoň, yrgyldy ojaklaryny toparlandyrmak ulanylýar. Toparlandyrmak 3-5m çuň bolmadyk, 2-3m aralykda skwažinalar gazylyp ortaky hatarda partlama geçirilýär bozulan giňişlik döredilýär. Ol giňişlikde gapdalky hataryň birinde partlama geçirilmeginden daşyna gönükdirlen gorizonta urgy emele gelýär. Beýleki hatardaky partlamanyň ugry onuň garşysyna bolup, gapma-garşy polýarlanan yrgyldy alynýar. Bu usul bilen çuň çäklerden serpinkme we döwülme kese tolkunlary almak bolýar.

Alyşma tolkunlaryň esaslary: aralygyň içinde çäge düşen boý tolkunly alyşma tolkunlary serpinkme we döwülme görnüşlerini döredip biler (Surat 2). Olardan $P_{1,2}S_1$ - döwülme aralykdan çykandaky görnüşi. $P_1S_{2,1}$ – döwülme aralyga

girendäki görnüşi: $P_1S_2P_1$ – döwülme aralyga girende we çykanda iki gezek üýtgän görnüşi.

$P_1S_{2,1}$ we $P_1S_2P_1$ tolkunlaryň döremek şerti, aşaky gatlakdaky tolkunyň tizliginden köp bolmaly, ýöne beýle gatnaşyna az düş gelinýär, şonuň üçin tolkunlaryň $P_1S_{2,1}$ görnüşi gyzyklanma döredýär.



Alyşma tolkunlaryň döwülme görnüşi bilen boý döwülme tolkunlar bir wagtda kabul edilýär. Bu hadysanyň belenilmegi we maglumatlaryny işläp taýýarlanmagy meýdan işlerini ýönekeýleşdirmekde we aralygyň gurluşy baradaky doly we dogry çözgüdini almakda uly kömek edýär. Alyşma tolkunlar usulyny ulanylanda, esasy kynçylyk örtýän galynlykdaky kese tolkunlaryň tizligini kesgitlemekdir, sebäbi

ol seýsmiki çägiň şekilinden we ýerleşiş ýagdaýyndan habar berýär. Regional seýsmiki gözleg işleri çökündi örtükdäki uly gurluş çylşyrymlaşmalary, onuň umumy galyňlygyny we ornaşan esas üstüniň çuňlugyny kesgitlemekde ulanylýar. Gözleg-barlag işleri regional işleri gelejegi uly ýerlerdäki nebit-gaz toplanmagyna amatly gurluş formalaryny tapmakda geçirilýär. Takyklama seýsmiki barlag işleri gözleg işleriň netijesinde tapylan lokal gurluşlary buraw işlerine taýýarlamak üçin geçirilýär.

Regional işlerde tolkunlaryň serpikme we döwürleme usullary ulanylýar. Gözleg we takyklama işlerinde adatça tolkunlaryň serpikme usuly ulanylýar.

Tolkunlaryň serpikme usuly geologiki meseleleri çözmekde seýsmiki barlag işleriniň içinde ginişleýin ulanylýan usuldyr. Serpikme tolkunlaryň bölüji çäginde “ α ” gaçma burçy, “ β ” serpikme burçyna deňdir (Surat 3.). Iki gatlagyň arasynda serpikme çägi bolmak üçin; ol gatlaklaryň dyklylygy we olardaky tolkun geçiş tizligiň tapawudly bolmaklyk ($\sigma_1 V_1 \neq \sigma_2 V_2$) şerti ýerine ýetirilmelidir. Eger V_1 tizlikli gatlak bilen aşagynda φ burç bilen ýatan V_2 tizlikli gatlagyň arasynda tekiz serpikme çägi bolsa, tolkunyň geliş wagty örtiji gatlakdaky “ V_1 ” tizlige, bölüji çägiň “ H ” çuňlugyna we çägiň gyşarma “ φ ” burçyna baglydyr, ýagny,

$$t = \frac{1}{V} \sqrt{(x - x_{\min})^3 + (x_m 0')^2} = \frac{1}{V_1} \sqrt{(x - 2H \sin \varphi)^2 + (2H \cos \varphi)^2} = \\ = \frac{1}{V_1} \sqrt{x^2 + 4H^2 - 4Hx \sin \varphi} \quad (9),$$

bu deňlik, serpikme tolkunlaryň setirleýin godografynyň deňligidir (giperbola).

Godografyň minimumy gatlagyň galýan tarapy boýunça t oňa görä x ugurda $2H \sin \varphi$ ululykda süýşýändir. Haçanda $x=2H \sin \varphi$ bolanda $V_{hyýaly}^* = \infty$ bilýar, eger $x \rightarrow \infty$ ymtylanda $V^* = V'$.

Gözgeçilik nokady has daşlaşanda ($x > 4H$) serpikme we göni tolkunlaryň godograflary gabat gelýär.

Serpikme tolkunynyň hyýaly tizligi:

$$V^* = \frac{1}{V^1} \cdot \frac{2x - 4H \sin \varphi}{2\sqrt{x^2 + 4H^2 - 4Hx \sin \varphi}} \quad (10)$$

deňlik bilen hasaplanýar.

1.4. Kirhgofyň integraly. Freneliň zonasy.

Güýgens Freneliň we Fermanyň prinsipleri.

Superpozisiýa prinsipinden gelip çykyşy ýaly köp sanly $O_m (m=1, 2, \dots, M)$ elementar seýsmiki çezşmeleriň bir wagtda hereket etmeginde ýeterlik derejede uly daşlaşmalarda bir

jynsly gurşawda maýyşgak süýşmeleriň meýdany aýratyn çesmeler bilen döredilen we V tizlik bilen ýaýraýan:

$$\bar{u}(\tau_m, t) = \sum_{m=1}^M \frac{\bar{u}_{om}}{\tau_m} fm\left(t - \frac{\tau_m}{v}\right) \quad (11)$$

yrgyldylaryň wektor jemlenmesi bolup durýar. Aňlatmada τ_m – syn nokadyndan O_m çesmä çenli aralyk.

Maýyşgak tolkunlaryň ýaýramasynyň nazaryýetiniň fundamental esasy hökmünde Kirhgofyň integraly hyzmat edýär.

Kirhgofyň integraly seýsmiki meýdanyň defraksion tebigatyny aňladýar: C nokadyndan syn edilýän süýşmä Q üstünde hemme elementar çesmelerden gelýän köp sanly yrgyldylaryň superpozisiýasy bolup durýar. Nokatda netijeli süýşme şol üstde diňe bir süýşmeleriň özüniň ýaýramy däl-de, üste wagt we normal boýunça olaryň önümleriniň süýşmelerine baglydyr. C nokadyndan gelýän yrgyldylaryň üstüne goýulmasy bir ýa-da garşylykly fazada bolup geçip, laýyklykda biri-birini güýçlendirýärler ýa-da gowşadýarlar.

Goý wagtyň käbir pursatynda λ uzynlykly tekiz monohromatik tolkunyň faza üsti Q tükeniksiz tekizlik bilen gabat gelýär. Q tekizlikde h aralykda ýerleşen C nokadynyň meýdanyny tapmak talap edilýär. N nokatda merkezi bolan konsentrik tegelekler boýunça Q tekizligi kesip geçjek $h+\lambda/2$, $h+\lambda$, $h+3\lambda/2$, ..., $h+m\lambda/2$ sferalary geçireliň. Goňşy

tegelekleriň her bir jübüti tekizlikde Frenel zonasy diýip atlandyrylýan ýüzügi bölýärler. N nokady öz içine alýan tegelegi birinji zona diýip atlandyrýarlar, onuň bilen goňşy ýüzügi bolsa ikinji zona diýip atlandyrýarlar we ş.m. Zonalary bölmegiň kabul edilen düzgüni, goňşy zonalar bilen döredilen C nokadynda garşylykly faza eýedir we biri-birini doldurýarlar. Onuň netijesinde C nokadynda syn edilýän tolkun meýdanyny birinji zonanyň içki ýaýramasynda ýerleşen elementar çeşmeleriň täsiriniň netijesi hökmünde seredip bolar. $\lambda \ll h$ şerti ýerine ýetirgende Freneliň zonasynyň m-ň radiusy $\tau_m = \sqrt{m\lambda h}$ Tekiz tolkun üçin Freneliň birinji zonasynyň (m=1) meýdanynyň ýarysyny τ_{eff}^{tekiz} radiusly tegelegiň şekilinde effektiw oblast tutýar:

$$\tau_{eff}^{tekiz} = \sqrt{\frac{1}{2} \lambda h} \quad (12)$$

Bu deňlemäniň manysy şeýle: syn nokadyna ýetýän maýyşgak yrgyldylar τ_{eff}^{tekiz} tegelegiň çäginde tekiziligiň derejesinde ozal bolan tolkun meýdanynyň oblasty bilen kesgitlenýär.

Şonuň ýaly meseläni C syn nokadyndan 2h aralykda ýerleşýän 0 çeşmeden ýaýraýan sferiki monohromatiki tolkun ýagdaýynda şol usul bilen çözüp bolýar. Bu nokat üçin sferiki

tolkunynyň frontunyň üstünde effektiw oblastynyň radiusy, onuň çeşmeden D aralyga daşlaşanda, şeýledir:

$$\tau_{eff}^{tekiz} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{a(2h \cdot d)}{h}} \quad (13)$$

Görnüş i ýaly O we C nokatlarynyň golaýynda effektiw tizlik kert peselýär ($\tau_{eff}^{sf} \rightarrow 0$), maksimal ölçege bolsa ol tolkunynyň geçen wagtynyň ýarysynda ýetýär. ($d = h$), haçanda: $\left(\tau_{eff}^{sf} = \frac{1}{2} \sqrt{\lambda h} \right)$

Şundan çykyşy ýaly, sferiki tolkunynyň ýaýramagy üçin täsirli bolan çeşme we syn nokatlarynyň arasynda bir jynsly oblasty ýşygyň soňundan onuň ortasyna çenli ösüp gidýän üýtgeýän radiusy bolan ýşygyň daşynda aýlanýan figurany göz öňüne getirýär. Seredilip geçilýän tolkun meýdanynyň emele gelmesiniň effektiw oblastyna, adatça sada Freneliň zonasy diýip atlandyrylýar, ýöne ol birinji Freneliň zonasynyň meýdanynyň ýarysy barada gürrüň gidýändigini takykламаýarlar.

Asimptotiki – yrgyldylaryň ýgylyklarynyň tükeniksiz ösüp gitmeginde – Freneliň zonasynyň effektiw oblastynyň radiusy bilen bilelikde tolkunynyň uzynlygy nula okgunýar. Onda, maýyşgak yrgyldylar çeşmeden syn nokadyna çenli göni çyzyk, ýagny tolkunynyň ýşygy boýunça ýaýraýarlar. Alnan

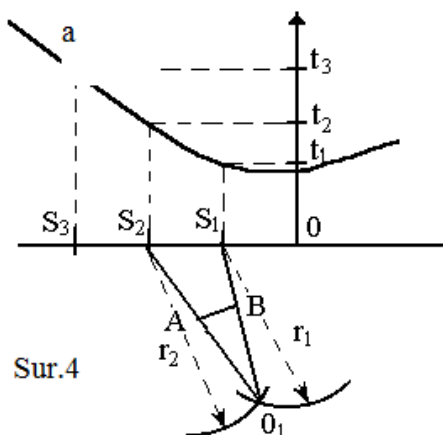
bahalar lokallyk özboluşlygyny häsiýetlendirýärler, ol gurşawyň käbir nokadynda syn edilýän maýyşgak yrgyldylar, çäklendirilen oblastynda tolkun meýdany bilen kesgitlenilýär – şol nokatdan geçýän yşygyň töwereklerinde kesgitlenilýär.

Kirhgofyň integraly Güýgens-Freneliň difraksion prinsipiniň analitiki aňlatmasy bolup durýar: seýsmiki tolkunyň ýeten gurşawyň nokatlary gurşap alýan giňişlige yşyklandyrylýan ikilenç tolkunlaryň elementar çeşmeleri bolýarlar. Bu prosesiniň üznüksiz ösmegini maýyşgak energiýanyň ýaýrama mehanizimi hökmünde seredip geçýärler. Güýgens tarapyndan ýagdaýyň kinematiki tarapy öwrenildi, Frenel bolsa ony tolkun prosesiniň dinamikasynyň bahalary bilen doldurdy. Güýgens prinsipini wagtyň dürli pursatynda tolkunly frontyny ýerleşişini kesgitlemek üçin ulanýarlar.

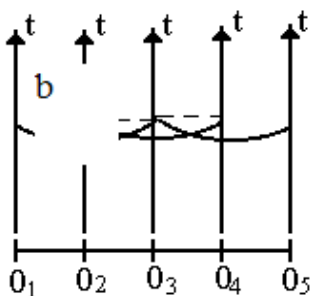
Ferma prinsipi onuň ýönekeý görnüşinde şeýledir: yşygyň ugurynda tolkunly geçen wagty islendik beýleki ugur boýunça tolkunly geçen wagty bilen deňeşdireniňde iň pesi bolup, yşyklaryň şekilleri bolup durýar, sebäbi tolkun meýdanynyň bu elementleri biri-birine ortogonaldyr. Yşyklary, gurşawda maýyşgak tolkunlaryň energiýasynyň ýaýraýan ugury hökmünde seredip bolar.

1.5. Seýsmiki tolkunlaryň serpikmesi, döwülmesi we difraksiýasy; Ýiti burçly we tekiz araçäklerde seýsmiki tolkunlaryň geçişi we serpikmesi; Döwülme tolkunlaryň döreýşi.

Serpikme meýdançasynyň tapylşy. Serpikme tolkuny S_1 we S_2 nokatlara ýetmek üçin $r_1 = \overline{V}t_1$ we $r_2 = \overline{V}t_2$ ýol geçse, r_1 we r_2 ululyklaryň san bahasyny laýyklykda S_1 we S_2 nokatlarda aýlaw geçirip, kesişme O_1 nokady alarys, soňra S_1 we S_2 nokatlarda O_1 nokada birleşme göni çyzygyny geçirmeli (Surat 4a). Ol göni çyzyklaryň ortasyndan, olara perpendikulýar çyzyk geçirip, AB serpikme meýdançasyny kesgitläp biler.



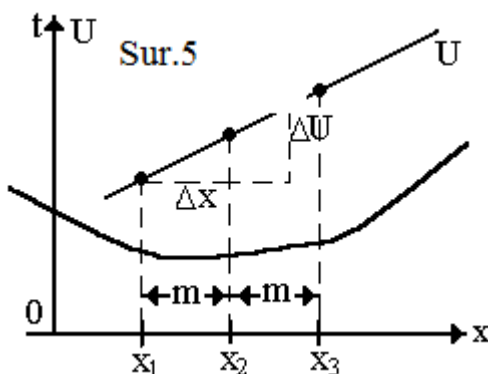
Meýdan işlerinde serpikme çägi ynamly yzarlamak üçin gözegçiligi profiler boýunça ýa-da zondirmek kömegi bilen geçirilýär. Profillemegiň görnüşleri: üznüksiz profillenme, onda O_3 ojakda partlama geçirilende, gözegçilik O_2O_3 we O_3O_4 aralyklarda geçirilýär. Ondan başgada aralyk geçirip profillemek usulda partlama ojagyň golaýyndaky ýüzleý tolkunlaryň päsgelinden dynmak üçin, geçirilýär, onda O_3 ojakdaky partlamanyň gözegçiligini O_1O_2 we O_4O_5 aralyklar kabul edilýär (Surat 4b).



Goşalaýyn üznüksiz profillemek geologiki şerti çylşyrymly raýonda geçirilýär, ýagny O_3 ojakdaky partlama gözegçilik O_1O_3 we O_3O_5 aralyklarda geçirilýär.

Aýratyn profilde ýa-da çäkli meýdançada serpikme çägi gurnamagy seýsmiki zondirmek üpjün edýär. Gözegçilik bir ýa-da bir-birine perpendikulýar iki profilde geçirilýär. Gözegçilik nokatlary 2-3-den köp bolmaýar we onuň aralygy çägiň chuňlugyna laýyk bolmalydyr.

Serpikme tolkunlary gözegçilik nokady daşlaşanda ýüze çykmaýarlar, sebäbi olar göni tolkunlaryň yzysüre gelýärler. Şeýle-de golaý gözegçilik nokadynda döwürme tolkunlaryň bolmazlygy, serpikme tolkunlary ýüze çykarmakda we korellirlemekde ýeňillik berýär. Ýene-de bu tolkunlaryň ýokary ýygyllykly bolmagy, göni we ýüzleý tolkunlardan, hem-de käbir ýagdaýda pes ýygyllykly döwürme tolkunlardan saýlanmagyna ýardam edýär. Bu usulda seýsmiki yrgyldylary kabul edijileriň arasygy 10-30m töwereginde bolýarlar.



Bu usul boýunça iki çägiň ýatyş çuňlugyny (H), ýapgytlyk çuňlugyny (φ) we örtýän gatlakdaky tolkun ýaýramagynyň effektiw (netijeli) tizligini (V_{ef}) anyklamak bolýar. Ilkinji bolup örtýän gatlakdaky V_{ef} -i kesgitlenýär. Ol serpikme tolkunlaryň godografyndan alynýar ýa-da guýulardaky wertikal seýsmiki profilirlemeden alnan ortaça tizlikdir, sebäbi belli gatlagyň $V_{ef} \approx V_{orta}$ deňelýär. Bu deňelmäni ulanylyp, dürli analitiki we

grafiki usullar bilen aralyklar serhediniň çuňlugy “H” we ýapgytlyk burçy “φ” kesgitlenýär. Bir godograf boýunça hemişelik täri bilen V_{ef} kesitlenişi (Surat 5). Godografdaky deň bolan “m” aralykly nokatlarda:

$$\begin{aligned} V_1^1 t_1^2 &= x^2 + 4H^2 - 4Hx \sin \varphi \\ V_1^2 t_2^2 &= (x + m)^2 + 4H^2 - 4H(x + m) \sin \varphi \end{aligned} \quad (14)$$

Bu deňlikleriň tapawudy $U = t_2^2 - t_1^2$ bolýar, ondan

$V_{ef}^2 U = 2xm + m^2 - 4H \sin \varphi$ alarys, soňra koordinat düzgüni boýunça V_{ef} -ligi gönüdaki burç koeffisiýenti görnüşinde garap

$du = \frac{2m}{V_{ef}^2} dx$ tapmak bolar, göni üçin $\frac{du}{dx} = \frac{\Delta U}{\Delta x}$ bolmagy,

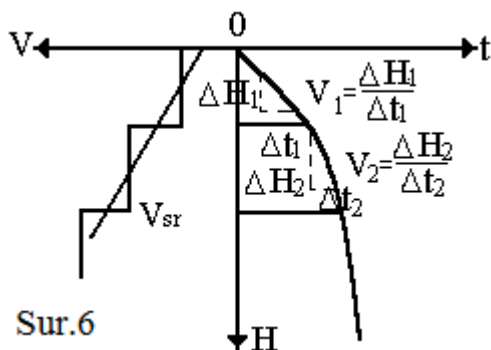
$$\text{deňligi } V_{ef} = \sqrt{2m \frac{\Delta x}{\Delta U}} \quad (15) \quad \text{görnüşe getirer.}$$

Bu usulda başga garşylyklaýyn godografdan alnyş usuly hem bardyr.

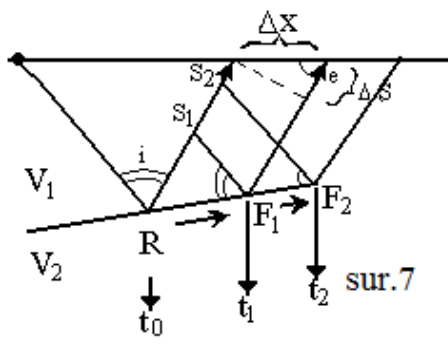
Ertikal seýsmiki profilirlemäniň maglumaty boýunça orta tizligi kesgitlemekde seýsmiki kabul edijileri guýunyň dürli çuňlugynda ýerleşdirilip göni tolkunlaryň ilkinji ýüze çykmasyndan gurlan godograflar boýunça gatlak tizligi

$V_{pl} = \Delta H / \Delta t$, ortalaşdyrılan godograf boýunça, hemme ýatan

gatlaklaryň $v_{orta} = \frac{H}{t}$ hasaplanýar (Surat 6).



Serpikme serhetli araçägi gurmakda, ýagny onuň çuňlugyny we ýapgytlyk burçyny hasaplamak üçin serpikme tolkunlaryň godografy we örtüji gatlagyň V_{ef} bilmek hökman bolýar.



– täri. Onda $t_0 = \frac{2H}{V_{orta}}$; t_0 – partlama nokatdaky wagt, ony

godograf boýunça kesgitlenýär. Ýatyş çyňluk $H = \frac{t_0 V_{orta}}{2}$, onda

$x=0$ wagta deňdir. Birnäçe gözegçilik nokadynyň godograflary boýunça tapylan çuňluk “H”-yň bahasyny radius görnüşinde ulanylyp belli ugur boýunça serpikme çägiň häsiýetini anyklap

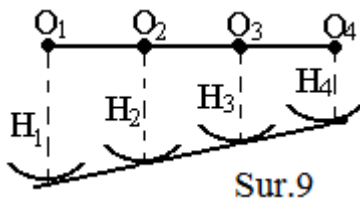
bolanda, düşme burçy $\alpha=i$ (i – kritiki burç) golaýlanda, serhet ugrunda döwürme tolkunlary typyp başlaýar. Bu ýagdaý üçin $V_2>V_1$ şerti ýerine ýetirilmelidir (Surat 7). Onda $\sin i = \frac{V_1}{V_2} \leq 1$ geçýän döwürme tolkunlaryň bölüji çäginde

Sur.8

t_1 wagtda $\Delta S_1 F_1 R$ -da, t_2 wagtda $\Delta S_2 F_2 R$ -de tolgunmalar bolup geçýär, ýagny bir tarapy serpihme, beýleki tarapy döwürme kritiki burçlar arasynda ýerleşendir. S – gözegçilik nokadynda serpihme we başky döwürme tolkunlary birbada gelýärler, ondan aňarda serpihme tolkunlaryň tizligi pes bolmagy, baş döwürme tolkunlarda yza galmagyna getirýär. Baş döwürme tolkunlaryň fronty, şeýle hyýaly tizlik bilen $V_k = \Delta x / \Delta t$ gözegçilik ugry boýunça süýşürilýär. Hakykatdan $\Delta S = V_2 \Delta t = \Delta x \cos e$ (e – çykyş burçy), onda

$$V_k = \frac{V_1}{\sin(i \mp \varphi)} \quad (16)$$

ýagny, şu giňişlikde $V_k = \text{const}$ bolar.



Bölüji döwürme tolkunlaryň ýer ýüzüne çykýan araçäkde döwürme tolkunlary bolmaýar.

Gözegçilik profilinde döwürme tolkunlaryň ilkinji gelýän nokady $S(x_{\text{HTH}})$ -dir. Onda çykyş e – burçy we hyýaly V_k tizlik hemişelikdir, ýagny döwürme tolkunlaryň ugurlaýyn godografik x okuna eňňitligi hemişelikdir. Döwürme tolkunlar godografynyň gutarnykly deňligi:

$$t = \frac{1}{V_1} \{x \sin(i \pm \varphi) + 2H \cos i\}$$

haçanda φ bolanda $t = \frac{1}{V_1} \{x \sin i + 2H \cos i\}$ bolýar. Bu

umumy aňlatmadan $t_0 = \frac{2H \cos i}{V_1}$ alyp bolar, onda

$$t = t_0 + \frac{x \sin(i \mp \varphi)}{V_1} = t_0 + \frac{x}{V_k} \cdot \quad \varphi > i \text{ bolanda } V_k < 0 \text{ we}$$

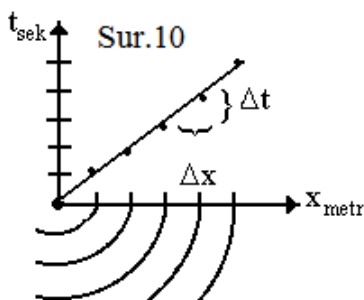
$t_k < 0$, onda döwülme tolkunlar ýer ýüzüne çykyp bilmezler, diýmek, ýangylyk burça φ , 45° -dan pes bolmagy gerekdir. Bu usulyň (KMPW we MPW) maglumatlaryny ygtybarly çözmek üçin, iň bolmanda iki partlama nokadyndan alnan godografyň bolmagy gerekdir. Şondan garşylykly gabat gelýän ýa-da yzyndan ýetirilen godograflaryň kömegi bilen ýokarky gatlagyň orta tizligini we aşaky gatlakdaky serhet tizligi (V_T), döwülme çägiň çuňlugyny (H) we ýapgytlyk burçyny (φ) dürli usullar bilen kesgitlemek bolýar.

1.6. Maýyşgak tolkunlaryň yrgyldylarynyň deňlemeleri:

Sferiki görnüşli we tekiz tolkunlar.

Boý we kese tolkunlar maýyşgak aralygyň bütin göwrümi boýunça ýaýraýar, diýmek olar göwrüm tolkunlarydyr (Surat 1). I – zolakdaky dag jynslary ojagyň

golaýynda bolansoň doly derejede dargaýarlar, II – zolakda güýjenme ýeterlik bolansoň, jynslar öz gurluşlaryny bozýarlar (dykyzlanýarlar), III – zolakda güýjenme we deformasiýa ujysyz bolup, maýýşgaklyk deformasiýa bolup geçýär. Tolkunlar wagt geçmegi bilen soňraky sebitlere ýaýbaňlanýarlar. Öjükdirilen sebit bilen rahat ýatan sebitiň arasyndaky üste seýsmiki tolkunynyň fronty diýilýär. Ol tolkun geriminiň wagt pursadyna gabat gelýän üste izohronlar diýilýär. Oňa perpendikulýar bolan tolkun ýaýraýyş ugrynyň çyzygyna şöhleler diýilýär. Şöhleler bir meňzeş aralykda göni çyzykly, tizlik üýtgeýäp aralykda ägriçyzyklydyrlar. Gyúýgens-Frenkeliň esasy düşünjesi boýunça tolkun geriminiň her bir nokada yrgyldynyň özbaşdak elementar ojagydyr. Fermanyň esasy pikirine görä şöhläniň ugrundaky iki nokat aralykdaky tolkunynyň geçiş wagty beýleki islendik ýoldan azdyr. Tolkunlar goşulma (superpozisiýa) pikiri – bir aralykda iki we ondan-da köp tolkunlar başgalary ýok ýaly özbaşdak hereket edýändir.



Ýer üsti geçirilýän seýsmiki barlaglar göni çyzykly profiller boýunça geçirilýändir. Profil nokatlaryna tolkunlaryň geliş wagty kesgitlenip, geçen aralygyna baglylyk şekili gurulýar, ýagny godograflar gurulýar (Surat 10).

$$V = \frac{\Delta x}{\Delta t} \frac{m}{sek} \quad (17).$$

Godograflaryň eňňitliginiň burçy tolkunlaryň aralykdaky ýaýraýyş tizligi bilen häsiýetlendirilýär. Şeýle şekil partlama nokadyň üstünden geçýän islendik azimuta mahsusdyr. Eger-de profil partlama nokadynyň üstünden geçmese, onda godograf egri (giperbola) görnüşe eýe bolýar. Profiliň ugry boýunça tolkun frontynyň ýaýraýyş tizligi hyýaly tizlik bolup, birinji ýagdaýda hyýaly tizlik V^* hakyky tizlige V deň bolsa, ikinji ýagdaýda $V^* > V$ bolýar.

Bu arabaglanşygyň umumy görnüşi $V^* = \frac{V}{\cos e}$; e – tolkunynyň çykma ugry.

Seýsmiki tolkunlaryň esasy görnüşleri.

Serpikme tolkunlaryň döremegi üçin dürli tolkun garşylykly gatlaklar çägi (akustiki bökme) bolmalydyr ýagny,

$$\sigma_1 V_1 \neq \sigma_2 V_2 \text{ ýa-da } \alpha = \gamma. \quad \text{Döwülme şerti} \quad \frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{V_1 \sigma_1}{V_2 \sigma_2}$$

haçanda $\alpha = i$ deň bolanda doly içine serpilme bolýar, ýagny $\beta = 90^\circ$ bolar. Şu ýagdaýda fiziki tapawudly serhet boýunça typýan döwülme tolkuný döreýär. Olar baş tokun. Döwülme

tolkunlaryň döremek şerti $V_2 > V_1$. Eger-de maýyşgak tolkunlaryň ýaýraýyş tizligi maýyşgak gatlakda yzygiderli artýan bolsa, ýagny $V_2 \neq \text{const}$, onda kritiki burç üýtgemeli bolýar. Şeýle bolanda, kiçi burç bilen düşýän şöhle ikinji gatlagga çuňňur aralaşýar. Olar refragirlenen tolkunlardyr. Käbir fiziki-geologik şertde bölme serhetde tolkunlar öz fiziki tebigatyny üýtgedip bilerler, ýagny boý düşme tolkundan kese döwürleme tolkunyny ýa-da serpilme tolkunyny döredip biler. Olara çalyşma tolkunlary diýilýär. Göwrüm tolkunlardan başga ýüzleý tolkunlary bardyr. Olar gurşaw-howa çäginin ujypsyz böleginde döreýärler we traýektorýasy boýunça ellips görnüşe eýedirler. Haçan-da kese we dik oklaryndaky gatnaşygy 0,7 golaý bolanda, oňa Releyiň tolkunyny diýilýär. Ol çuňluga aralaşdygyna çalt ýitýärler. $V_R \approx 0,9V_s$; V_s – aşaky gatlakdaky tizlik. Bu tolkunynyň intensiwligi uly bolan soň, beýleki peýdaly sernilme tolkunlary bellemekde päsgelçilik berýärler. Ýene-de bir tolkun, ýagny ýarym giňişlikdäki ýuka gatlagyň ýokarky we aşaky serhetlerinde birnäçe gezek gaýtarylan kese tolkunlaryň garyşmagynda dörän çylşyrymly yrgyldylara Lýawanyň tolkunyny diýilýär ($V_{0s} \ll V_{1s}$). Onuň tizligi öz ýygylýgyna baglydyr, ýagny uly ýygylýkly $0,9V_{0s}$ -den kiçi ýygylýklarda $0,9V_{1s}$ üýtgeýärler.

1.7. Maýyşgak boý we kese tolkunlaryň kesgitlemeleri.

Maýyşgak gurşawda daşky güýçleriň döredilmegi bilen garaşsyz iki görnüşli talgunmalar ýaýraýarlar: göwrümiň üýtgame deformasiýasyny göz önüne getirýän tolgunmalar şu aşakdaky tizlik aňlatmasy bilen ýaýraýarlar:

$$V_P = \sqrt{(\lambda + 2\mu)/\theta} \quad (18)$$

bu ýerde: λ , μ - *Lame* maýyşgak koeffisientleri, olar konstantadyr.

θ – gurşawyň dykzlygy, we bu tolgunma ugurdaş tolkun diýilýär (ýa-da gysma tolkun). Diňe aýlawlary göz önüne getirýän tolgunmalar şu aşakdaky tizlik aňlatmasy bilen ýaýraýarlar:

$$V_S = \sqrt{\mu/\theta} \quad (19)$$

we bu tolgunma kese tolknu diýip atlandyýarlar. Ugurdaş tolkuny gysgaça “p” latyn harpy bilen aňladýarlar, kese tolkuny bolsa “S” latyn harpy bilen aňladýarlar. Bu belgilenmeler seýsmologiýadan alyndy, munuň sebäbi ugurdaş tolkunlar kese tolkunlardan ir bellenýärler (“prima-birinji we secunda-ikinji). Ugurdaş we kese tolkunlary maýyşgak gurşawyň bütün göwrümi boýunça ýaýraýarlar, şonuň üçin olara göwrümli tolkunlar diýilýär. Göwrümli we kese tolkunlarda süýşme özboluşlyklary dürlidir. Ugurdaş

tolkunlarda süýşme tolkunynyň ýaýrama ugruna tarap bolup geçýär, ýagny süýşme wektory tolkunynyň ýaýrama tekizliginde ýatýar. Kese tolkunda süýşmeler tolkunynyň ýaýrama ugruna perpendikulýar bolýar. Eger-de kese tolkunda ýaýrama wagty süýşme wektory öz ugruny ýitirmeýän bolsa, onda oňa tekiz ýa-da çyzykly polýarlaşan tolkun diýilýär. Kese tolkunda süýşme komponentlerini edebiýada laýyklykda SH bilen aňladylýar (gorizontal polýarlaşan). Kese tolkunlaryň has çylşyrymly polýarlaşan ýagdaýlary hem bolup biler, süýşme wektoryň ahyry çylşyrymly görnüşleri emele getirip başlanda (meselem, ellips polýarlaşma ellips görnüşinde bolanda). Ugurdaş (V_P) we kese (V_S) tolkunlaryň gatnaşygy şeýle görnüşde bolýar: $V_P/V_S = \sqrt{2 + \lambda/\mu}$. (20)

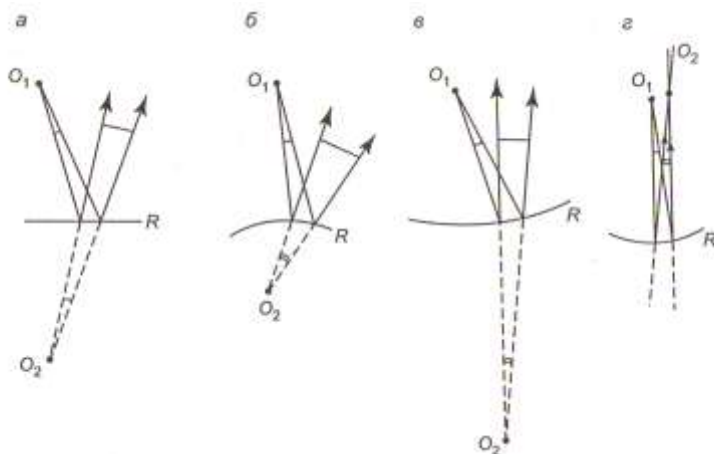
λ we μ – položitel ululyklar, diýmek ugurdaş tolkun kese tolkundan çalt ýaýraýar. Eger-de $\mu=0$ bolsa (meselem, sepbeşik däl suwuklyklarda) onda $V_S=0$ bolýar we munuň manysy, şonuň ýaly gurşawlarda kese tolkunlar döremeýär.

1.8. Egriçyzykly we бүдүр-сүдүр чäkler. Difraksiýa.

Чäkler tekiz bolmadyk ýagdaýynda ikilenç tolkunlaryň güýjenmesiniň ýaýramasyna seredip geçeliň. R güberçek çakden (*Surat 11b*) serpikme bolup geçende tolkunynyň ýaýrama tapawudy tekiz чäk ýagdaýyndaky tapawut bilen (*Surat 11a*)

deňeşdirilende ulalýar. Tersine, içine epilen çäkde tapawudyň peselmegi syn edilýär (*Surat 11w*).

Geçiş tolkunlar üçin gatnaşyk tersine bolar. Ýşyk getirmelerine daýanýan maýyşgak tolkunlaryň dinamikasynyň hasaplama usulyýeti, gyşarma radiusy tolkunynyň uzynlygyndan hes uly bolan şertli, gyşyk çyzykly çäk setirinde hem ulanyp bolar. İçine epilme çäkde serpigen tolkunlaryň yşyklary parallel ýa-da goşulyşýan bolup bilerler (*Surat 11z*).

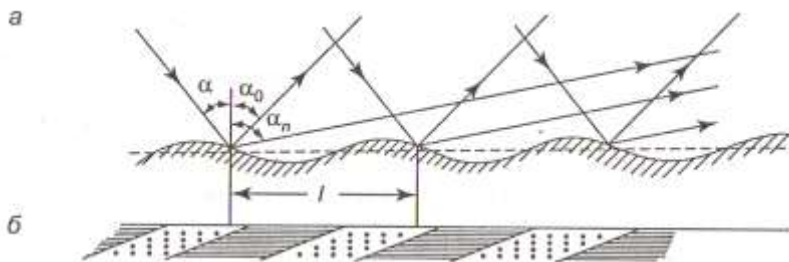


Surat 11. Dürli serpihme çäklerde ýaramanyň effektiv radiusynyň üýtgemegi

Bu diýmek tapawut ýa-ha ýok, ýa-da otrisateldir. Soňky ýagdaýda tolkunynyň hereketiniň dowamynda yşyk trubkasynyň kese kesigi gysgalýar we energiýanyň akymynyň dyklyzlygy, ýagny tolkunynyň güýjenmesi artýar. Soňra goňşy yşyklaryň

kesişmesi bolup geçýär we gurşawyň laýyk nokatlarynda, ýşyk usuly bilen hasaplap bolmaýan çylşyrymly interferension yrgyldy emele gelýärler. Goňşy yşyklaryň kesişme nokatlarynyň geometriki ýerleşmesi kaustika diýip atlandyrylýar. Ol adatça käbir üsti göz önüne getirýär. Käwagtlar, serpikdiriji üstüň şekiline we gaçýan tolkunynyň frontynyň häsiýetine baglylykda kaustiki fokuslanma setirine ýa-da fokuslanma nokadyna öwrülip bilner.

Seýsmiki çägiň gyşarma radiusynyň peselmegi bilen ikilenç tolkunlaryň häsiýetleriniň täsirli üýtgemesi bolup geçýär. Periodiki serpikdiriji çägiň ýagdaýy has doly öwrenildi, periodlaryň l uzynlygy tolkunynyň uzynlygyna takmynan deňdir. Şunuň ýaly çägi бүдүр-сүдүр diýip atlandyrylýar. Çäkleriň dürli böleklerinde difragirlenen yrgyldylaryň çylşyrymly interferensiyasynyň netijesinde, zerkal-serpigen tolkunundan başga, Snellius kanunyna tabyn bolýan zerkal däl-serpigen tolkunlar ýüze çykýar.



Surat 12. Бүдүр – сүдүр çäkden garmoniki tolkunynyň serpikmesi

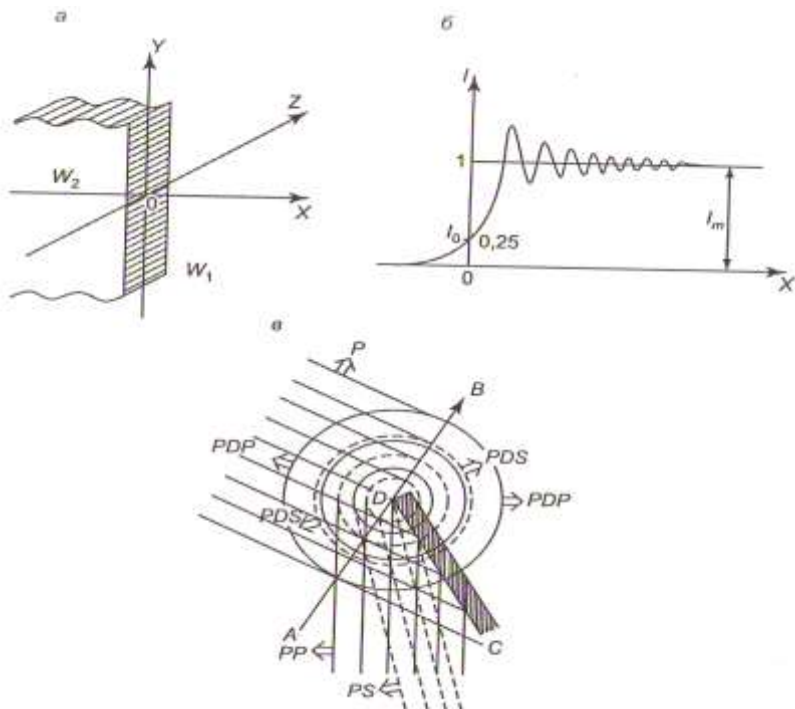
L-ň üstünden λ uzynlygy tekiz gormoniki tolkunynyň burçyny, L_n üstünden bolsa monotip tolkun üçin serpikme burçuny belgilesek, onda şu aşakdaky gatnaşyk emele geler:

$$\sin L_n = \sin L \pm n \frac{\lambda}{l}, n = 1, 2, 3, \dots, (21)$$

n bütün sanlaryň bahalaryna ($n=0$ başga) dürli düzgünli däl-serpigen tolkunlar laýyk gelýär, olaryň güýjenmesi adatça uly däldir. Būdūr-sūdūr serpikdiriji çäkde zyýanly tolkunlaryň emele gelmegi difraksion gözeneklerde difragirlenen ýagty tolkunlaryň emele gelmegi bilen meňzeşdir. Şunuň ýaly effekt çäkde köp sanly difraksiýa nokatlarynyň bolmagynda mümkindir. Bu nokatlar çägiň uly egrisi bilen şertlendirilip bilner (*Surat 12*). Soňky ýagdaýynda geometriki būdūr-sūdūr çäkden tapawutlylykda fiziki būdūr-sūdūr çäk barada gürrüň gidýär.

Haçan-da tolkun öz ýolunda onuň uzynlygy bilen deňeşdireniňde kiçi gowy maýyşgak özboluşlykly oblasty duşan ýagdaýy aýratyn gyzyklanma döredýär. Bu oblastynda difragirlenen diýip atlandyrylýan tolkun döreýär. Onuň kinematiki we dinamiki aýratynlyklary difraksiýa döredýän anomal oblastynyň şekiline we ölçegine, tolkunynyň maýyşgak özboluşlyklarynyň we görnüşiniň tapawutlanma derejesine we häsiýetine baglydyr. Laýyk dinamiki meseleleri çäzmek çylşyrymlylygy sebäpli difragirlenen tolkunlaryň köp

özboluşlylygy doly öwrenilmedikdir. Difraksiýanyň aýratynlyklary barada käbir düşüňjeleri şu aşakdaky mysaldan alyp bolar.



Surat 13. Böwetlerden difraksiýa.

Goý, W , bir jynsly gurşawa ýarymtekizlik şekile eýe we $x=0$ y koordinatalar tekizliginde y oky gyrasy bilen gabat gelyän W_2 ekran ýerleşdirilipdir diýip aýdalyň. Ekrana $z<0$ uguryndan ýşyklary ekrana perpendikulýar tekiz garmoniki tolkun gaçýar (Surat 13a).

Bu ýagdaýda geometriki seýsmikanyň kanuny ulanmaklyk şeýle netijäni berýär: ekran yzynda $z = 0$ y tekizligi giňişligi iki oblasta bölýär. Onuň birinjisinde ($x < 0$) tolkun syn edilmeýär, sebäbi ol ýerde geometriki kölege zonasy ýüze çykýar, ikinjisinde ekran ýok ýaly güýjenmesi bolan tolkun syn edilýär ($x > 0$). Hakykatda bolsa difraksiýa bolup geçme netijesinde ekranyň yzynda tolkunyň güýjenmesiniň ýaýramagy düýbünden başaga bolar. Freneliň usulyny ulanyp x koordinatdan I yrgyldynyň güýjenmesini alyp bolar (*Surat 136*). Görnüşi ýaly kölege zonasyna geçmeklik ýuwaşdan bolup geçýär we onuň çäginde ($x=0$) I_0 güýjenmesi ýagtylandyrylan oblastyň I_m derejesiniň bir çärýegini düzýär. Kölegäniň zonasynyň çäginde güýjenmäniň güýçli yrgyldylary syn edilýär, olar ondan daşlaşdygyça gowşaýarlar. $I(x)$ egriniň häsiýeti z koordinata baglydyr, ýagny onuň ekrandan daşlaşmagyna baglydyr.

Geçiş zonanyň giňligi z ösmeginiň dowamynda ulalýar. Şeýlelik bilen geometriki seýsmikanyň gurulmalary we hakykat bilen aralykda duýarly tapawut ýüze çukýar. Ony, tolkun meýdany doldurýan, geometriki seýsmikanyň golaýlatmasynda kesgitlenen aýratyn difragirlenen tolkunyň emele gelmeginiň netijesi hökmünde düşündirip bolar. Difraksiýanyň emele gelmegi ikilenç tolkunlaryň kert çäklenen tolkun üstleriniň bolmazlygyna getirýär we olaryň ugurynda

yrgyldylaryň güýjenmesi ýüzgün üýtgeýär. Hakyky şertlerde difraksiýada tolkun şertleri has çylşyrymlydyr. Muňa, geologiki gurşawlarda ekranlaryň hemişe ýarymaçykdygy we ahyrky galyňlyga eýedigini ýardam edýär.

Umumy çäklerde difragirlenen tolkunlar şu aşakdaky özboluşlyklara eýedir:

- difragirlenen tolkunlaryň uly güýjenmeleri onuň frontynyň ilkinji) göni, serpigen, geçiş we beýleki) tolkunynyň galtaşýan, iki yrgyldynyň bilelikde we bölügisiz, oblastynda syn edilýär;
- şol oblastyndan daşlaşmagynda difragirlenen tolkunynyň ugury boýunça onuň güýjenmesi uly tapawudyň netijesinde çalt sönüp gidýär;
- difragirlenen tolkunynyň görünýän ýygylýgy ilkinji tolkunynka görä käbir kiçidir, sebäbi olaryň spektri $1/\sqrt{w}$ köpeldiji bilen baglydyr.

Difragirlenen tolkunlaryň kinematiki aýratynlyklaryny Surat 13w boýunça seredip geçeliň. Goý, gurşawa AB ugrukdyrylan P tekiz boý tolkunyny gaçýan CD ekranyny ýerleşdirilen. Haçan-da onuň fronty böwediň D gyra nokadyna ýetýär, onda noý gurşap kiçi alýan kiçi oblast difraksiýanyň merkezi bolýar, onda difragirlenen tolkunlar ýüze çykýar – PDP monatip we PDS çalyşýar. Bu tolkunlar hemme tarapa ýaýrap, suratynyň tekizliginde tegelek şekile eýe slindrik fronty

emele getirýärler. Difragirlenen tolkunlaryň fronty P gaçýan tolkunyny we ekranyny tekizliginden serpigen PP we PS tolkunlaryň frontlary galtaşýar. Eger-de AB-D nokatdan geçýän gaçýan tolkunyny soňky ýşygy bolsa, onda CDB üçburçlygyň içinde ýapyk böwediň yzynda P gaçýan tolkunyny ýokdur.

1.9. Interferension tolkunlar we tolkun geçirijiler.

Görnüşini ýaly ýarymgiňişlikde bir gatlak bolanda hem emele gelýän elementar tolkunlaryň mukdary t wagty bilen we çeşmeden x aralykda kerektär artýar. Köp gatlakly gurşawda bolsa näme bolup geçýändigini göz önüne getireliň. Şunuň ýaly şertlerde uly burçlarda serpigen dürli görnüşli köp gezek serpigen superpozisiýa görnüşinde çylşyrymly meýdanyň emele gelmeginiň çeşmeden daşlaşmagynda aýratyn tolkunlary seredip geçmek mümkin däl. Aýratyn gyzyklanmany tolkunlaryň köplüginin interferensiýasy döredýär, olar tolkunlaryň uzynlygy bilen deňeşdireniňde galyňlygy pes bolanda pes tizlikli gatlagda deňişlikde güýçli serpikmeleri bilen baglydyr. Bu ýagdaýda maýyşgak tolkunlaryň energiýasy esasan asty ýarymgiňişlige çäkli çykyşy bolan gatlagyň içinde ýaýraýar. Jemlenen meýdanda çylşyrymly tolkun toparlary emele gelýär, olaryň özboşlyklary kesgitli kanunlar boýunça

modal teoriýa esaslanyp, wagt we giňişlik boýunça üýtgeýär. Onda interferension meýdany z wertikal oky boýunça duran yrgyldylaryň we x gorizonta koordinatasy boýunça ýöreyän mod-laryň tükeniksiz mukdarynyň jemi bilen getirilýär.

Ilkinji tolkunda maýyşgak yrgyldylaryň polýarlanma häsiýetine baglylykda pes tizlikli gatlagyň üstünde tolkunlaryň iki görnüşiniň mod-lary syn edilip bilner – hyýalyreleý üst tolkuny we Lýawa üst tolkuny.

Hyýalyreleý tolkuny R wertikal ýşyk tekizliginde elliptiki polýarlanma eýedir. Ol durnukly ýarymgiňişligiň erkin üstünde, haçan-da tolkunyň uzynlygy bilen deňeşdireniňde ($h/\lambda_R \rightarrow \infty$) gatlagyň galyňlygy kiçi bolanda, hakyky Releý tolkunyna öwrülýär. Hyýaly releý tolkuny tizligiň anyk aňladylýan dispersiýasy bilen häsiýetlenýär. Bu has gysga monohromatik düzüjileriň, $\lambda_R \ll h$ bolanda, astky ýarymgiňişlige häsiýetli V_{R2} tizlik bilen ýaýraýarlar. Uzynlygy görkezilen çäk aralyklarda ýatan tolkunlaryň tizligi tolkunyň uzynlygyna baglylykda haýaldan üýtgeýärler. Haçan-da $V_{R2} > V_{R1}$ ýagdaýynda $V_{S2} > V_{S1}$ bolanda faza tizligiň laýyk dispersiýasy bolup geçýär, adatça seýsmiki barlagynda we seýsmologiýada syn edilýär. $V_{S2} < V_{S1}$ bolanda faza tizliginiň anomal dispersiýasy orna eýedir.

Üst tolkunyň beýleki görnüşi Lýawanyň kese tolkuny bolup durýar (SH görnüşi), onda yrgyldylar gorizonta

tekizlikde setirleýin polýarlanandyr. Bu tolkun diňe $V_{S1} > V_{S2}$ şerti bolanda ýüze çykýar, V_L faza tizligi $V_{S1} > V_L < V_{S2}$ gatnaşygy bilen kesgitlenilýär we normal dispersiýa eýedir.

Pes tizlikler gatlagy bilen bagly R we L üst tolkunlaryň yrgyldylary normal we geçýän mod-lary bölünýärler. Normal mod-lar elementar tolkunlaryň gatlakda köp gezek serpigen tolkunlaryň interferensiýasy netijesinde emele gelýärler, olarda hyýaly tizlikler ýarymgiňişlikde kese tolkunlaryň tizliginden pesdir ($V_h < V_{S2}$). Normal mod-lar bilen maýyşgak energiýa gatlagyň içinde ýaýraýar, onuň çäklerinden çykmaýarlar.

Üst tolkunlaryň geçiş mod-lary çäkleriň içine köp gezek serpigen yrgyldylaryň toplanan goşulmasyna laýyk gelýär. Olaryň hyýaly tizlikleri ýarymgiňişlikde kese tolkunlaryň tizliginden uludyr, ýöne ondaky boý tolkunlaryň tizliginden pesdir ($V_{S2} < V_n < V_{P2}$). Serpikmäniň her gezeginde geçiş modlaryň energiýasynyň diňe bir bölegi gaýdyp gelýär, beýleki bölegi bolsa ýarymgiňişlige gidýän boý we kese tolkunlaryň emele gelmegine ýitýär, onuň hasabyna gorizonta ugurda çeşmeden daşlaşanda geçiş mod-laryň güýjenmesi silindriki tolkunlaryň geometriki ýaýramasy kesgitlemeden çalt sönüp gidýär. Wertikal ugurda bu yrgyldylaryň güýjenmesi gatlagyň aşagyndan daşlaşmak bilen eksponensiýal peselýär.

1.10. Gradiýent gurşawda refragirlenen tolkunlar.

Eger-de gurşawyň özboluşlyklary giňişlikde haýaldan üýtgeýän bolsa, ýagny koordinatlaryň üznüksiz funksiýalary bolup durýan bolsa, onda oňa gradiýent gurşaw diýilýär. Şunuň ýaly gurşaw köp jynslydyr we gatlaklaryň mukdarynyň çäksiz ösmeginde olaryň galyňlygynyň we maýyşgaklyk özboluşlygynyň peselmeginde, gatlakly bir jynsly gurşawyň hususy ýagdaýy hökmünde seredip bolar. Gradiýent gurşawda boý we kese tolkunlary garaşsyz däldir, ýagny arassa görnüşde bolmaýarlar: deformasiýanyň bir görnüşli ýaýramasy deformasiýanyň beýleki görnüşiniň ýüze çykmagy bilen bolup geçýär. Gradiýentiň uly bolmadyk bahalarynda, maýyşgak özboluşlyklaryň degişli üýtgemeleri tolkunynyň uzynlygynyň aralygynda pes bolanda, gurşawa gowşak gradiýentli diýip atlandyrylýar. Bu ýagdaýda V_P we V_S tizlikleri koordinatlaryň haýal üýtgeýän funksiýalary bolup durýar, şonuň üçin boý we kese tolkunlary bir jynsly gurşawdaky ýaly garaşsyz diýip hasap etmek bolar. Bu gowşak gradiýentli gurşawlar üçin, olara köp sanly geologiki obýektler degişlidir, bize belli bolan tolkun we yşyk gurulmalary ulanyp bolar.

Tizlikleriň diňe bir ugurda üýtgeýän gurşawda yşyklaryň traýektoriasyna seredip geçeliň. Goý bu ugurwertikal z oky we $V(z)$ baglanşygy berlen. L_0 üsti bilen $z =$

0 bolanda 0 çeşmeden çykýan ýşygyň wertikaly bolan burçy belgiläliň (Surat 2.19a). Tizligiň haýal üýtgemegi netijesinde ýşyk çuňluk bilen burçuň üznüksiz üýtgemegini geçirýär, sebäbi gurşawyň islendik nokadynda, islendik ýşyk üçin ρ ululygy – gyşarmanyň burçuň sinusynyň hereketiniň tizligine gatnaşygy üýtgemän galmagyny talap edýän Snelliusyň kanuny saklanmalydyr. Gradiýent gurşawda Snelliusyň kanunyny

$$\rho = \frac{1}{V_n} = \frac{\sin L(z)}{V(z)} \quad (22)$$

görnüşde ýazyp bolar.

Dürli L_0 başlangyç burçlary bolan köp sanly ýşyklary gurup, t_1, t_2, t_3 dürli wagtlary gabat gelýän D_1, D_2, D_3, \dots , ýşyklaryna ortogonal bolan tolkun frontlarynyň ýerleşişini taparys. Gradiýent gurşawda egriçyzykly ýşyklary bolan tolkuna refragirlenen tolkun diýip atlandyrylýar. Onuň wajyp aýratynlygy tizligiň položitel gradiýentinde ($dv/dr > 0$), üste gaýdyp gelmegindedir. Üstiň dürli nokatlarynda C_1, C_2, C_3, \dots gurşawa dürli çuňluga giren ýşyklar syn edilýär. Bu ýagdaý refragirlenen tolkunlary ýeriň üstünde synlamak arkaly gurluşyň içinde öwrenmäge mümkinçilik berýär.

Hakyky baş tolkynlary, tolkunyň hasabyna emele gelende, çäge kritiki burç bilen gaçýan we döwüji gatlagyň ugury boýunça tapyp, energiýanyň pesligi sebäpli pes güýjenmä eýedir. Şonuň üçin seýmiki barlagynda syn edilýän

we öz kinematikasy boýunça döwülen degişli tolkunlary hakykatda döwülen-refragirlenen tolkunlar bolup durýar. Olaryň emele gelmegine 2-nji jynsly geçiş effekti diýip atlandyrylýar.

Tizligiň otrisatel gradiýentinde refragirlenen tolkunynyň we ýşyklaryň gyşarma belgisi güberçegi bilen ýokaryk ugurlanandyr. Bu ýagdaýda, tizligiň inwersiýasy diýip atlandyrylýan, tolkun üste gaýdyp gelmeýär we onuň ýşyklary çuňluk bilen wertikal ugurlanma golaýlaşýarlar.

1.11. Dag jynslarynda boý we kese tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri.

Boý V_P we kese V_S tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri şu aşakdaky aňlatmalar bilen hasaplanylýar:

$$V_P = \sqrt{\frac{\lambda + 2\mu}{\rho}}; \quad V_S = \sqrt{\frac{\mu}{\rho}} \quad (23)$$

bu ýerde: λ we μ – Lamé maýyşgaklyk koeffisienti. Lamé koeffisientlerini beýleki maýyşgaklyk koeffisientleri bilen hem aňladyp bolar. Eger-de tizlikleri Ýunguň moduly E we Puassonyň koeffisienti ν bilen kesgitlep bolýan bolsa onda aňlatmalary şu aşakdaky ýaly ýazyp bolar:

$$V_P = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{(1-\nu)}{(1+\nu)(1-2\nu)}}; \quad V_S = \sqrt{\frac{E}{\rho} \frac{1}{2(1+\nu)}} \quad (24)$$

Dag jynslaryň dykzlygy deňşdireniňde üýtgeýär, 1,5 – 1,7-den 3,0 – 3,1g/sm³ çenli. Şonuň üçijn olaryň dykzlygynyň üýtgemegi tizlige deňşdireniňde gowşak täsir edýär. Dag jynslarynda Ýunguň moduly we Puassonyň koeffisienti giň gerimde üýtgeýär. Şu aşakdaky jedwelde V_P tizligiň üýtgemesiniň çäkleri we V_S/V_P tizlikleriň gatnaşygy görkezilendir.

Material	V_P m/s	V_S/V_P
Gowşak üst dag jynslary	100-500	0,56-0,59
Grawiý, çagyl, gum	100-600	0,28-0,67
Çäge (öl)	600-1800	0,10-0,33
Toýun	900-2800	0,10-0,20
Suw (t^0 we duzlylyga görä)	1430-1680	-
Deňiz suwy	1460-1530	-
Çäge-daşy	1800-4000	0,33-0,59
Hek-daşy	2100-6100	0,29-0,63
Duz	4200-5200	0,53-0,62
Hek	1800-3700	0,37-0,45
Slanesler	2800-4300	0,17-0,37
Granitler	4600-5800	0,46-0,62
Metamorfiki dag jynslary	3000-7000	0,50-0,59
Buz	3100-4200	0,43-0,50

Tablisadan görnüşi ýaly V_P we V_S/V_P gatnaşyk dag jynslaryň litologik düzümine bagly bolup durýar. V_P iň pes bahasy, 400m/s geçmeýär we ol terrigen dag jynslaryna degişlidir. Gidrohimiiki we karbonat dag jynslary, şeýle hem buz tizligiň uly bahalary bilen häsiýetlenýärler – 6000m/s çenli. Ýöne has uly bahalar çogup çykan we metamorfiki dag

jynslaryna degişli – 7000m/s. V_s/V_P gatnaşygynyň kert süýşmeleri dürli litologik düzümlü dag jynslaryna häsiýetlidir. Şol bir litologiki düzümlü dag jynslarynda maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri olaryň ýatyş çuňlugynyň ulalmagy bilen artýandygy eksperimental subut edildi.

Päsgel tolkunlary. Üst tolkunlar.

Real şertlerinde ýeriň üsti tekiz hem däl, gorizont hem däl. Kesimiň ýokarky böleginde adatça kesimiň tizlik häsiýetnamasynyň kert üýtgemegi syn edilýär. Dürli sebäplere görä çöküdi dag jynslarynyň has çuň ýatýan gatlaklarynda hem tizlikler üýtgemän galmaýar, olar bolsa seýsmiki usullar bilen has giň öwrenilýän gatlaklardyr. Çöküdi dag jynslaryň kesiminde dürli güýjenmesi, durnuklygy, berkligi, tekizligi we ş.m. bolan serpidiriji gorizontlaryň birnäçe onlarçasý duş gelýär. Adatça peýdaly hasaplanylýan bu gorizontlardan gelen tolkunlar käwagt tolkunlaryň beýleki peýdaly tolkunlary bölmäge we yzarlamaga pösgel berýän tolkunlaryň görnüşleriniň gelmegi bilen gabat geýär we olara adatça päsgel - tolkunlar diýilýär. Päsgel tolkunlara şu aşakdakylar degişlidir:

- a) Ýeliň, şeýle hem dürli mehaniki serişdeleriň we transport serişdeleriň täsiri astynda baglaryň we gyrymsylaryň kök ulgamlarynyň süýşmegi bilen emele gelýän topragyň mikroseýsmiki yrgyldylary;

- b) Ýer üstüniň golaýynda ýaýraýan güýçli ses tolkunlary;
- c) Ýer üstüniň golaýnyda ýaýraýan göni we kese tolkunlary, Releýiň üst tolkunlary;
- d) Gözlegiň maksatlary üçin diňe boý tolkunlary ulanylýan bolsa kese we çalşylan, adaty we köp gezek serpigen tolknulary;
- e) Ownuk gatlaklarda we gowşak bagly dag jynslarynda emele gelýän we uzyn fronty emele getirmeýän ýaýran tolknulary olaryň hataryna deňizde işler geçirilende düýpden we şonuň üstünden köp gezek serpigen tolkunlar; bu görnüşli päsgellere rewerberasiýa diýilýär we olar (esasan hem deňizde geçirilýän işlerde) örän ýokary güýjenmä eýe bolup bilýärler.

Päsgel tolkunlary durnukly we tötänleýin bolup bilýärler. Durnukly päsgel tolkunlara güýçli köp gezek serpigen we üst, şeýle hem uzak fronta eýe bolan kese we çalşylan tolkunlary degişli bolup biler. Tötänleýin päsgel - tolkunlara öz aralarynda interfirirlenýän we çylşyrymly seýsmiki meýdany emele getirýän köp sanly gowşak dyrnukly päsgel tolkunlay degişlidir. Bu tolkunlary olary düzüjilere bölmeklik mümkin dälidir. Bu jemlenen tolkunlary uzak durnukly frontlara eýe dälidir we tötänleýin häsiýete eýedir. Tötänleýin päsgel

tolkunlaryň hataryna päsgel-tolkunlaryň syn edilýän hataryna köp halatda goşmaça çylşyrymlyklary girizýän mikroseýsmolar hem degişlidir. Eger-de päsgel tolkunlary peýdely tolkunlara garanyňda uzak güýjenmä eýe bolsa, onda seýsmiki ýazgyda ony bölmek üçin köp sanly usulyýetleri oýlap tapýarlar (tolkun döretmede, bellemde, işläp taýýarlamada we ş.m.) we “signal/päsgel” gatnaşygyny ýokarlandyrýar.

Releýiň üst tolkunlary. Tükeniksiz maýyşgak gurşawda diňe ugurdaş we kese tolkunlary bolýar. Bu tolkunlar wagtyň geçmegi bilen göwrümiň islendik nokadynda syn edilýär we şonuň üçin göwrüm tolkunlary diýilýär. Haçanda dürli fiziki özboluşlyklary bolan gurşawlaryň bölünme araçäkleri bolan ýagdaýynda göwrümli tolkun diýip atlandyrylýan tolkunlardan başga üst tolkunlary diýip wtlandyrylýan tolkunlar hem bar.

Nazary taýdan şunuň ýaly bir üst tolkunýň bardygy J.U.Releý tarapyndan subut edildi. Releýiň tolkunýň esasy aýratynlygy, onuň erkin üst diýip atlandyrylýanyň golaýynda bolmalydyr. Erkin üst – bu ýer-howa bölünmäniň üsti. Releýiň tolkunlary çuňluk bilen çalt sönýärler we olaryň apmlitudasy eksponensial kanun boýunça peselip gidýär. Releýiň tolkunynda süýşmeler hem boý, hem kese bolup geçýär (SV), olaryň birleşmesi bolsa üst tolkuný emele getirýär.

Releýiň üst tolkunlarynyň faza tizligi $V_R < V_S$. Eger-de Puassonyň koefisientini çökdüdi dag jynslary üçin $\nu = 0,25$

diýip alsak, onda Releýiň tolkunynyň tizligi kese tolkunynyň 0,9 bolan ($V_R/V_S \approx 0,9$). Seýsmikigözlegde üst tolkunlary bölmäge we yzarlamaga päsgel berýän päsgelçilikler hökmünde seredilýär.

Lýawanyň üst tolkunlary. Üst tolkunlarynyň beýleki görnüşi Lýawanyň tolkuny bolup durýar. Lýawanyň tolkunlary maýyşgak ýarymgiňişlikde (V_{1s}) inçe gatlak bolup (V_{0s}), şol gatlakda kese tolkunlaryň tizligi maýyşgak ýarymgiňişlikden pes bolan ýagdaýynda döreýär. Olar kese tolkunynyň süýşmegi bilen emele gelen, köp gezek ýuka gatlagyň ýokarky we aşaky çäklerinden serpigip-jemlenen yrgyldylary göz önüne getirýärler. Lýawa tolkunlarynyň tizligi ýygylyga baglydyr we $0,9 V_{0s}$ (ýokary ýygylyklar üçin) V_{1s} (pes ýygylyklar üçin) çenli bolup durýar.

Seýsmiki tolkunynyň siňmesi.

Seýsmiki tolkunynyň ideal däl maýyşgak gurşawda ýaýranda onuň energiýasynyň bir bölegi energiýanyň beýleki görnüşlerine geçýär. Bu geçişe *seýsmiki tolkunynyň siňmesi* diýilýär. Siňmäniň mehanizimi doly öwrenilmedik. Bir gipoteza boýunça bir hadysa seýsmiki tolkunynyň ýaýrama wagtynda onuň energiýasynyň bir bölegi “sepbeşik sürtülme” netijesinde ýylylyk energiýasyna geçýär diýip çaklanýar.

Tejtibe maglumatlary boýunça siňme netijesinde tolkunynyň energiýasynyň peselmegi tolkunynyň geçen ýoluna τ praporsionaldyr diýip kabul edilen:

$$d\xi/\xi = 2\alpha dr \quad (25)$$

bu ýerde $d\xi/\xi$ - gysga böleginde tolkunuň energiýasynyň degişlilikde peselmegi.

Integrirlenenden soň şu aňlatmany alýarys:

$$\xi = \xi_0 e^{-2\alpha r} \quad (26)$$

bu ýerde ξ - çeşmeden $\tau = 0$ aralykda tolkunuň energiýasy.

(25),(26) aňlatmadaky 2α proporsionallyk koeffisienti tolkunuň energiýasynyň $e=2,718$ gezek peselen aralyga garşy ululygy kesgitleýär.

II BÖLÜM.

2.1. Seýsmogeologik şertler.

Seýsmiki barlagy ulanmagyň üstünligi köp halatlarda takyk seýsmogeologik şertler bilen kesgitlenilýär, olar üst ew çuňluk görnüşlere bölünýärler.

Üst seýsmogeologik şertleri kesimiň ýokarky böleginiň gurluşy bilen kesgitlenilýär, ol gurluş maýyşgak tolkunlaryň döredilmegini we kabul edilmegini häsiýetlendirýär. Şu aşakdaky aýratynlyklar örän wajypdyr:

1. Pes tizlikler araçäginiň galyňlygy we gurluşy – ol partlaýjynyň ýerleşdirme çuňlugyny we üst çeşmeleriň effektiwligini kesgitleýärler. PTA-ň uly galyňlygy we ondakypes tizlikler seýsmiki barlagy geçirmek üçin amatsyz şertler bolup durýarlar. PTA-ň meýdan boýunça gurluşynyň üýtgäp durmagy kabul edişiň dürli nokatlarynda şol bir tolkunyny syn edilýän geçen wagtyň we ýazgynyň şekiliniň meňzeş bolmadyk ýaýulmalaryna getirýär, şeýlelikde tolkun ýazgysyny seljermegi, yzarlamagy we teswirlemegi çylşyrymlaşdyrýar.
2. Suwly gatlaklaryň ýerleşşi – çuň ýatmadyk suwly gatlaklaryň bolmagy çeşmede güýçli boý tolkunlaryň emele gelmegi üçin amatlydyr.

3. Kesimiň ýokarky böleginde güýçli serpikdiriji çäkleriň bolmagy – olarda peýdaly tolkunlary bölmäge päsgelçilik berýän köp gezek serpigen güýçli päsgel-tolkunlaryň emele gelmegine getirýär.
4. Kesimiň ýokarky böleginde çylşyrymly relýefi bolan kert seýsmiki çäkleriň bolmagy, ondan geçýän peýdaly tolkunlaryň wagtyny we amplitudasyny güýçli goýýar. Şular ýaly obýektler hökmünde maýyşgak özboluşluklary boýunça üýtgäp durýan erozion girmeler, durnuksyz deňiz düýbi trapp massiwleri, doňak terrigen dag jynslarynda erän bölekleri bolup durýarlar.

Cuňluk seýsmogeologik şertler şu aşakdakylardan ybaratdyr:

1. Kesimde geologiki çäkler bilen ylalaşykly durnukly seýsmiki çäkleriň bolmagy – gözleg obýektlere bagyşlanan çäklere maksatlaýyn gorizontlar diýilýär.
2. Seýsmiki çäkleriň hili – güýçli seýsmiki çäkler, oňat saklanan we öwrenilýän meýdanyň бүтүн ýerinde ýa-da aglaba böleginde gowy belleniýär, olara daýanç ýa-da markirleýji gorizontlar diýilýär.
3. Bölünen bozulmalar, özbaşyna barlaga gyzyklanama döredýär, şol bir wagtda seýsmiki çäkleriň yzarlanmagyny çylşyrymlaşdyrýar.

4. Geologiki çäkleriň kertligi – gyşarmanyň uly burçlary (20-30⁰) meýdan seýsmiki barlagy üçin amatlylygy pesdir.
5. Tizlik kesiminiň häsiýetnemesy – ýokary tizlikleri bolan kesimiň pes tizlikleri bolan kesimlerden amatsyzdyr, sebäbi bir gezek serpikmeleriň kinematiki ululyklarynyň tapawutlarynyň peselmegi şol päsgel-tolkunlary basyp ýatyrmagy çylşyrymlaşdyrýar. Tizlikleriň ulalmagy bilen peýdaly tolkunlaryň derejesinde çuňluk seýsmiki gurluşlaryň ýalňyşlary ulalýar. Kesimde galyň ýokary tizlikli gatlaklaryň bolmagy ekran efektini döredýär, ol DTU üçin has duýarlydyr.

Seýsmiki barlagyň usulyýetiniň we tilsimatynyň kämilleşmegine laýyklykda, ol ozal amatsyz seýsmogeologik şertleri bolanlygy sebäpli geçirmesi çylşyrymly raýonlarda dürli geologiki meseleleri üstünlikli çözüär.

2.2. Seýsmiki barlagy esaslandyrmak.

Dag jynslaryň galyňlygynyň ýaýrama prosesinde maýyşgak tolkunlary öz ýolunda bölünme çäklerini duşýarlar, onuň üstünde ikilenji boý we kese (serpigen, geçiş, baş, refragirlenen, köp gezek serpigen we beýleki) tolkunlary emele

getirýärler. Bu tolkunlaryň uly bölegi ýer ýüzüne gaýdyp gelýän we ol ýerde ýörite enjamlar bilen belleniýär. Bölünmniň dürli päklerindeemele gelip we iki gapdalyndaky gurşawlaryň maýyşgak özbüluşlyklary barada maglumat getirýärler. Maýyşgak bölünme çäkleri stratigrafik bölünme çäkleri bilen gabat gelýänligi, gurşawlaryň maýyşgak özboluşlygy sebäpli maýyşgak tolkunlaryň getirýän maglumaty peýdaly magdanlary gözlemekde we barlamakda zerur bolan dag jynslaryň çuňluk geologiki gurluşyny öwrenmekde örän gerekli bolup durýar.

Seýsmiki usullary görnüşleri ýa-da beýleki aýratynlyklary boýunça toparlara bölýärler. Serpigen, döwülen, boý, kese we çalşylan tolkunlar usullaryny tapawutlandyrýarlar. Ulanyş oblastyna baglylykda seýsmiki barlagy nebit, kömür, gaty magdan, inžener we ş.m. bölýärler. Maýyşgak yrgyldylaryň ýygylýklarynyň agdyklygyna görä seýsmiki barlagy pes ýygylýkla (20-30Gs.) we ýokaryýygylýkla (80Gs-den ýokary) bölýärler. Nebit we gaz ýatagyny gözlemekde we barlamakda has giň ulanyşa boý serpigen tolkunlar usuly eýedir, ol ortaýygylýklar usulyna degişlidir. Köp inžener-geologik meseleleri boý baş tolkunlaryny ulanýan döwülen tolkunlary usuly bilen geçirmek maksada laýykdyr. Guýylarda dag jynslarynyň içini tolkun şekilini öwrenmek, maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizliklerini

kesgitlemek, serpikdiriji çäkleriň we köp gezek serpikýän tolkunlary emele getirýän çäkleriň ýerleşişini öwrenmek üçin, nebit gözleginde wertikal seýsmiki profilirlleme giň ulanyşa eýe boldy. Dürli geologiki meseleleri çözmekde kese we çalyşan tolkunlaryň kömegi bilen serpigen we döwürlen tolkunlar usullary uly gyzyklanma döredýärler. Ýöne bu usullar heniz özleşdiriş we önümçilik synagy döwründedir. Esasy çylşyrymlylyk kese tolkunyny döretmekde laýyk we effektiv çeşmäni döretmekdir. Kese tolkunlaryň pes ýaýrama tizlikleri, olaryň kiçi uzynlyklary usulyň çözüjilik ukyplygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär (kesimi has takyk örenmäge mümkinçilik berýär). Bir hatar ýagdaýlarda bellenilýän P we S tolkunlar üçin seýsmiki çäkleriň deň gelmezligi, V_P we V_S aýratynlykda we garşsyz kesgitlemek mümkinçiligi boý, kese we çalşylan tolkunlary toplumlaýyn ulanylýan ýagdaýynda dag jynslarynyň fiziki - geologiki aýratynlyklary barada has doly düşünje almaga mümkinçilik berdi. Boý serpigen usuly bilen geologiki meseleleri çözmegiň has sada görnüşine seredip geçeliň, şol bir wagtda ýüze çykýan çulşyrymlyklary we olary ýeňip geçme ýollaryna seredeliň. Barlanylýan raýonda ýer tekiz we gorizont alalyň. Ony ýer jümmüşinde düzýän dag jynslary birnäçe sany serpikdiriji çäklere eýedir. Ýer ýüzüniň islendik nokadynda serpikdiriji bölünme üstüne çenli boý maýyşgak tolkunynyň orta tizligi

bellidir. Eger-de ýer ýüzüniň haýsy hem bolsa bir nokadynda maýyşgak tolkunlaryň çeşmesini we kabul edijisini ýerleşdirsek we onuň kömegi bilen gelen wagty we çeşmeden serpikdiriji çäge yzyna seýsmiki kabul edijä çenli tolkunyny ylgaw wagtyňy ölçesek, onda ýer ýüzüniň şol nokadynyň aşagynda serpikdiriji üstleriň ýatış çuňlugyny ýeňillik bilen kesgitläp bolýar. Bu nkodyň aşagyndaky serpidiriji üstüň çuňlугy tolkunyny ylgaw wagtyňyň ýarysynyň onuň serpikdiriji çäginin üstüne çenli ýaýramasynyň orta tizligine köpeldilmegine deňdir. Ýer ýüzüniň üsti boýunça çeşmäni we kabul edijini süýşürüp, ýer ýüzüniň dürli nokatlarynyň aşagynda serpidiriji çägi kesgitläp bolýar. Netijede öwrenilýän meýdançanyň çäklerinde ýatış aýratynlyklaryny häsiýetlendirýän kesimleri we kartalary gurmak mümkindir. Olar nebitiň we gazyň senagat mächberinde ýygnanmaga amatly bolan gurluş gabawlary emele getirmegi mümkindir. Ýöne ýer üstüniň dürli ýerlerinde bellenen maýyşgek tolkunlaryň şol bir ýaşy litologiki düzümi bolan gatlak serpigendigini ynamly bilmelidir.

Durmuşda boý serpigen tolkunlar bilen şunuň ýaly gowy nokatlaýyn usulyýeti “çeşme-kabul ediji” ulgamyň uly aralygynda amala aşyrmak çylşyrymlydyr, sebäbi şol bir serpikdirýän üstden gelen tolkunlary bölmek örän kyndyr. Ondan başga-da ýeterlik derejede takyklyk bilen dag jynslaryň

galyňlygynda dürli serpikdiriji üstlere çenli boý maýyşgak tolkunlaryň meýdan boýunça orta ýaýrama tizliklerini bilip bolmaýar. Tejribede seýrek ýagdaýda nokatlaýyn syn usulyýetleri örän seýrek ýagdaýlarda ulanyldy, dag jynslaryň kesiminde berk serpikdiriji üsti bolan daýanç gorizontlary bolup, uly aralyklarda kabul edijiler ýaýradylanda biri-biri bilen baglanyşdyryp bolan ýagdaýda geçirildi. Şunuň ýaly iş usulyýeti seýsmiki zondirleme diýip atlandyryldy. Bellenen seýsmiki tolkunynyň görnüşini ynamly kesgitlemek üçin şu aşakdaky çeşmeleşme ulanylýar: eger-de şol bir çäkten serpigen tolkunlary dürli aralyklarda kabul edilse, onda bu tolkunlaryň gelen wagty dag jynslaryň galyňlygynda çäkleriň ýerleşişine bagly bolar. Çeşme-kabul ediji aralygyndan serpigen tolkunynyň gelme wagtynyň baglanyşygynyň grafisine godograf diýilýär. Godografy tejribe şertlerinde çeşmeden dürli aralyklarda serpigen tolkunlaryň gelen wagtyny öwrenip gurup bolar. Serpigen tolkunlaryň godografy boýunça üstündäki gatlagyň içinde tizligi we kesimde çägiň ýerleşişini kesgitlep bolar. Gatlagyň üstünden serpigen tolkunynyň godografy üstün ýokarsyndaky gatladatizlikler barada maglumat saklaýar. Gatlagyň aşagyndan serpigen tolkunynyň godografy şol gatlak barada we goşmaça gatladaky tizlikler barada maglumat saklaýar. Godograflaryň goşmaça jübütini örenmeklik gatladaky tizlikler barada maglumat berip bilýär. Şu zatlarda

çuňluk we giňişlik boýunça tizlikleriň ýaýramagyny öwrenip bolýar. Ýöne serpigen tolkunlar godograflary serpigen üstün aşagyndaky gatlaklardaky tizlikler barada maglumat saklamaýar. Serpigen tolkunlaryň dinamiki häziýetnamalary – amplitudasy, impulsyň şekili – çägiň akustiki berkligini we esasynda serpigen tolkunynyň geçen gurşawyň siňdiriji özboluşlygyny bahalandyrmaga mümkinçilik berýär. Döwülen tolkunlary, ik gatlagyň arasynda hereket edip, serpigen tolkunlaryň bu ýetmezçiligini doldurýar. Döwülen tolkunlary ýer üstünde kabul edip we onuň gelen wagtyny çeşmeden kabul edijä tarap baglylykda ölçäp, döwülen tolkunlaryň godografyny almak bolar. Döwülen tolkunlaryň godografy diňe döwüji çägiň aşagyndaky gatlakda tolkunlaryň tizligi barada maglumat saklaýar. Serpigen we döwülen tolkunlary bilelikde ulanylýan ýagdaýynda köp halatlarda seýsmiki gözlegiň mümkinçiliklerini giňeldýär. Ýöne bu tolkunlaryň kinematiki we dinamiki häsiýetnamalarynyň tapawudy, bu tolkunlara esaslanýan usullary aýratynlykda ösmegine getirdi. Serpigen tolkunlara serpigen tolkunlar usuly we boý döwülen tolkunlar usuly esaslanýar.

2.3. Seýsmiki barlaglaryň usulyýetleri.

Seýsmiki gözlegleriň synplanmasynyň ilki bilen tolkunlaryň görnüşleri boýunça geçirilýär. Esasy usullar: serpigen ugurdaş tolkun usuly we döwürleme tolkunlar usuly. Seýsmogeologiki şertleriň çylşyrymlylygyna baglylykda seýsmiki gözlegde dürli tehniki, usulyýet we teswirleme işleri geçirilýär, olaryň esasynda aýratyn usullaryň içinde dürli modifikasiýalary bölýärler.

Seýsmiki yrgyldylary sanly belleme we işläp taýýarlama esasynda serpikme tolkunlar usulynyň irki modifikasiýasy bilen deňeşdireniňde has ýokary geologiki gymmatlyga eýe bolan umumy çuňluk nokady usuly, seýsmiki tolkunlaryň dolandyrylyp gönükdirilen usuly oýlap tapyldy.

Geologiki-gözleg meseleleriniň çözüme häsiýetine görä seýsmiki gözlegi gurluş we gurluş däl görnüşlere, meýdan işleriniň görnüşleri boýunça bolsa ugurly, meýdan we göwrümlü görnüşlere bölýärler.

Çözülyän geologiki-gözleg meselelere baglylykda seýsmiki gözlegleriň şu aşakdaky görnüşlerini tapawutlandyrýarlar:

Çuňluk seýsmiki zondirlemesi (CSZ).

Bu usul kristalliki fundamentiň we ýer gabygynyň aşakda ýatan gatlaklarynyň (granit, bazalt) üstleriniň çökündi

örtüginin gurluş aýratynlyklary bilen kanuna laýyk arabaglanyşygyny öwrenmeklige we ýer gabygynyň uly tektoniki elementleriniň ýerleşiş kanunalaýyklygy barada maglumat almak üçin ulanylýar.

Regional seýsmiki gözleg işleri.

Regional gözlegleriň maksady geologiki gurluşyň has uly aýratynlyklaryny öwrenmek bolup durýar, meselem kristalliki fundamentiň üstüni çuňlugyny we relýefini we fundamentiň üstündäki çökündi örtüginin galyňlygyny kesgitlemek, çökündi örtüginde has uly çylşyrymlylyklary ýüze çykarmak (güberçekleri, aýlawlary, çöketlikleri we ş.m.). Regional seýsmiki gözlegleri geologiki regionlary kesip geçýän uzaldylan (birnäçe ýüz kilometre çenli) ugurlarda ýerine ýetirýärler. Bu usulda adatça serpigen tolkunlar usulyny, döwülen tolkunlar usulyny, çalyşma geçme tolkunlar usulyny we beýlekileri toplumlaýarlar.

Gözleg seýsmiki işleri.

Gözleg seýsmiki işleriniň maksady – peýdaly magdanlaryň ol ýa-da beýleki görnüşleriniň kânleriniň emele gelmegine amatly bolan geologiki kesimiň gurluş ýa-da beýleki aýratynlyklarynyň ýüze çykarylmagynda bolup durýar. Meselem nebitiň we gazyň gözleglerinde owtiklinal epilmeleriň, stratigrafiki we litologiki näsazlyklary we ş.m. ýüze çykarmak we bölmek esasy gyzyklanma döredýär. İşleri

regional öwrenilişden soň has uly gyzyklanma döredýän ýerlerde geçirýärler.

Gözleg işlerinde dürli modifikasiýadaky ugurdaş serpigen tolkunlar usuly (iki ölçegli we üç ölçegli görnüşli umumy çuňluk nokady usuly, dolandyrylyp ugrukdyrylan kabul ediş usuly we beýlekiler) esasy bolup durýarlar.

Takyklama seýsmiki barlag işleri.

Takyklama işleriniň maksady – gözleg işleriniň netijesinde kesgitlenen, geljegi uly bolan meýdanlary çuň barlag burawlama taýýarlamak. Meselem, nebitiň we gazyň gözleginde antiklinal epilmeleri taýýarlamak. Takyklama işlerinde gözleg meseleleriniň sanawyna gurluşy anyk bolmadyk nebitiň we gazyň gorlaryny gözlemeklik (не структурные ловушки), kesimiň jisim düzümini öwrenmek we onda nebit-gaz ýatagynyň mümkindigini synlamak (göni usullar), çuň buraw guýularynyň kesimlerini synlamak, esasan hem kesimde anomal ýokary gatlak basyşynyň zonalaryny ýüze çukarmak üçin. Dag jynslaň nebitgazsenagat özboluşlyklaryny öwrenmek üçin seýsmiki tolkunlaryň dinamiki we kinematiki häsiýetlerini örenýärler (dag jynslarda olaryň ýaýrama tizliklerini, güýjenmelerini, ýygylýk (spektral) düzümini we maýyşgak konstantlary Ýunguň moduly, Puassonyň koeffisienti we başgalar). Munuň ýaly usulyýet geologiki kesimi anyklamak diýip atlandyrylyp başlandy.

Takyklama seýsmiki gözleg işlerini seýsmiki gözlegiň dürli modifikasiýalary bilen geçirilýär: UÇNU, DUTU, ýokary çözüjülikli seýsmiki gözleg we başgalar. Nebitgazsenagat meselelerini çözmek üçin ugurdaş serpigen tolkunlardan başgada kese we çalyşma serpigen tolkunlar we geçme tolkunlar (kşp tolkunly seýsmiki gözleg) usullaryny, şeýle hem çuň buraw guýularynda seýsmiki synlary (guýy seýsmiki gözlegi) ulanýarlar.

Deňizde yrgyldylary döretmegiň aýratynlyklary.

Deňiz seýsmiki gözleg işlerinde yrgyldylary döretmek üçin ýörite çeşmeleri ulanýarlar: gaz garyşygynyň partladylmagy, pnevmatiki, elektrikiskaly we başgalar.

- 1) Gazy partlatma gurnawda dürli garyndylary ulanýarlar: propan-kislorod, wadorod-kislorod we beýlekiler. Bu partlamada detonasiýanyň pes tizlikleri bolany sebäpli, PS ýaýranyňdan intiofauna üçin howpsyz bolýar.
- 2) Pnevmatiki goýberilişde göminiň yzynda daşalýan ýörite kamera gysylan howa goberilýär. Gäminiň bortundaky seýsmiki stansiýadan iberilen elektrik signal bilen goýberiji yş birden açylýar, gysylan howa suwa eňdirilýär – “pnewmoatyş” bolup geçýär.
- 3) Elektrik iskra goýberijiniň kömegi bilen suwda güýçli elektrik iskra bolup geçýär. Elektrogidrawlik effektiniň netijesinde suwda maýyşgak (urgy) tolkunynyň kert

impulsy emele gelýär. Razrýady döretmek üçin gerek bolan energiýa ýörite ýokary woltly kondensatorlaryň batareýalarynda ýygnanýarlar. Elektriki razrýad suwa ýerleşdirilen elektrodalaryň arasynda döreýär.

Deňiziň düýbiniň aşagynda kesimiň öwreniliş çuňlugy ulanylyan partladylmaýan çeşmeleriň kuwwatyna baglydyr we toparlaýyn çeşmeleri ulanmak arkaly ulaldyp bolar.

2.4. Seýsmiki synlaryň ulgamlary.

Syn ulgamlarynyň synplanmasy.

Seýsmiki tolkunlary döretme we kabul etme punktlarynyň özara ýerleşişine baglylykda syn ulgamlaryň göni ugurlaýyn we giňişleýin görnüşlerini tapawutlandyryýarlar.

Adatça seýsmiki synlary göni ugurlaýyn ugurlarda ýerine ýetirýärler, seýrek halda giňişleýin ugurlarda ýerine ýetirýärler. Göni ugur bolanda seýsmiki barlagda çeşmeler we kabul edijiler bir göni ugurda ýatýar.

Giňişleýin ugurda çeşmeler we kabul edijiler bir göni ugurda ýatýar. Giňişleýin ugurda çeşme, meselem ugura görä perpendikulýar ýatýar. Seýsmiki ugurlary gözleg we anyklaýjy görnüşlere bölýärler.

Gözleg ugurlary öwrenilýän gurluşlaryň ýaýramagyň keseligine ýerleşdirýärler, olarda geçirilen synlaryň netijeleri esasy maglumaty berýär.

Anyklaýjy ýa-da baglaýjy ugurlar gözleg ugurlaryna görä perpendikulýar ýerleşdirilýär, ýagny gurluşyny uzalma ugruna görä ýerleşdirilýär. mümkin boldugyça hemme seýsmiki ugurlary göni çyzyk görüşinde berilýär. Eger-de topografiki şertler boýunça göni ugurlary dowam etmek mümkin däl bolsa, onda olary egreltmek bolar, ýöne egrelme 5^0 - 10^0 geçmeli dälendir.

Sesýmki çäkleri yzarlamagyň häsiýetine baglylykda syn ulgamlary üznüksiz ugurlama we diskret synlary (seýsmiki zondirleme) görnüşlerinde bolup biler.

Çylşyrymly seýsmogeologiki şertlerde (maýyşgak özboluşlykly bölüniş üstüniň çylşyrymlylygynyň näsazlykly ýatmagy we ş.m.) giňişlik syn ulgamyny ulanmakly talap edilýär.

Giňişlik syn ulgamlary gapdal tolkunly diýýip atlandyrylýan tolkunlary (ýer üstüne görä gyşarma tekizligi boýunça hereket edýän tolkunlar) ýüze çykarmaga we çylşyrymly gurlan geologiki gurluşlar barada düşünje almaga mümkinçilik berýär.

Giňişlik synlary ýola goýlanda köplenç giň ugur usulyýeti ulanylýar, ol özünde parallel göni ugurdaş we ugurdaş däl ugurlar ulgamyny birleşdirýär.

2.5. Syn ulgamlarynyň dürlülikleri we ululyklary.

Ölçeşleri boýunça syn ulgamlary PP we KEP giňişlikde ýerleşşi boýunça kesgitlenilýär. Haçan-da olar bir hataryň (profiliň) ugurynda ýerleşýän bolsa, onda oňa iki ölçegli seýsmiki barlagy diýilýär. Şunuň ýaly profilirlemäni deňeşdireniňde ýönekeý we tygşytly, şonuň üçin ol şu wagta çenli seýsmiki barlagda esasy orna eýedir. Ýöne onuň örän uly ýetmezçiligi bardyr: umumy ýagdaýda öwrenilýän obýektiň göwrümleýin seýsmiki meýdanyny hatarlaýyn synlap, onuň giňişlikdäki ýerleşini takyk kesgitläp bolmaýar. Bu mesele üç ölçegli seýsmiki barlagy bilen çözülýär, oňa göwrümli diýip atlandyrylýar. Bu usulda çeşme we kabul ediş punktlaryny ýeriň ýüzünde ýerleşdirilende gorizonta kesimde onuň tolkun meýdanyny gerek bolan takyklykda synlap bolar ýaly edilýär. Göwrümli syn ulgamlary setirleýin syn ulgamlaryndan gymmat düşýär, ýöne alynýan netijeleriň maglumatlylygy we yanlylygy ýokary bolanlygy sebäpli çylşyrymly we geljegi uly bolan geologiki obýektleri takyk örenilende ulanmak maksada laýykdyr. Seýsmiki barlagda ölçegini we düzümliligini

häsiýetlendirýän syn ulgamlaryň indeksiýasy kabul edilen.

1D seýsmiki barlagy kabul ediş punktyny döretme punkty bilen birleşdirilen syny aňladýar, normal serpigen tolkunlaryň birnokatlaýyn bellemesi. 2D seýsmiki barlagy hatarly ýa-d aprofili köp kanally syn ulgamy aňladýar. 4D sýesniki barlagynda goşmaça ölçeg hökmünde wagt faktory bolup durýar. Bu usulda göwrümleýin seýsmiki barlaglary şol bir ýerde käbir wagtdan soňra geçirilýär. Bu usula seýsmiki monitoring diýilýär, onuň mksady dag jynslarynda bolup geçýän käbir prosesleri – nebit-gaz ýataklary özleşdirilende flýuidleriň hereketini, ýerasty gatlak gaz saklaýjylarynda gazyň doldurluşyny we sarp edilişini, ýerasty gazuw işlerinde dag jynslarynyň güýjenme ýagdaýynyň üýtgeýşini öwrenmek üçin geçirýärler.

Maýyşgak tolkunlaryň synlarynyň düzümliligi şu aşakdaky ýaly belgilenýär: 1c – bir düzüm, köplenç z wertikal, boý tolkunlar boýunça önümçilik işleriniň aglabasy üçin häsiýetlidir. 2c – iki düzümlü, mysal üçin z wertikal we x boý gorizontal, boý we SV görnüşli çalyşan kese tolkunlary bilelikde synlananda ulanylýar. 3c – hemme üç düzüjiler (x, y, z), WSP-ň polýarlanma usullarynda ulanylýar. 4c wariýantly akwotoriýalarda çuňluk synlarynda ulanylýar, haçan-da inersion kabul edijileriň üç älçegli kabul eidiş gurnawy suwuň basyşyny görkezýän pýežoelektrik gurnaw. Syn ulgamlaryň

indeksirlenmesi diňe yrgyldylaryň kabul edişiniň düzümini däl-de, eýsem çeşmäniň düzümini hem görkezýär. Gaty gurşawda seýsmiki çeşme bir tarapa ugrukdyrylan, x, y ýa-da z, şeýle hem bu täsirleriň islendik bombinasiýalaryny ýerine ýetirip biler. Şonuň üçin has umumy ýagdaýda yrgyldylary dörediş-kabul ediş ulgamlaryň düzümliligi $3 \times 3 = 9$ ululyklara ýetip biler, ony 9c diýip bellemek bolar. Dolulyk derjesi boýunça syn ulgamlarynyň iki sany görnüşini tapawutlandyrýarlar – üznüksiz profilirleme we nokatlaýyn zondirleme. Üznüksiz profilirleme seýsmiki barlagyň esasy usulyýeti bolup durýar, ýöne ony barmasy kyn ýerlerde hemişe ýerine ýetirip bolmaýar. Şomuň üçin izolirlenen synlary – seýsmiki zondirlemäni ýerine ýetirmeli bolýar, ol obýektiň gurluşy barada maglumaty onuň aýratyn bölekleri boýunça almaga mümkinçilik berýär. Zondirlemäni rekognastirowka işlerini – gysga wagtyň içinde giň territoriýalaryň barlaglaryny geçirmeli bolanda hem ulanýarlar. Adatça geçirilip durulýan syn ulgamlaryny ýokary tilsimatly we barlaglaryň deňagramlylygyny üpjün eder ýaly taslaşdyrýarlar. Ýöne taslaşdyrylýan wagty gaýtalanmanyň uly ýa-da pes ýalňyşlyklarynyň önüni alyp bolmasa gaýtalanyp durmaýan syn ulgamlaryny döredýär. Gury ýerde işleri geçirilende bu suwlaryň howdany, batgalyklaryň, relýefiň kert ýerleriniň, obahajalyk ekinleriniň, ýollaryň, gurluşlaryň we ş.m. bolmagy

bilen şertlendirilýär. Suwda geçirilýän işlerde, gämi bilen ölçeşler geçirilende onuň ýolunyň we bulanmalarynyň süýrelýän kabul ediş hatarlaryna täsir etmegi bilen şertlendirilýär. Ulgamyň gurluşy çeşme we kabul ediş punktlarynyň özara ýerleşişine we mukdaryna baglydyr, onuň ýerine ýetirýän maglumat toplamasyny bolsa profilde ýa-da meýdanda olary süýşirme häsiýetine baglydyr. Bu ýerde mümkin bolan kombinasiýalaryň dürlüligi, aýratyn hem meýdan syn ulgamlarynda örän ýokarydyr. Seýsmiki barlagynda köplenç meýdan ýazgylarynda signal/päsgelçilik gatnaşygyny ýokarlandyrmak maksady bilen çeşmeleriň we maýyşgak yrgyldylary kabul edijileriň toplumlamasyny geçirýärler.

2.6. Ugur boýunça synlar.

Ugur synlarynyň ulgamynyň esasy ugurlary – kabul ediş bazasynyň uzynlygy L, partlama aralygynyň uzynlygy l we ulgamyň jemlenmegi N.

Kabul ediş bazasynyň uzynlygy bu şol bir çeşmeden çykan seýsmiki signalyň ýazgysyny geçiren uguryň uzynlygyna aýdylýar. Kabul ediş bazanyň uzynlygy seýsmokabuledijileriň ýerleşdirilişine deňdir, ol hem öz gezeginde seýsmiki stansiýanyň n seýsmokabuledişi

kanallarynyň we golaýyndaky kabul ediş toparynyň aralygy Δx bilen kesgitlenýär. Iki sany goňşy partlama punktlaryň aralygyna partlama interwaly diýip atlandyrylýar. Seýsmokabuledijileriň aralygy ýaly partlama interwalyň aralygy hemişelik bolýar. Kabul ediş bazasynyň partlama interwalynyň ikeldilen ulgamyna bolan gatnaşygyna seýsmiki syn ulgamlarynyň jemlenmegi diýilýär. Serpigen tolkunlar usulynda esasan köp gezekli kesip geçme usuly ulanylýar. Köp gezek kesip geçme ulgamynyň wajyp aýratynlygy kabul ediş bazanyň uzynlygyny partlama aralygynyň ululygyndan has uzyn bolmagydyr. Seýsmiki synlary geçirilýän döwürde yrgyldylary döretme punkty we kabul ediş bazasyny yzygiderli partlama interwalyna süýşirýärler. Seýsmiki synlaryň ulgamlaryny partlama punktlarynyň we kabul ediş bazanyň özara ýerleşişi boýunça merkezi we gapdal görnüşlerine bölýärler. Merkezi ulgamynda partlama punktlary hemişe kabul ediş bazasynyň merkezinde ýerleşendir, gapdal ulgamynda bolsa, onuň gyralarynda ýerleşdirilen ýa-da kabul ediş bazasyndan daşlaşdyrlandyr. Daşlaşdyrma aralygy birnäçe sany partlama interwalyna deň bolup biler. Seýsmiki synlaryň ulgamlaryny dürli görnüşler bilen şekillendirmek bolar. Has oňat we sygymly olary ýazylan seýsmiki tekizlikde şekillendirmek bolýar. Bu usul ulanylanda gorizonta çyzygy, şol bir wagtyň özünde uguryň çyzygysynyň göz önüne getirýän

çyzgyda, yrgyldy döredilýän punktlary hem görkezilýär. Ugurdan kabul ediş bazalary göni çyzyk hökmünde, oňa laýyk çeşmeden $\pm 45^0$ burç bilen çykýan edip şekillendirilen. Merkezi kabul edişde kabul ediş ulgamy iki çyzyga bölýärler, öz partlamasyz laýyk gelýän punktdan $+45^0$ we -45^0 bilen çykýan, gapdal ulgamyndabolsa kabul ediş bazasy partlama punktyndan sagda ýerleşen ýagdaýynda $+45^0$ we çepde ýerleşen ýagdaýynda -45^0 .

2.7. Döwülen (baş) tolkunlar usuly.

Seýsmiki barlagynda, döwçlen tolkunlar usulynda döwülen tolkunlara laýyk gelýän yşyk ýollary boýunça ýer jümmişinden geçip, ýer ýüzüne gaýdyp gelýän seýsmiki energiýany ulanýarlar. Adatça bu usuly seýsmiki tolkunlaryň ýaýramasynyň dürli tizlikleri bolan gatlaklary bölýän döwüji çäkleriň ýerleşişini kesgitlemek üçin ulanýarlar, ýöne ony wertikal ýa-da gorizental boýunça tizlikler haýal üýtgeýän ýagdaýynda hem ulanýarlar.

Döwülen tolkunlar usuly ylmy we tehniki meseleler çözüleninde giň ulanyşa eýedir: takyk inžener – geofizik barlaglaryndan ýer gabygynyň ýa-da litosferanyň gurluşyny öwrenmeklige niýetlenen uly ölçegli tejribeleri geçirmeklik. Döwülen tolkunlar boýunça ölçegler serpigen tolkunlar usuly

boýunça alnan maglumatlar teswirlenende seýsmiki tolkunlaryň tizlikleri boýunça gymmatly maglumaty berip bilýär. Ondan başga-da STU ýerüsti barlaglarynda bellenen döwülen tolkunlaryň ilkinji wagtlary PTA-ň aşagyny kartalaşdyrmaga mümkinçilik berýär. Goşmaçalaryň giň dürliligi şonça-da giň dürli meýdan synlarynyň we teswirlemeleriň usullaryna getirýär.

Döwülen tolkunlar usulynda göni kinematiki meseleler.

Durnukly ýarymgiňişlikde ýatan aşagy tekiz gyşaran durnukly gatлага seredip geçeliň. Gatlagyň erkin üstüni koordinatalaryň dekart ulgamynyň O_{xy} tekizligi bilen gabatlaşdyrallyň, Z okuny aşak indireliň. Nokatlaýyn çeşmäni koordinatalaryň başynda ýerleşdireliň we O_x okuny gatlagyň aşagynyň ýaýrama uguryna kese ugrukdyrallyň. Boý tolkunlaryň gatlakda we maýyşgak ýarymgiňişlikde laýyklykda V_1 we V_2 diýip belläliň. Suratdan görnüşi ýaly h_0 çeşme punktynyň hem-de h_1 kabul ediş punktynyň ses çuňluklary öz aralarynda $h_1 = h_0 + x \sin \varphi$ gatnaşygy bilen baglydyr, bu ýarde φ -gatlagyň aşagynyň gyşarma burçy. Baş tolkunynyň P nokada gelme wagty: $t(x) = (OB + AC)/V_1 + (AD - AB - CD)/V_2$,
 ýöne $OB = h_0 / \cos i$; $AD = x \cos \varphi$; $AB = h_0 \operatorname{tgi}$; $CD = h_1 \operatorname{tgi}$.
 Agzalanlary hasaba alyp $t(x)$ üçin alýarys:

$$t(x) = \frac{2h_0 + x \sin \varphi}{V_1 \cos i} + \frac{x \cos i \varphi - 2h_0 \cdot \operatorname{tg} i - x \cdot \operatorname{tg} i \cdot \sin \varphi}{V_2} = \frac{2h_0 \cos i}{V_1} + \frac{x \sin(i + \varphi)}{V_1} \quad (27)$$

Eger-de döwüji çäk garşylyklaýyn ugurda ýatýan bolsa (kabul ediji punktdan çeşmä çenli), onda $h_1 = h_0 - x \sin \varphi$ we

$$t(x) = \frac{2h_0}{V_1} \cos i + \frac{x \cdot \sin(i - \varphi)}{V_1} \quad (28)$$

ýokarky iki formulany birleşdirip şu aşakdaky formulany almak bolar:

$$t(x, h_0) = \frac{2h_0}{V_1} \cos i + \frac{x}{V_1} \sin(i \pm \varphi) \quad (29)$$

Bu alnan aňlatmada “plýus” belgisini çäk kabul ediji tarap gyşaranda alynýar, “minus” belgisi bolsa çeşmä tarap gyşaranda alynýar; $t(x, h_0)$ bolsa ses çuňlugynyň h_0 çeşme punktynyň aşagynda ýerleşýändigini görkezýär.

Şeýlelik bilen göni burçly koordinatlarda (x, h_0) tekiz gyşarma çäk üçin döwülen tolkunynyň godografy – bu (x_n, t_n) koordinatly nokatdan O_x okuna O burç bilen çykýan ýarymgönidir: $\operatorname{tg} O = \frac{d t(x)}{dx} = \frac{\sin(i \pm \varphi)}{V_1}$ (30)

$\left(\frac{d t(x)}{dx}\right)^{-1}$ ululygy haýal tizlik diýip atlandyryrlar. $V^* = V_1 * \sin(i \pm \varphi)$
 $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$ hasaba alsak, alýarys: $V^* = V_2 \frac{\sin i}{\sin(i \pm \varphi)}$ (31)

Şu ýokardaky aňlatmadan görnüşi ýaly hyýaly tizlik ululygy boýunça çäk tizliginden geçýär (döwüji çägiň aşagyndaky gatlakdaky tizlik), ol partlama punktyndan başlap

galma ugruna tarap profiliň ugury boýunça belleme amala aşyrylanda peselýär. Baş tolkunynyň gelmesi ilkinji gezek belleniljek syn profiliniň nokatlarynyň koordinatlary (x_n nokady), şeýle hem $t_n = (x_n)$ wagty $BC = O$ şertinden aňsat kesgitlemek bolar: $x \cos \varphi = 2 h_o \operatorname{tg} i - x \operatorname{tg} i \sin \varphi = BC = O$.

Bu deňlemäni çözüp, tapýarys: $x_n = 2h_o \frac{\sin i}{\cos(i \pm \varphi)}$; $t_n = \frac{2 h_o}{V_1} \cdot \frac{\cos \varphi}{\cos(i \pm \varphi)}$ (32)

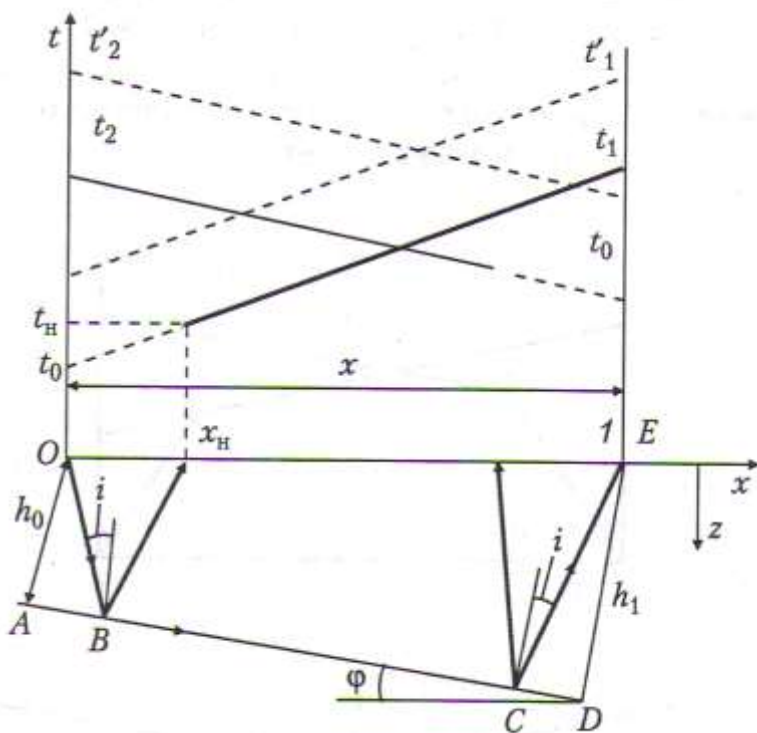
Gorizonta ýatan döwürji çäk bolan, alýarys: $x_n = 2 h_o \operatorname{tg} i$; $t_n^2 (2h_o/V_1) \cos i$

Döwürji tolkunynyň godografyny t ok bilen kesişýänçä dowam etsek ol okda bölek kesilip aýyrylýar: $t_o = (2 h_o/V_1) \cos i$. Döwürlen tolkunynyň godografyň başky nokadynda tolkunynyň kritiki burç bilen serpigen ýşyklary we baş tolkunynyň ilkinji ýşygy özara gabat gelýärler. (32) aňlatmadan gelip çykyşy ýaly döwürlen tolkunlaryň syny kabul edijileriň çeşmeden kesgitli aralyga daşlaşanda mümkindir, has takygy $x > 2 h_o \operatorname{tg} i$. Bu şert döwürlen tolkunlar usulyňy serpigen tolkunlar usulyndan düýbünden tapawutlandyrýar.

2.8. Döwürlen tolkunlar usulynda syn ulgamlary.

Döwürlen tolkunlar usulynda işler geçirilende tolkunlary ynamly ýüze çykarmaga we olary bütün öwrenilýän meýdança

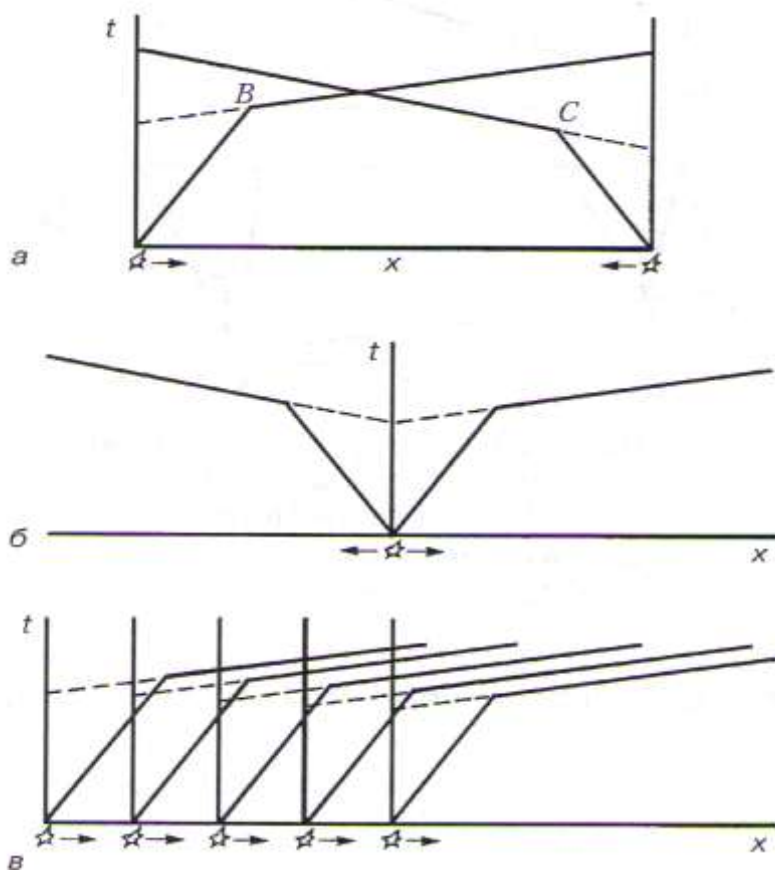
boýunça üpjün syn ulgamlary ulanýarlar. DTU-ň meýdan syn ulgamlarynyň standart ulgamy öz içine: profiliň ugurynda her bir enjam goýulmasynda iki gyrada yrgyldylary döretmek we her bir partlama punktyndan profiliň ugurynda seýsmiki tolkunlaryň ilkinji gelmelerini bellemekden alýar (*sur 15a*). 14-nji surata seretsek, döwürji çägiň diňe merkezi bölegi döwürlen tolkunlaryň ýşyklary bilen ýşyklandyrylandygyny görýäris.



Surat 14 Döwürlen tolkunlar usulyňyň göni kinematiki meselesiniň çözüti
çyzgysy: t_1 -göni godograf, t_2 -garşy godograf, t_3 -ýetiji godograf

Şeýlelik bilen profiliň gapdaldaky nokatlarynda hasaplanyljak döwüji çäkleriň çuňluklary göni ölçelen ululyklar bolmaýar. Olar döwülen tolkunlaryň hakyky ýaýran, belli bolan has gysga kesimi boýunça çägiň geometriýasynda ektropolirlener. Döwüji çäkleri ugur boýunça garşylyklaýyn ýaýramalaryň bütin uzynlygy boýunça yzarlamak zerurýeti ýüze çyksa olary kesip geçýän aýratyn synlary ýeine ýetirmek zerurdyr. Onuň maksady döwüji çägiň hemme ýerinden kritiki burç boýunça döwülen tolkuny bellemekdir. Şeýlelik bilen kabul ediji ýaýramanyň her bir ýerleşişinde garşylyklaýyn godografy almakda tolkun döretmäni sag we çep gapdallarynda amala aşyrýarlar we soňra bütin belleýji gurnawy käbir ädim bilen profil boýunça süşirýärler. Standart garşylyklaýyn godograflardan başga-da tekiz gyşarma çäkler üçin DTU-ň seýsmiki maglumatlaryny teswirlemek üçin maglumatlaryň doly ulgamyny almagyň beýleki usullary hem bardyr. Olara Simmetriki synlaryň usulyýeti we yzyndan ýetiji godograflar usulyýeti boýunça profilirleme degişlidirler. Simmetriki synlaryň usulyýeti partlamanyň merkezi punktyndaniki taraplaýyn yrgyldylary bellemekden durýar (*sur 15b*). Yzyndan ýetiji godograflar usuly usuly kabul ediji ýaýramanyň çäginde käbir aralyga çykarlan çeşmeden baş tolkunynyň ilkinji gelmelerini bellemeklikde durýar. Yzyndan ýetiji godograflar

alnandan amala aşyrýarlar, ondan soňra bolsa belleýji gurnawy profil boýunça süýşirýärler.



Surat 15 DTU dürli syn ulgamlary.

2.9. DTU meýdan synlarynyň usulyýeti.

Döwülen tolkunlar usulynyň örän gowy aýratynlygy gatlakly galyňlygyň ýarymgiňişlikde ýa-da has uly galyňlygy bolan giniňlikde ýatanda şol gatlakly galyňlykdan serpigen tolkunynyň ýer üstünde gelip ýetişýän wagty beýlekilerden has çalt bolar ýaly edip synlamaga mümkinçilik bermegindedir. Döwülen tolkunlaryň bu özboluşlygyny inžener-geologiki ýa-da gidrogologik meseleleri, mysal üçin gowşak bagly hem-de berkän ýa-da suwly hem-de gury çökündileriň araçägini tapmak boýunça meseleleri çözmekden ulanylýar.

DTU-da kabul edijileriň arasyndaky ädimi şu aşakdaky şert boýunça saýlaýarlar:

$$\Delta x < V \cdot T \text{ görn}/2 \quad (33)$$

bu ýerde: T görn – bellenilýän impulsalaryň görünýän döwri. Δx ululygy kesimiň ýokarky bölegi öwrenilende 2-3m üýtgeýär hem-de kesimiň çuň bölekleri öwrenilende 100mwe ondan köp üýtgeýär. Döwülen tolkunlar serpigen tolkunlara görä hemişe pes ýygýlyklar bilen bilen tapawutlanýandygy sebäpli, ýagny bellenilýän impulsalaryň uzynlygynyň ulydygy sebäpli, döwülen tolkunlar usulynda adaty ýöriteleşdirilen pes ýygýlykly seýsmiki kabul edijiler ulanylýar. Kabul ediji gurnawyň uzynlygyny döwülen tolkunlaryň godografynyň şekilini ayk kesgitläp bolar ýaly edip saýlap alýarlar. Çözülýän meselelere

baglylykda ol birnäçe onlarça metrden 3-6km (ilkinji gelmelerde maksatlaýyn gorizontaldan döwülen tolkunlary bellemek üçin) bolup biler.

Syn çuňlyklarynyň göni we döwülen tolkunlaryň godograflarynyň kesişme nokadyndan aňyrdadygyny kepil geçmek üçin DTU profillerini meýilleşdirilende olaryň uzynlygyny uzynlygyny öwrenilýän çuňlukdan 5-10 esse uly bolar ýaly edip almaly, ýöne her bir aýratyn ýagdaýda onuň uzynlygy çuňluk boýunça tizlikleriň ýaýramagyna baglydyr. Profiliň uzynlygyny ulaltmagyň talaby Döwülen tolkunlar usulynda çuň ýatan gorizontlardan serpigen tolkunlar çeşmeden uly bolmadyk daşlykda bellenilýär.

Hemme ölçeglerdäki DTU profilirlenmesinde ýaýrama bazasyny uzaltmak zerurlygy ýüze çykynda ony hyzmat etmek boýunça çylşyrymlylyklar köpeliýär. Şunuň ýaly tehniki tapwutlaryňnetijesi hökmünde DTU profillerinde ulanylýan syn ulgamlaryň köp dürliligi bolup durýar. Şeýlelikde gurluşyk meýdançalarynda ýerasty suwlaryň derejesini we fundamentiň dag jynslaryny üstüni kesgitlemek üçin geçirilýän pes çuňluklar barlalarynda çeşmä çenli 100m golaý aralyklardan yrgyldylary bellemek ýeterlikdir iki ýagdaýdaky üstler gowy döwüji çäk bolup durýar). Şol bir wagtda seýsmiki kabul edijiler köp içegeli kabel bilen 24 kanally seýsmiki stansiýa birikdirilýär. Gaçýan ýükli ýönekeý gurnaw (mysal üçin demir

plastina urýsan çekiç) bolsa şunuň ýaly gysga aralyklarda tolkunlary bellemek üçin ýeterlik energiýa berýär. Şunuň ýaly çeşmäniň agdyklyk edýän ýygylgy 70Gs-den geçýär, talap edilýän tolkunlaryň ylgaw wagtyň takyklygy bolsa 1,0ms. Şunuň ýaly synlary iki sany operator ýeňillik bilen ýerine ýetirip bilýärler.

Beýleki topardan gury ýerdäki ýer gabygyny öwrenmek üçin niýetlenen seýsmiki profilleri adatça 250-300km. uzynlyga eýedir. Seýsmiki tolkunlaryň girişlerini garaşsyz hereket edýän seýsmiki stansiýalaryň golaýynda bellemelidir. Olar radio boýunça wagt koduny kabul edip, belleniýän yrgyldylary wagt boýunça biri-birine baglaýarlar. Seýsmiki profiliň bütin uzynlygyna ýeterlik derejede energiýa bermek üçin örän ýokary güýjenmeli çeşmeler talap edilýär, mysal üçin deňizde ýa-da köllerde partlamalal ýa-da karýerlerde uly partlamalar. Şunuň ýaly çeşmeleriň agdyklyk edýän ýygylgy – 20Gs-den pesdir. Şunuň ýaly tejribeler geçirilende öwrenijileriň köp sanly partiýalary gatnaşmalydyrlar.

2.10. Serpigen tolkunlar usuly.

Serpigen tolkunlar usulynda dürli akustiki berkligi bolan, ýer jümmişinde bar bolan gurşawlaryň arasyndan serpigen signallaryň ylgaw wagty ölçenilýär. Köplenç tolkunlar

bilen barlaglar dag jynslaryň pes gyşaran görnüşleri bolan çökündi gatlaklarynda geçirilýär. Bu ýagdaýlarda tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri gorizontala görä deňeşdireniňde (bir gatlagyň içinde radial çalşyklaryň bolýanlygy sebäpli) uly derejede çuňluk boýunça üýtgeýär (aýratyn gatlaklaryň fiziki özboluşlyklarynyň tapawutlylygy sebäpli).

Serpigen tolkunlar usulynda syn ulgamlary.

Serpigen tolkunlar usulynda esasy maglumaty serpigen tolkunlaryň godograflaryndan alýarlar. Godograflary almaklyk diňe STU seýsmogrammalarynda dag jynslaryň laýyk bölünme çäklerinden serpigen tolkunlar ynamly bölünen wagtynda mümkindir. Onuň üçin şu aşakdaky şertleri ýerine ýetirmek zerurdyr:

- a) Çeşmäniň güýjenmesi hemme gyzyklandyryýan çäklerden serpigen tolkunlar adaty päsgelçilikleriň derejesinden has uly bolmalydyr.
- b) Kabul edijileriň aralyklary şol bir çäkden serpigen tolkuny anyk böler ýaly bolmaly.
- c) Kabul ediji ýaýramanyň uzynlygy (gdografyň uzynlygy) V_{eff} ynamly kesgitlemäge mümkinçilik bermeli.
- d) syn ädimi (profiliň ugury boýunça бүтін ölçеýji gurnawyň süýşirilýän aralygy) meýdançanyň hemme

ýerinde maksatlaýyn gorizontlary üzniksiz yzarlamagy üpjün etmelidir.

Çeşmäniň görnüşini saýlap almaklyk (ýeriň üstünde ýada çuňlukda) işleriň geçiş şetrleri bilen kesgitlenilýär. Şol bir wagtda gerek bolan güýjenmäni bir görnüşli çeşmeleri toplamak arkaly gazanmak bolýar. Çuňlukda ýerleşdirilen çeşmeler partlaýjy serişdeleri ulanýarlar, olaryň ýerleşdirilişi bolsa üst tolkunlaryň güýjenmesini peselder ýaly edýärler.

Maýyşgak tolkunlary kabul etmek üçin STU-da boý tolkunlary üçni werikal seýsmiki kabul edijileri we kese tolkunlary üçin gorizental seýsmiki kabul edijileri ulanýarlar. Buköplenç ýagdaýlarda kesimiň ýokarky böleginiň 30-50m. galyňlykda gowşak bagly dag jynslaryndan ybaratlygy bilen şetrlendirilýär. Bu çökündiler pes tizlikler araçäginde emele getirýärler. Bu araçäkde boý tolkunlaryň tizlikleri 300-800m/sek. Serpigen tolkunlaryň yşyklary PTA aşaky çäginde döwürde wertikala golaý hereket edýärler, kese tolkunlar bolsa profile gorizental hereket edýätlär. Şeýlelik bilen wertikal seýsmiki kabul edijiler boý tolkunlaryny, gorizental seýsmiki kabul edijiler bolsa kese tolkunlaryny belleýärler.

Kabul ediş punktlarynyň arasyndaky aralygy öwreniliş 500m. geçmese birnäçe metr we 500m. çuň bolsa 25-50m. dişip saşlap alýarlar. Synlaryň şunuň ýaly ädimine şol bir gorizontdan serpigen tolkunlaryň gelme wagtynyň tapawudy

kabul edijiniň çepmeden daplapmasy uly bolmadyk halatynda millisekundyň böleginde, kabul ediji çeşmeden uly aralyga daşlaşdyrylanda bolsa birnäçe millisekunt bolýar. Rugsat berilýän süýşme bellenilýän impulslaryň görünýän periodynyň ýarysyndan geçmeli däl, diýmek

$$\Delta x < VT_{\text{görün}} / 2. \quad (34)$$

Kabul ediş ýaýramanyň uzynlygyny – umumy dörediş punkty usulynda (UDPU)

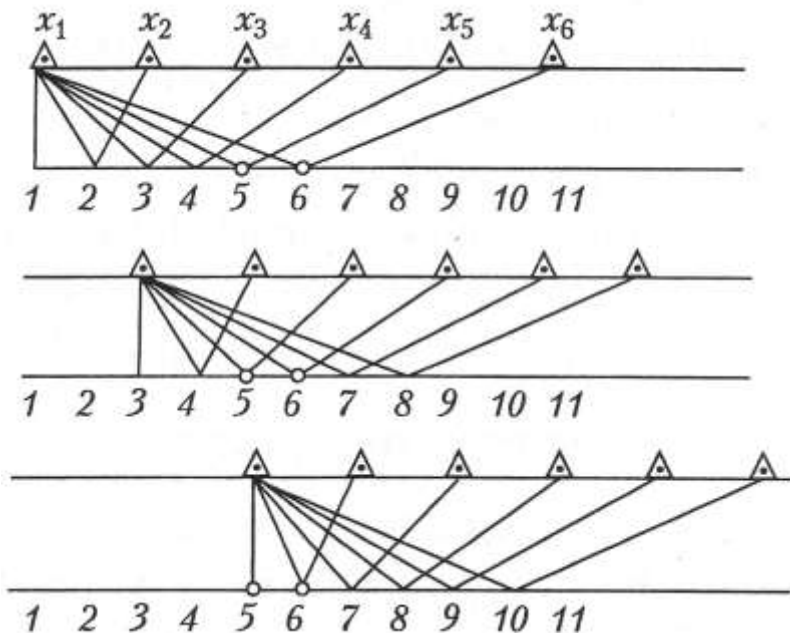
$$X_m^2 (n-1) \Delta x$$

diýip alýarlar, bu ýerde n-kanallaryň sany we iň çuň maksatlaýyn gorizontyň tapawudy $t(x_m) - t(0)$ 30-50ms pes bolmaly şerti bilen saýlap alýarlar. Profil boýunça ölçeýji gurnawy adatça $0,5x_m$ ädim bilen süýşirýärler. Öwrenilýän meýdançada profilleriň arasyndaky aralygy işleriň ölçegi boýunça saýlap alýarlar. Olar takyklama işlerinde birnäçe onlarça metrden 500-1000m we ondan hem köp bolup biler.

Synlary merkezi we gapdal ýaýramasy usullary bilen alnyp barylýar. Merkezi usulynda çeşmäni hemişe kabul ediji ýaýramanyň merkezinde ýerleşdirýärler we godografyň iki sany ganatyny alýarlar. Gapdal usulynda çeşmäni profiliň çep ýa-da sag ganatynda ýerleşdirýärler we bir bitewi godografy alýarlar. Gapdal usulynda çeşmäni profiliň gyrasyndan ýerleşdirip ýa-da ondan daşlaşdyryp bolar.

UÇNU usulynda profiliň her bir syn nokadynda

çeşməniň hem-de kabul edijiniň simmetriki ýerleşdirilişinde birnäçe sany ýazgy almak zerurdyr. Şular ýaly ýerleşdiriliş mukdaryny kesip geçməniň jemi we geljekki işläp taýýarlamanyn mukdary kesgitleýär. Synlary şu aşakdaky ýaly alyp barýarlar. Syn nokatlaryny Δx hatarly profiliň ugurynda, ýaýrama gurnawyň ädimine gabat geler ýaly edip ýerleşdirýärler. Kabul ediji ýaýramanyň her bir ýerleşdirilişinde çeşmäni birinji kabul edijiniň ýanynda (daşlaşdyrylmasyz gapdal usuly) ýerleşdirýärler. Maýyşgak tolkunlary döretmekden we bellemeden soňra “çeşme-kabul ediş” ýaýramasyny profil boýunça bir ädim öňe süýşirýärler. Şeýlelik bilen çeşme we kabul edijiler profiliň ugury boýunça hemme syn nokatlarynda $x_1, x_2 \dots x_n$ zygider ýerleşýärler. Her bir syn nokadynda ölçeýji gurnawyň laýyk ýerleşişinde çeşme hem laýyk ýerleşer.



Surat 16 STU syn ulgamy.

16-njy suratda alty sany kabul ediji kanal üçin profilde ölçeýji gurnawyň birnäçe sany ýerleşişi getirilen. 5-nji çuňluk nokadynda üç sany “çeşme-kabul ediji” simmetriki daşlaşdyrylmada serpikmeler alyndy. Bu diýmek profiliň x_3 nokadynda UÇNU godografy üç sany ýaýramanyň netijesinde $l = 0; \Delta x; 2\Delta x$ ýa-da $L=0; 2\Delta x; 4\Delta x$ alyndy.

Şeýlelik bilen, meýdan seýsmiki gözleg işleri çylşyrymlaşdyrylanda (UÇNU-da) we alnan maglumatlary has kämil işläp taýýarlamanyň netijesinde häzirki wagtda dürli päsgel tolkunlary almak mümkin boldy. Bu olary oňat yzarlagy

hem-de takyk maglumat almagy üpjün etdi. Köp gezekki syn ulgamlary we işläp taýýarlamanyň kämil usullary ýeterlik derejede takyklyk bilen kesimiň ýokarky böleginiň gurluşynyň durnuksyzlygyny takyk kesgitlemegi we seýsmiki barlaglaryň maglumatlary boýunça maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizliklerini kesgitlemegiň takyklygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Şunluk bilen seýsmiki usullar bilen gurluş we beýleki geologiki meseleleri çözmek bolýar. Mysal üçin serpigen tolkunlar usuly (nebit we gaz ýataklaryny gözlemekde we barlamakda esasy usul), ozal diňe serpikdiriji çökleriň geometriýasyny öwrenmek üçin ulanyp, häzirki wagtda çöküňdi gatlaklaryň düzümini, nebit we gazy saklaýjy dag jynslaryň kollektorlyk häsiýetini bahalandyrmaga, amatly ýagdaýda bolsa olaryň nebit-gaz doýgunlygynyň häsiýeti barada netije çykarmaga we bir hatar beýleki geologiki meseleleri çözmäge mümkinçilik berýär. Bu seýsmiki gözlegiň maglumatlary boýunça öwrenilýän gurşawlarda maýyşgak tolkunlaryň tizliklerini kesgitlemegiň takyklygy ýokarlananlygy we maýyşgak tolkunlaryň dinamiki aýratynlyklaryny geologiki teswirlemde has giň ulanyp başlananlygynyň hasabyna gazanyldy.

2.11. Synlaryň usulyýetleri we ulgamlary.

Seýsmiki barlagyň ol ýa-da beýleki usulynyň ýerine ýetirilişiniň optimal şertlerini üpjün edýän uzulyýetleriň jemine seýsmiki barlagyň usuly diýilýär. Çeşmäniň kabul ediji ýaýrama görä ýerleşişine, şeýle hem kabul ediji ýaýramanyň we çeşmäniň syn üstünde süýşirme usullary syn ulgamlary bilen kesgitlenilýär.

Ýer üsti we deňiz seýsmiki barlagynda öwrenilýän gurşawa tizlikleriň ýaýramasy barada maglumaty diňe çeşme bilen ýer üstünde ýerleşdirilen kabul edijileriň arasyndaky aralykda tolkunynyň gelme wagtynyň baglylygyny öwrenmek arkaly alyp bolar. Ýer üstündäki synlarda açylýan mümkinçilikler laýyk usulyýetler bilen göni kinematiki meseleler çözülende ýüze çykýar. Kesgitlenen kanunalaýyklyklar geljekde giňişlikde dag jynslaryň bölünmesiniň serpikdiriji we döwüji çäkleriniň ýerleşişini kesgitlemek üçin ulanylýar, şeýle hem öwrenilýän gurşawyň tizlik gurluşyny öwrenmek üçin ulanylýar.

Köp gezek serpigen tolkunlaryň kinematikasy.

Gatlakly galyňlykda her bir serpikdiriji çäk serpigen tolkuny döredýär, ol hem öz gezeginde çeşmeden çäge we çäkden ýeriň ýüzünde ýerleşdirilen kabul edijä tarap ýol geçýär. Bulara bir gezek serpigen tolkunlar diýilýär. Ýöne

tolkun her gezek gatlakly galyňlykda çäklere düşende serpikme emele gelyär. Bir gezek serpigen tokun erkin üste ýetip, ýene serpikýär we şonuň bilen galyňlygyny işine ýaýraýan täze tokuny başlaýar. Öz ugurynda bu tokun ýene-de öňünden çykan çäklerden serpigip, ýokary barýan tokunlary döredýär. Bu tokunlaryň arasynda şol bir çäkden birnäçe gezek serpigen tokunlar hem bar.

Käbir serpikdiriji çägi gurşap alýan galyňlygy birnäçe gezek geçen tokunlara köp gezek serpigen tokunlar diýilýär. Ýöne galyňlygyny içinde dürli çäklerden serpigen tokunlar hem ýüze çykýar. Bular ýaly tokunlara bölekleyin tokunlar diýilýär.

Köp gezek serpikmeler adatça bir gezek tokunlara köp gezek serpikmelere görä pes amplitudalara eýedir, sebäbi her serpikmede olenergiýasynyň bir bölegini ýitirýär. Ýöne köp gezek serpikýän tokunlaryň bir gezek serpigen tokunlaryň amplitydasyna golaý iki görnüşi bardyr. Olar birinjiden ýoldaş - tokunlar – guýyda döredilen tokunlar ýer üstünden ýa-da PTA-ň aşaky çäginde serpigip bir gezek serpigen tokunlardan edil yzyndan belleniýär, ikinjiden bolsa bir gatlakdaky rewberasiýa, deňiziň düýbinden hem-de üstünden serpikme netijesinde çeşmeden ýaýraýar.

Şeýlelik bilen profildäki her bir syn nokadyna köp sanly serpigen tokunlar gelyär, olaryň arasynda diňe bir gezek

serpigen tolkunlar Releýiň tolkuný ýaly durnukly päsgel tolkunlary bolup, peýdaly tolkunlary bölmekligi çylşyrymlaşdyrýar. STU seýsmogrammalarynda serpigen tolkunlaryň giperbolik şekillerini beýlekileriň arasyndan bölmekligiň prinsipial çylşyrymlyklary ýokdur. Emma bir gezek serpigen we köp gezek serpigen tolkunlaryň meýdanyny bölmek kyndyr, sebäbi olaryň ikisiniň godograflary hem giperbolik şekile eýedir. Bu bolsa teswirlemede ýalňyşlyga getirip biler. Şonuň üçin bu ýagdaýy aradan aýyrmakda ýörite meýdan synlary we maglumaty işläp taýýarlamak ulanylýar. Oňa “Köp gezek kesip geçme usuly” ýa-da “Umumy çuňluk nokady usuly” diýilýär.

Umumy çuňluk nokady usuly boýunça synlar.

Serpigen tolkunlaryň godograflary üçin aňlatmalar çeşme profilde berkidilen, kabul edijiniň ýerleşşi bolsa üýtgeýär. (umumy çeşme punkty usuly) saklamasy bilen çykaryldy. Şonuň ýaly aňlatmalar kabul ediji berkidilip çeşme punkty üýtgeýän usulyna hem çykaryp bolar.

(Umumy kabul ediş nokady usuly)

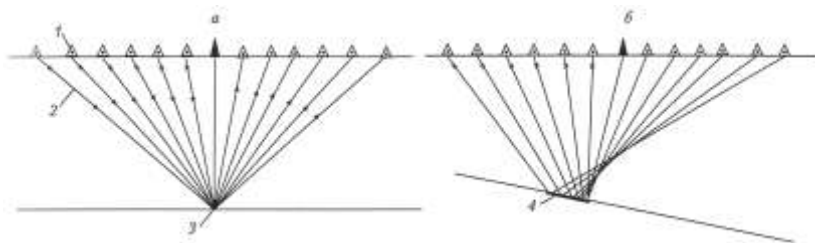
Häzirki wagtda umumy çeşme punkty usuly umumy çuňluk nokady usuly bilen gysylyp çykarlandyr. UÇPU we UKENU usullaryndan tapawutlylykda umumy çuňluk nokady usulynda çeşmäni we kabul edijini profiliň ugury boýunça

ondan berkidilen x_k käbir nokada görä degişlilikde simmetrik ýaýradylýar.

UÇNU usulynyň UÇPU usulyna görä esasy aýratynlygy ilkinji maglumatlary kompýuterde işlemek bilen durnukly päsgel – tolkunlary, ilki nilen köp gezek serpigen tolkunlaryň täsirini basyp ýatyrmakda bolup durýar.

Umumy çuňluk nokadynyň prinsipi gyşarma çäkleri bolan ýerde bozulýar, sebäbi bu ýagdaýda çuňluk nokady “çeşme-kabul ediji” ulgamyň orta nokadynda ýerleşmeýär we çeşmeden dürli daşlykda serpişme nokatlary deň gelmeýär (Surat 17 a we b).

Muňa garamazdan UÇNU usuly ýeterlik derejede ynamlydyr we UÇNU usuly ýeterlik derejede diýen ýaly “signal/päsgel” gatnaşygynyň gowy gatnaşyklaryny almaga mümkinçilik berýär.



Surat 17. Göni we egri çäkde umumy çuňluk nokadynyň serpişmesi.

Gorizontalk tekiz çäkde O orta nokadyna degişlilikde çeşmäniň we kabul edijiniň ýerleşişiniň simmetrikligi sebäpli, “çeşme-kabul ediji” ulgamyň hemme nokatlary üçin

serpikdiriji çägi boýunça serpikme nokady süýşirilmeyär. Bu manyda onuň özi umumy bolup durýar. Gyşarma çäginde serpikme nokady çägiň galma tarapyna süýşýär, şol bir wagtda onuň süýşmesi UÇPU görä pes bolýar.

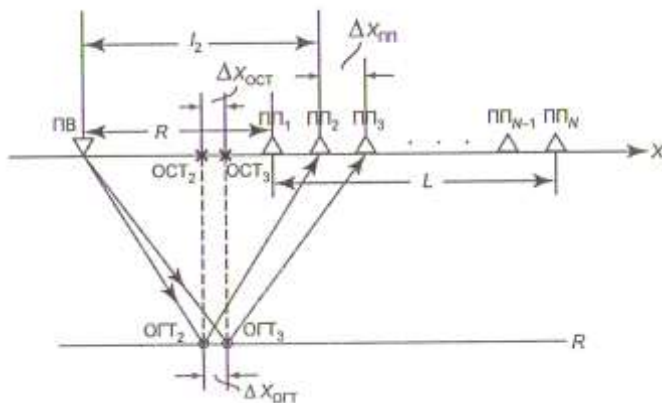
UÇNU godograflary giperbolalar, olaryň minimumy serpikdiriji çäk gyşaran ýa-da gorizontaldygyna garamazdan profiliň x_k nokadynda ýerleşen. “Çeşme-kabul ediji” ýaýramasynyň profilde x_k nokadyna görä gurşap alýan ýerleriniň mukdaryna kesip geçmäniň kratnylygy ýa-da jemi diýilýär. Kesip geçmäniň kratnylygy bir nokatdan näçe gezek maglumat alynjakdygyny kesgitleýär.

Peýdaly we köo gezek serpigen tolkunlary bölmekde çuňluk bilen tizligiň ösmegi uly oýnaýar. Sebäbi bir gezek serpigen tolkunlaryň tizligi köp gezek serpigen tolkunlaryňkydan uludyr.

2.12. 2D seýsmiki barlaglaryň setirli syn ulgamlary.

2D seýsmiki barlagynda hatarly we hatarsyz profilirlleme ulanylýar. Birnji ýagdaýynda çeşmeler we kabul edijiler bir hatarda ýerleşýär, ikinji ýagdaýda bolsa çeşme kabul ediş hatarna görä kese ýerleşdirilýär. Tejribede has uniwersal we tilsimatly hasaplanylýan hatarly profilirlleme agdyklyk edýär. Ol profiliň ugury boýunça synyň hatarly

bazasynyň süýşirilmegi bilen ýerine ýetirilýär (Surat 18). Şonuň ýaly bazanyň mümkin bolan konfigurasiýasynyň biri görkezilen, ol N kabul ediş punktlaryndan durýan seýsmiki ýaýramadan we bir çeşmeden durýar.



Surat 18. Setirleýin ugur profilirlеме syn bazasy.

Kabul ediş punktyndan çeşmä çenli aralyga distansiýa (daşlaşma) diýilýär. Göni ugurly hatarly profilde 1 distansiýanyň uzynlygy:

$$L = x_{KEP} - x_{\text{çeşме}}$$

bu ýerde: x_{KEP} we $x_{\text{çeşме}}$ çeşmäniň we kabul edijiniň koordinatlary.

Adatça, deň kabul ediş aralygy bolan x_{KEN} kabul ediş punktlary ýaýramalary ulanýarlar. Hatarly profilirlemde bu, distansiýa ädimi $\Delta l = \Delta x_{KEN}$ diýmegi aňladýar. N kabul ediş punktlary saklaýan L ýaýrama uzynlygy çetki KEN-ň aralygy bolup durýar:

$$L = (N-1) \Delta x_{KEN}$$

Ýaýramany bir ýa-da birnäçe çeşmeler bilen işleýärler. Eger-de profilirleme wagty her bir çeşmäniň ýerleşşi kabul edijiniň ýaýrama deňşililikde üýtgemeyän bolsa, onda oňa stasionar diýilýär. Syn ulgamynda çeşmäniň ýerleşşini P ululyk bilen kesgitläp bolar – çeşmäniň ýaýrama merkezinden daşlaşmasy. Körlenü hatarly syn ulgamlaryň şu aşakdaky gurluşlaryny ulanýarlar:

- merkezi çeşme – simmetriki ýaýrama: $P=0$
- gapdal çeşme – gapdal ýaýrama: $P>L/2$
- daşlaşdyrylan çeşme – daşlaşdyrylan ýaýrama:
 $P>L/2$

Daşlaşdyrylan ýaýramanyň çeşmeden KEP-e çenli R aralygy çeşmäniň daşlaşdyrylmasy diýilýär: $R=P-L/2$. Daşlaşdyrylan aralyk kabul ediş punktynyň ädimine bölünýär.

Bir taraplaýyn we garşylykly syn ulgamlaryny tapawutlandyrýarlar. Birinjisinde seýsmiki ýaýrama çeşmeden bir tarapa ýerleşdirilen, ikinjisinde çeşmeden iki tarapa ýerleşdirilen. Garşylyklaýyn ulgamlary, çeşme we KEP ýerini çalyşýan, özara nokatlary saklaýar. Şunuň ýaly syn ulgamlary kesgitli artykmaçlara eýe bolup, syn edilýän tolkun meýdanynyň işläp taýýarlamasynda mümkinçilik berýär.

STU seýsmiki barlagynda aglabasynda köp gezek kesip geçme usulyýetini ulanýarlar, güýçli päsgerleriň

goşulyşmagynda amatsyz şertler bolanda peýdaly tolkunlary bölmäge mümkinçilik berýär. Bu usulyýet umumy çuňluk nokady usuly diýip atlandyrylýan seýsmiki çäkleriň şol nokatlaryndan köp gezek serpikmeleri almaklyga niýetlenendir. Gorizonta-gatlakly gurşawda durnukly gatlaklary bolanda şol nokadyň syn hataryna geçirilmegi $x_{UÇNU}$ koordinatasyna eýedir, ol distansiýanyň ortasy bilen gabat gelýär:

$$x_{UÇNU} = \frac{1}{2}(x_{çeşме} + x_{KEP}) = x_{UON} \quad (35)$$

bu ýerde: x_{UON} – çeşme – KEP dürli jübütleri üçin umumy orta nokatlar distansiýasy. Hakyky seýsmogeologik gurşawy, adatça şonuň ýaly ýönekeý modelden çäkleriň burçlaýyn näsazlyklary we tizlik durnuksyzlygy bilen tapawutlanýar. Şol bir wagtda serpikme nokatlaryň gorizonta koordinatlary distansiýanyň merkezi bilen gabat gelmeýär. Şonuň üçin umumy orta nokat barada aýtmak dogrudyr, ol kesimiň çuňluk gurluşyna bagly bolmadyk syn tekizliginde geometriki faktor bolup durýar.

Syn ulgamlary seredilip geçilende wajyp gatnaşyklary göz önüne tutmak gerek: orta nokatlaryň (serpikme nokatlarynyň) ädimi x koordinatosy boýunça kabul ediş punktlaryň ädiminden iki pesdir we syn ulgamlaryň beýleki ululyklaryna bagly däldir:

$$\Delta_{UON} = \Delta x_{U\dot{C}NU} = \frac{1}{2} \Delta x_{KEP} \quad (36)$$

Serpikdiriji çäkleri köp gezek kesip geçmek üçin syn bazasyny x profili boýunça $\Delta x_{\text{çeşme}}$ diýip belläp, uly bolmadyk ädim süýşirýärler. Eger-de stasionar syn bazasynda çeşmeleriň mukdary m deň bolsa, onda seýsmiki çäkleri kesip geçmäniň K mukdary şu aşakdaky aňlatma bilen hasaplanylýar:

$$K = \frac{mN}{2d} \quad (37)$$

bu ýerde: $d = \Delta x_{\text{çeşme}} / \Delta x_{KEP}$ – syn bazasyna degişli ädim. Bu aňlatmada N we d ululyklaryň bahalary K mukdarynyň bütin san ululygyny üpjün eder ýaly bolmalydyr.

STU-da köplenň bir çeşme bilen işleýärler($m=1$) onuň ýerleşişi ýaýrama görä kesgitlenilýär, şol bir wagtda $\Delta_{\text{çeşme}}$ ädimi Δ_{KEP} ädime laýykdyr, d -bütin san. Şol ýagdaýdakesip geçme mukdary ýönekeý gatnaşyk bilen kesgitlenilýär:

$$K = \frac{N}{2d} \quad (38)$$

Keisp geçmäniň maksimal derejesi $K_{m,d}=N/2$ bazasynyň minimal süýşirilmesinde ýetilýär ($d_{\min}=1$). Kesip geçmäniň minimal derejesi $K_{\min}=1$ ýaýramanyň ýarysyna deň bolan ($d_{\max}=N/2$) syn bazasynyň maksimal süýşmesinde bir gezek üznüksiz profilirlämäni ýerine ýetirýär. Nominal (doly) kesip geçme mukdaryny (kratnylygy), (38) aňlatma bilen

kesgitlenilýär, ýöne baş we ahyrky ýaýramalar ýerleşenseýsmiki profiliň gyzalarynda üpjün edilmeýär. Bu ýerlerde gapdal, doly bolmadyk mukdar zonalary emele gelýär, ol ýerde kratnylyk K -dan 1 çenli hatarlaýyn peselip gidýär. Gapdal zonanyň uzaklygy ýaýramanyň uzaklygynyň ýarysyna deňdir, ýagny $L/2$.

Syn ulgamlarynyň grafiki şekilini çyzmaklyk olary taslamaga we tejribede ýerine ýetirmäge kömek edýär. Çeşmeleriň we kabul edijileriň az mukdarynda x profiliň hatarynda olary aňlatmak örän aňsatdyr. 19a suratda 3 sany çeşme-kabul ediş jübütleri berlen ($\Pi BA - \Pi \Pi B$, $\Pi BA^1 - \Pi \Pi B^1$, we $\Pi BC - \Pi \Pi C$) we serpigen tolkunlaryň yşyklarynyň laýyk traýektoriyalary görkezilendir. Çeşmeleriň we kabul edijileriň ýerleşişini hemme 3 synlarynda C distansiýanyň bir umumy nokady bolar ýaly edip ýerleşdirilýär. Şol bir wagtda synlaryň biri merkezi yşyk boýunça, ýagny C nokadynda çeşmäniň we kabul edijiniň birleşmesinde ýerine ýetirlendir. Surat 19b daşlaşdyrylan çeşme bilen profilirleme ýerine ýetirilýän 6 kanally ýaýramanyň iki sany goşy ýerleşdirilen mysallary görkezilen. ΠBA -da ýerleşdirilen çeşmede yrgyldylaryň ýazgysyny profiliň $B-G$ aralygynda geçirýärler. Soňra ýaýramany çeşme bilen bilelikde kanlyň ädiminiň ululygyna süýşürýärler we ΠBA^1 -da ýazgyny $B^1 - G^1$ aralykda ýerine ýetirýärler. Şol bir wagtda H umumy orta nokada birinji

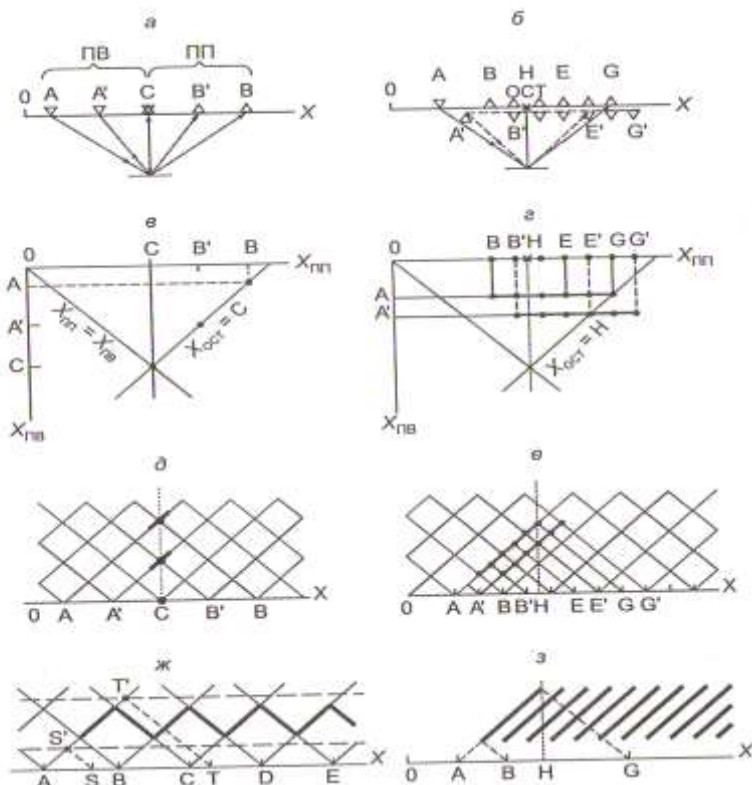
ýaýramada ПВА – ППГ syny jogap berýär, ikinji ýaýramada bolsa – ПВА¹-ППЕ¹ syny jogap berýär. Görşümüz ýaly göni profiliň ugrynda kesip geçýän seýsmiki ýaýramalaryň yzygiderliligini kanallaryň mukdary az bolanda-da anyk şekillendirmek çylşyrymlydyr.

Syn ulgamlaryň has görnükli şekili açyk profilde görkezilendir, haçan-da kabul edijileriň we çeşmeleriň koordinatlaryny iki sany ortagonal oklaryň oklarynda – x_{KEP} we $x_{\text{çäşme}}$ aýratynlykda görkezilýär. Surat 19w açyk profilde şol bir 3 sany syn nokatlar bilen getirilen. KEP we çeşme goşulýan pozisiýalarynda synlar koordinatlarynyň arasyndaky göni burçyň bissektrisasynnda ýatan nokat bilen şekillendirilýär. Bir UON-a degişli synlar nokatlar bilen şekillendirilýär. Bu mysalda hemme 3 synlar C UON-a degişlidir.

Sur 19r açyk profilde 196 syn ulgamyny görkezýär. H UON-a degişli synlar $x_{UON}=H$ gönide ýerleşen nokatlar bilen getirilen. Profil boýunça süýşirilýän köp kanally ýaýramanyň şunuň ýaly şekillendirilişi çylşyrymly däldir, ýöne uzak profiller üçin syn ulgamyny şekillendirmek örän uly bolýar, sebäbi grafiğiň meýdany profiliň uzaklygynyň kwadratyna proporsionaldyr.

Biziň seýsmiki barlagymyza syn ulgamlaryny umumylaşdyrylan tekizlikde şekillendirmek kabul edilen, ony açyk profilde onuň koordinatlar okuny 45^0 öwürmek bilen

alýarlar. Syn ulgamlaryny şunuň ýaly getirme aýdyňlygy we ykjamlygy bilen tapawutlanýar (sur8.2 g.e). Umumylaşdyrylan tekizligiň ortogonal tory profiliň gorizonta uguryna 45° burç bilen gurlan. Bu ýerde islendik seýsmiki syny nokat bilen şekillendirilýär, ol koordinatlar çyzygynyň ugurynda x profiline iki sany getirmä eýedir.



Surat 19. Setirleýin syn ulgamlaryň şekilleri.

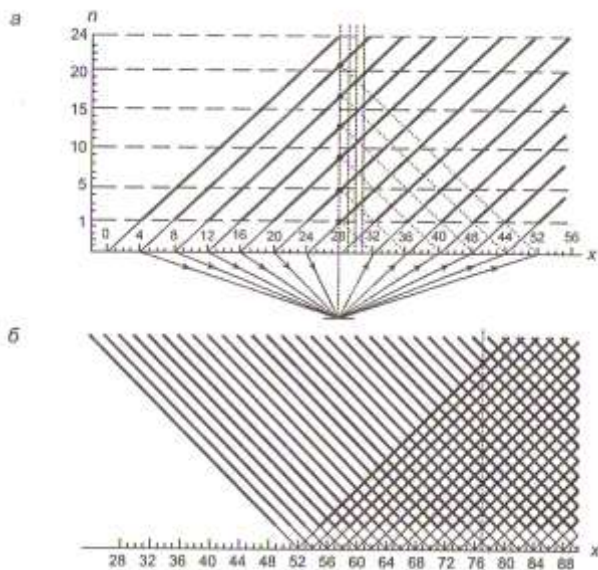
8.2g suratda umumylaşdyrylan tekizlikde getirilen C UON-a degişli bolan 3 sany synlar getirilen. Görnüşi ýaly hemme 3 sany nokatlar C UON-dan geçip gidýän bir wertikalda ýerleşendir. Şol bir wagtda nokadyň profiliň üstünde ýerleşiş beýikligi distansiýanyň ýarysyna deňdir. Çeşmäniň we KEP pozisiýalary garyşanda synlar x profiliň ugurynda nokat bilen şekillendirilýär. Bi zady aýratyn belläp geçmeli, çeşme bilen kabul ediji ýerini çalyşanda, umumylaşdyrylan tekizlikde jübüt özara synlara şol bir nokat gabat gelýändir. Bir tarapdan şunuň ýaly özboluşlyk amatsyzdyr, sebäbi seýsmiki ýazgylarda tolkunlary tapawutlandyrmak üçin ulanylýan özaralyk prinsipiniň grafiki aňladylşy bolup durýar. Beýleki tarapdan bolsa bu özboluşlyk umumylaşdyrylan tekizlikde şekillendirilen nokat boýunça çeşmäniň we kabul edijiniň ýerleşişini kesgitlemekde düşnüksizligi döredip biler. Şunuň ýaly düşnüksizligi ýönekeý goşmaça belgini: çeşmäniň ýerleşişini fiksirleýän profiliň hataryna onuň getirmesiniň uguryny gärkezýän kese çyzygy ulanyp aýyryp bolar. (sur 8.2g). Syn ulgamlaryň hatarly bazasy umumylaşdyrylan tekizlikde gyşardylan çyzyk bilen şekillendirilýär, onda aýratyn kanallara laýyk gelýän nokatlar ýerleşdirilen. Kesimi profiliň uguruna göni getirmek çeşmäniň ýerleşişini, gyşarma burç bilen getirilen çyzyk bolsa seýsmiki ýaýramanyň ýerleşişini görkezýär.

Sur 19e umumlaşdyrylan tekizlikde iki sany 6 kanally synlar getirilen. Olar iki sany kesimler bilen şekillendirilen, profiliň uguryna göni getirilen çeşmeleri, gyşarma burç bilen getirilen bolsa ýaýramanyň uguryny görkezýär. OCT H (IIIIG we IIIIE) degişli ýaýrama kanallary şol nokatdan geçýän wertikal çyzykda ýerleşdirilen.

Sur 193 umumlaşdyrylan tekizlikde 6 kanally ýaýramanyň profil boýunça köp gezek süýşürme bilen emele gelen syn ulgamyny görkezýär. Syn ulgamynyň bu berlen ululyklarynda ($N=6$, $\Delta x_{\text{çeşme}} = \Delta x_{\text{KEP}}$) üç gezek kesip geçme üpjün edilýär ($K=3$). Grafiki taýdan kesip geçmäniň gaýtalanmasy berlen UON-dan wertikal çyzyklaryň kesip geçmeleriniň mukdary bilen kesgitlenilýär. Sur 8.2 3 syn ulgamynyň ýönekeý şekilini berýär, onda aýratyn kabul ediş punktlary görkezilmän diňe ýaýramanyň bölegi görkezilen. Şunuň ýaly adaty syn ulgamlary şekillendirmegiň lakoniki usuly tejribede köp ulanylýar.

Umumlaşdyrylan tekizlikde syn ulgamyny gurmak aňsatdyr. Goý, çeşme A nokadynda ýerleşdirilende bizi gyzyklandyrýan tolkun ST profiliň aralygynda yzarlama zonasyna eýedir (sur 19ж). Bu aralygy A-dan çykýan koordinatolar çyzygyna getirsek S^1 we T^1 nokatlaryny taparys. Ondan geçýän gorizontaý çyzyklar umumlaşdyrylan tekizlikde tolkunyny yzarlama zonasyny görkezýän aralygy çäklendirýär.

Taslanylýan syn ulgamyň şekili şol aralygyň içinde ýerleşmelidir. Bu ýerde syn ulgamyn mümkin bolan wariýantyny görkezilen, haçan-da kabul ediş bazasy BC aralygynda saýlanyp alynýar we maksatlaýyn tolkunyň bir gezek üznüksiz yzarlamasy üpjün edilen: BC bazasynda synlary ПБА we ПВД bilen ýerine ýetirilýär, goňşy bazada bolsa CD bazasynda ПВВ we ПВЕ bilen ýerine ýetirilýär we ş.m. Şol bir wagtda dürli bazalarda synlar özaralary bilen birikdirilendir. Ol nokatlar syn ulgamynyşekillendirýän döwür çyzygyň burçdaky nokatlary bolup durýar. Saýalanyp alnan syn ulgamyny profilde jübüt özara nokatlara eýedir: A we C, B we C, B we D, C we D we ş.m.



Surat 20. Köp gezek kesip geçme setirleýin syn ulgamy.

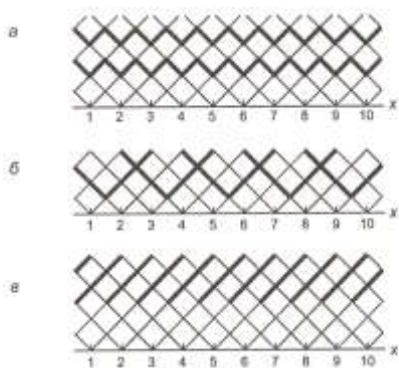
STU-da agdyklyk edýän köp gezek kesip geçme usulyýeti boýunça ugurlaýyn profilirlenmäniň hatarly ulgamyny takyk seredip geçeliň. Sur 20a umumylaşdyrylan tekizlikde bir sany daşlaşdyrylan çeşmeli 24 kanally ýaýrama bilen ýerine ýetirilýän 6 gezek kesip geçýän ulgamy görkezýär. Ýaýrama kanallaryň ädimi 2 sany birlige deňdir ($\Delta x_{KEP}=2\text{birl.}$), ýagny umumy orta nokatlar $\Delta x_{UON}=1\text{birl.}$ ädim bilen gelýärler. Ýaýrama uzynlygy $L=46$ birl. bolanda, çeşmäniň daşlaşdyrylmasy $R=8\text{birl.}$ Profil boýunça ýaýramanyň süýşirilmeginiň ädimi $\Delta x_{\text{çeşme}} = 4\text{birl.}$ Umumylaşdyrylan tekizlikde syn ulgamyň şekillendirilişi wertikal şkala bilen doldurylan, onuň köçegi bilen her ýaýramanyň islendik kanalyňyň n nomerini, ýagny meýdan seýsmogrammasynyň islendik trassasyny aňsat kesgitläp bolýar. Eger-de profili 0 çeşmeden işläp başlasalar (KEP 8-54), onda doly gaýtalanmaly (6gezek) kesip geçme 24 UON-dan başlap üpjün bolar. Sur 20a mysal hökmünde UON28 degişli kanallar (trassalar) bölünen we onuň üçin serpigen tolkunlaryň yşyklar çyzgysy berlen. Görnüşi ýaly UON28 4,8,12,16,20,24 çeşmelerinden meýdan ýazgylarynyň ääýyklykda 21,17,13,9,5,1 trassalary degişlidir. Soňraky şu sany UON-a şol meýdan ýazgysynyň beýleki trassalary degişlidir: UON29 – 22,18,14,10,6,2 trassalary degişlidir. Şeýlelik bilen, berlen syn ulgamy trassalaryň nomerleri, ýagny kabul ediş punktlarynyň aralyklary bilen

tapawutlanýan umumy orta nokatlarynyň 4 sany dürlüligini emele getirýärler. Her görnüşini UON-y profil boýunça 4birl. ädim süýşirýärler.

24 gezek kesip geçmäniň garşylyklaýyn ulgamy 206 suratda getirilen. Ony iki sany daşlaşdyrylan çeşmesi bolan 24 kanally ýaýrama, ýa-da ýaýramanyň içinde şonuň ýaly daşlaşdyrmaly bir merkezi çeşmesi bolan 48 kanally ýaýrama bilen ýerine ýetirip bolar. Tejribede ikinji wariýantlar has rasionaldyr. Ýaýramanyň profil boýunça süýşirilmesi kanallaryň ädimine deňdir: $\Delta x_{\text{çeşme}} = \Delta x_{\text{KEP}} = 2\text{birl.}$ çeşmäni daşlaşdyрма $R = 3\Delta x_{\text{KEP}} = 6\text{birl.}$ çyzyga laýyklykda profilde işler 48 kanally ýaýrama 0-46 we 58-104 aralyklarda ýerleşdirilende 52 çeşmeden başlandy. Doly gaýtalanmaly (24-gezek) kesip geçme UON 77-den başlanýar. Şol bir wagtda täk we jübüt orta nokatlary olara degişli kanallaryň (trassalaryň) nomerleri bilen tapawutlanýar.

STU üçin oýlanyp tapylan köp gezek kesip geçme usulyýeti onuň çäklerinden çykyp, käwagtlar DTU-da ulanylyp başlandy. Onda umumy çuňluk meýdançalaryndan maksatlaýyn tolkunlary toplamak bilen dăwüji çäkleriň gurluşynyň ynamlylygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Ýöne DTU-ň adaty syn ulgamlary köp gaýtalanma bilen tapawutlanmaýar. DTU syn ulgamlary üçin iki sany aýratynlyk häsiýetlidir – çeşmeleriň uly aralyklara

daşlaşdyrylmasy we garşylyklaýyn synlary üpjün edýän ýaýramanyň iki tarapyndan simmetriki ýerleşdirilişi. Onuň sebäbi ilkinji tolkun gelmeler oblastynda döwülen tolkunlary syn edip bolýan optimal distansiýalar olara laýyk çäkleriň çuňlugyndan ep-esli agdykdyr. Şonuň üçin daşlaşdyrylan çeşmeleri ulanmalydyr. Garşylyklaýyn syn ulgamlary döwüji çäkleri ynamly gurmak üçin zerurdyr. Seýrek bolmadyk ýagdaýda bir ýaýramada birnäçe sany jübüt çeşmeler bilen synlary geçirýärler, ol optimal aralyklarda birnäçe sany maksatlaýyn gorizontlardan döwülen tolkunlary parallel yzarlamaga mümkinçilik berýär. Ondan başga-da şolar ýaly syn ulgamlary yzyndan ýetiji godograflary almaga mümkinçilik berýär, olaryň kömegi bilen DTU-da tolkun şekilini teswirleýärler: olaryň kömegi bilen tolkunlaryň tebigatyny kesgitleýärler, döwüji çäkleri gabatlaşdyrýarlar, syzma effektini bahalandyrýarlar.



Surat 21. Döwülen tolkunlar usulynyň syn ulgamlary.

Sur 21a ilkinji gelme oblastynda iki sany döwülen tolkunlary yzarlamak üçin garşylyklaýyn syn ulgamy şekillendirilen. $L=1$ birl. uzynlygy bolan her ýaýramany iki tarapyndan simmetriki ýerleşen, $R_1=2$ we $R_2=4L$ daşlaşmasy bolan 4 sany çeşme bilen işleýärler. Profilde soňky ýaýramalar biri-birine birleşdirilip ýerleşdirilýär. Sur 21b garşylyklaýyn synalar yzyndan ýetirlen synlar bilen doldurylan ulgamy görkezýär. $L=1$ birl. uzynlykly ýaýramalar profilde birleşdirilip ýerleşdirilýärler we 4 ýa-da 2 çeşme bilen yzygiderli işleýärler: tak ýaýramalary $R_1=L$ we $R_2=3L$ çeşme daşlaşdyrma eýe, jübüt ýaýramalar $R_2=2L$ çeşme daşlaşdyma eýe. Sur 21b bir tarapa ugrukdyrylan syn ulgamyny görkezýär, ol yzyndan ýetiji godograflaryň kömegi bilen döwülen tolkunlary yzarlamagy üpjün edýär. $L=3$ birl. uzynlygy bolan ýaýramany $R=L$ bolanda bir sany daşlaşdyrylan çeşme bilen işleýärler we profil boýunça onuň $1/3$ bölegine süýşürýärler.

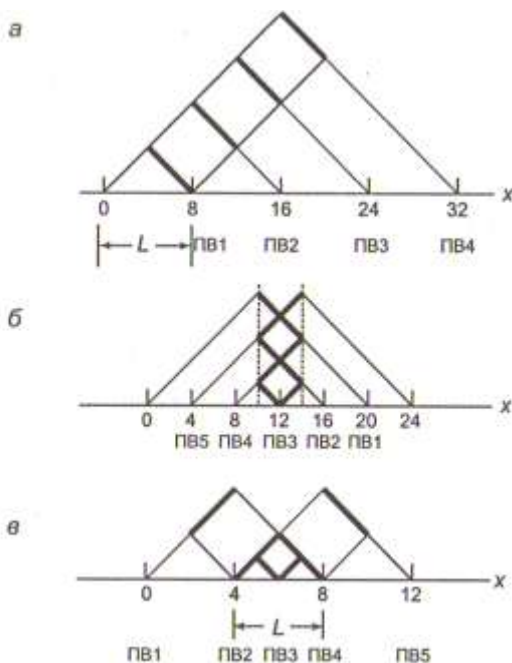
Senagat seýsmiki profilirlemeden ilki geçirilýän tejribe barlaglarynyň döwründe setirleýin seýsmiki zondirleme diýip belli bolan gysga göni hatar aralyklarda synlar geçirilip bilner. Sur 8.5a tolkun zondirlemäniň syn ulgamyny görkezýär, ol distansiýalaryň giň geriminde bellenilýän meýdany takyk öwrenmek üçin hyzmat edýär. Ýazgylary yzygiderli çeşmeleri bolan kiçi aralygy bolan fiksirlenen ýaýramada alýarlar. Bu ýazgylary bir bitewi düzümlü seýsmogramma birikdirýärler.

Oña tolkun zondy diýilýär we ol peýdaly we päsgel tolkunlaryň özboluşlyklary barada doly düşünje berýär.

Synlaryň beýleki görnüşi – umumy çuňluk meýdançany zondirmek Surat 8.56 getirilen. Bu ýerde seýsmiki ýaýramany we çeşmäni, çägiň şol bir böleginden serpikme alar ýaly edip biri-birine tarap süýşürýärler. Bu mysalda KEP 0-8 aralygynda ýerleşdirilen $L=8$ birl. bolan ýaýramany çeşme 20 işleýärler; uzynlygyň ýaýramasyna profil boýunça süýşürp, çeşme 16 işleýärler we ş.m. Soňky 5-nji pozisiýany KEP 16-24 aralygynda çeşme 4 işleýärler. Netijede hemme synlar özara nokatlarda biri-biri bilen bagly bolup, profiliň 10-14 aralygynyň aşagynda ýerleşen umumy serpikdirili meýdança degişli bolýarlar. Şunuň ýaly zondirlemeleri maksatlaýyn serpikmeleri öwrenmek we seýsmogeologik şertleri profiliň çäklendirilen böleginde çuňluk seýsmogeologik şertleri amatly bolanda tolkunlaryň effektiv tizliklerini bahalandyrmak üçin geçirýärler.

Statiki düzedişleri hasaplamak maksady bilen kesimiň yokarky bölegini öwrenmek üçin, kanallaryň kiçi ädimi bolan ýaýramalary ulanyp, seýsmiki profiller boýunça ýörite PTA zondirlemesini ýerine ýetirýärler. Pes tizlikler araçäginde ýaýraýan göni tolkunlar bilen bir hatarda garşylyklaýyn we yzyndan ýetiji ulgamlar boýunça PTA-ň aşaky çäginde döwülen tolkunlary synlaýarlar. Sur 22b şonuň ýaly

zondirlemäniň çyzgysy görkezilen, haçanda $L=4$ birl. uzynlykly fiksirlenen ýaýramany baş sany çeşme bilen işleýärler – iki sany daşlaşdyrylan ($R=L$), iki sany gapdal we merkezi. STU we DTU ugurlaýyn däl profilirleme ugurlaýyn däl profilirlemä gşrž seýsrek ulanylýar we adatyça oňa goşmaça bolup hyzmat edýär.



Surat 22. a-tolkun meýdanyny öwrenmek; b-effektiv tizlikleri kesgitlemek; w-PTA-y öwrenmek üçin niýetlenen tolkun zondirlemäniň syn ulgamlary

Ugurlaýyn däl profilirlemäniň prinsipial aýratynlygy seýsmiki ýaýrama degişlilikde çeşmeleri gapdala daşlaşdyrmak bolup durýar, onuň ululygy bolsa D çözülýän meselelere görä

saýlanyp alynýar. Syn ulgamlaryň galan ululyklaryny ugurlaýyn profilirleme ýaly alynýar. Üznüksiz ugurlaýyn däl profilirlemede KEP-lar ýerleşen syn hatarynyçeşmeler hataryna parallel ýerleşdirilýär. Şunuň ýaly ýagdaýda UON-y KEP we çeşme hatarlarynyň arasynda ýerleşýär. Çeşmäniň ýaýrama deňşlilikde ýerleşişine görä, ol simmetriki, gapdal we daşlaşdyrylan bolup biler. Ýaýramanyň kanllygynyň N , Δx çeşme profili boýunça onuň süýşme ädiminiň, kanallaryň ädiminiň we kesip geçme gaýtalanmasynyň arasyndaky gatnaşyk K ugurlaýyn profilirlemedäki aňlatmalar bilen kesgitlenilýär.

Çeşmeleri uly gapdal daşlaşdyrmalar bilen profilirleme syn distansiýalary deňşlilikde az üýtgände maksatlaýyn tolkunlary bellemek gerek bolanda ulanylýar. Bu ýagdaý signal/päsgelçilik gatnaşygy amatly bolan distansiýalaryň çäkliligi sebäpli bolýar. Ugurlaýyn däl profilirlemä bir hatarda çeşmäniň we kabul edijileriň ýerleşdirip bolmaýan ýagdaýynda hem ulanýarlar. Şonda KEP we çeşmäni esasy hatara parallel we ondan $\pm D/2$ aralyga galýan iki sany profiller ýerleşdirýärler. D ululygyny bolsa maksatlaýyn serpikmeleriň optimal syn şertlerini üpjün eder ýaly saýlap alýarlar.

Seýsmiki barlaga telemetriki serişdelere esaslanan hakyky 3D usuly gelmänkä hatarlaýyn seýsmiki stansiýany ulanmak bilen ugurlaýyn däl profilirlemäni meýdan barlaglaryň

palliaktiw serişdesi hökmünde ulanypdyrlar. Has uly tanymallyga giň profil diýip atlandyrylýan syn ulgamlary aldy. Olar barlaglaryň inçe hatarynda serpikme nokatlaryny almaklygy üpjün edýän çeşmäniň we kabul edijileriň birnäçe parallel hatarynyň dürli garyşygyny göz önüne getirýär. Bu ulgamlaryň prinsipial ýetmezçiligi giň profiliň ugury we keseleýin distansiýalaryň ululyklaryň uly tapawutlary sebäpli uly giňişlikleýin durnuksyzlygy bolup durýar. Häzirki wagtda şunuň ýaly ulgamlar ulanylmaýar.

2D seýsmiki barlagynda meýdan barlaglarynda profilleriň tory boýunça ýerine ýetirilýär. Sesýmiki profilleriň ýerleşişi we gürlügi çözülýän geologiki meseleler we öwrenilýän kesimiň seýsmogeologik aýratynlyklary bilen kesgitlenilýär. İşleriň meýdançasýnda ozal geçirilen geofiziki-geologiki işleriň netijeleriniň dogry bahalandyrylyşy uly baha eýedir. Olaryň netijeleri boýunça tektoniki elementleriň ýerleşişi, gözlenilýän gurluşlaryň ölçegleri we amplitudalary barada, geologiki çäkleriň gyşarma burçy barada düşünje alyp bolýar. Bu maglumatlar köplenç profilleriň toruny saýlap almaklygyny kesgitleýärler.

Adatça meýdan tory esasy we baglaýjy profillerden durýar, seýsmiki tolkunlary yzarlamağyň takyklygyny ýokarlandyrmaga we laýyk seýsmiki çäkleriň gurluşynyň ynamlylygyny ýokarlandyrmaga mümkinçilik berýär. Adatça

esasy profilleri maksatlaýyn gorizontlaryň ýaýramasynyň keseligine, has seýrek baglaýjy gorizontlary bolsa, olaryň ýaýramasyna ýerleşişine tarap ýerleşdirilýär. Bu umumy düzgünlerden gaýtmaklyk topografiki şertler ýa-da üst seýsmogeologiki aýratynlyklar bilen şertlendirilýär. Çuň guýularyň bar ýerinde olary profilleriň tory bilen baglanyşdyrmak gerekdir.

Profilleriň torunyň gürüligi geologiki meselä, öwrenilýän gurluşlaryň ölçegi we amplitudasyna, şeýle hem olaryň çylşyrymlylygy we seýsmiki maglumatlaryň garaşylýan hiline baglydyr. Profilleriň torunyň dykzlylygy berlen ölçegde we talap edilýän takyklykda gurluş kartalary gurmaklygy üpjün etmelidir. Seýsmiki barlagynda toruň gürüligi we işleriň ölçeginiň arasynda berk baglanyşyk ýokdur.

Profilleriň çeşmeleri we kabul edijileri ýerleşdirmesi çylşyrymly bolan ýerlerinde geçirçmeklik maksada laýyk dälidir. Profilleriň hakyky torunyň gurluşy habarlaşyk ýollaryň häsiýetine, suw böwetlerine, meýdanlaryň ýerliligi we ş.m. baglydyr. Profilleriň torlary. Profilleriň torlary regional, gözleg we takyklama seýsmiki gözleg işlerinde öz aýratynlygyna eýedir.

2.13. 3D seýsmiki barlagyň meýdan syn ulgamlary.

Göwrümleýin seýsmiki syn ulgamlary.

Çylşyrymly çuňluk seýsmogeologiki şertleri bolan raýonlarda tolkun meýdanynyň häsiýeti anyk üç ölçegli bolýar. Netijede kabul ediş punktyna dürli ugurlanan tolkunlar gelip bilýär. Eger-de şonuň ýaly raýonlarda tolkun meýdanynyň üç ölçegli häsiýeti göz önüne tutulmasa, alnan maglumatlaryň işläp taýýarlanylşynda we teswirlemesinde uly ýalňyşlyklary goýberip bolar. Çylşyrymly gurlan raýonlary seýsmiki gözleg bilen öwrenmek üçin göwrümleýin syn ulgamlary ulanmaklyk effektiwdir. Göwrümleýin ulgamlaryň ýerleşdirilişi işleriň bütin meýdançasynda serpikmäniň umumy çuňluk nokatlarynyň seýsmogeologik şertlerinde (serpikdiriji çäkleriň geometriýasy deňşdireniňde rahat ýagdaýynda) çeşmäni we kabul edijini kwadrat görnüşinde ýerleşdirip, umumy çuňluk nokatlarynyň deňagramly ýaýramagyna getirip bolýar.

Häzirki wagtda görümleýin seýsmiki gözlegi geçirlende syn ulgamlaryň iki görnüşi ulanylýar: dowamly we seýrek. Dowamly ulgam has giň ulanylýar. Olaryň hemmesi esas hökmünde kesişme ýerleşdirilişe eýedir: çeşmeler ugrunyň we kabul edijiler ugrunyň özara perpendikulýarlygy.

Meýdan işleri geçirmegiň çylşyrymly şertlerinde özboluşly şekili bolan syn ulgamlary ulanýarlar, ugurlar ýerli

şertlere görä geçirilýär. Munuň ýaly göwrüm synlaryna edebiýatda total diýip atlandyrylýar. Bu usul golaý wagtlarda has giň ulanylyp başlanar we maglumatlaryň takyklygyny artdyrmaga mümkinçilik berer.

STU-ň 3D seýsmiki barlagyny ýerine ýetirýän meýdan syn ulgamlary hatara görä ululyklaryň has köp mukdary bilen häsiýetlenýär, sebäbi olar her dürli konfigurasiýa eýe bolup bilerler. Has köp ulanyşa has görnüşli syn ulgamlary ulanylýar. Adatça x koordinata okuny kabul ediş setiriň (kabul edijileriň uguryna) ugrukdyrýarlar, şonda y koordinata oky çeşmäniň setiriniň uguryna ugrukdyrylýar. Meýdan syn ulgamyna blok diýip atlandyrylýar. Ol öz içine kabul edijileriň köp kanally seýsmiki ýaýramany – kabul ediö bazasyny we şol ýaýramada ulanylýan çeşmeleriň toplumyny – üeşme bazasyny alýar. Haç görnüşli meýdan syn ulgamynyň aýratynlyklaryny, onuň mümkin bolan bir wariýantyna seredip geçeliň. Çyzgyda y oky boýunça goşulan iki sany blok şekillendirilen.

Seýsmiki ýaýrama n parallel setirlerden durup, olaryň hersinde Δx_{KEP} ädimli N kabul ediş punktlary ýerleşen. Göniburçly konfigurasiýasy bolan şunuň ýaly ýaýramanyň H kanallygy şu aşakdaky ýaly bolar:

$$H = nN. \quad (39)$$

Biziň mysalymyzda $n=6$, $N=24$ we $H=144$. kabul ediş setirleriň aralygy, ýagny y oky boýunça ädim Δy_{KEP} ululygy bilen

kesgitlenilýär. H kanally göniburçly kabul ediş ýaýramasy $L_{X_{KEP}} = (N-1) \Delta x_{KEP}$ uzynlyga we $L_{y_{KEP}} = (n-1) \Delta y_{KEP}$ giňişlige eýedir.

Umumy ýagdaýynda blok m çeşme setirlerini saklaýar, olaryň her birinde $\Delta y_{\text{çeşme}}$ ädimli M çeşmeler ýerleşdirilen. Goňşy çeşme setirleriniň arasyndaky aralygy $\Delta x_{\text{çeşme}}$ bilen belgiläliň. Göniburçly çeşme bazasy $L_{y_{\text{çeşme}}} * L_{x_{\text{çeşme}}}$ ölçege eýedir, bu ýerde: $L_{y_{\text{çeşme}}} = (M-1) \Delta y_{\text{çeşme}}$ we $L_{x_{\text{çeşme}}} = (m-1) \Delta x_{\text{çeşme}}$. Bu mysalda $m=1$ we $M=9$. çeşme we kabul ediş bazalarynyň özara ýerleşşi iki sany ululyklar – P_x we P_y bilen berilýär. Olar x we y koordinatalarynda kabul ediş bazasynyň merkezine degişlilikde çeşme bazasynyň merkeziniň süýşmesini kesgitleýärler. Köplenň çeşmeleriň bir hatary bolan meýdan bloklary ulanylýar (*sur 23*), şonda y ugurlanan çeşme bazasynda kabul ediş bazasyna ($P_y=0$) degişlilikde merkezleşdirilen.

Meýdan syn ulgamlarynda distansiýa diňe KEP-dan çeşmä çenli l aralygyň ululygy bilen häsiýetlenmän, eýsem tekizlikde (x,y) ugurlanmasy bilen hem häsiýetlenýär, ýagny distansiýa \vec{l} wektor bolup durýar. Bu ýagdaý wajyp baha eýedir, meýdan syn ulgamlaryň özboluşluklaryny kesgitleýşi ýaly, 3D seýsmiki barlagynyň meýdan ýazgylarynyň aýratynlyklaryny hem kesgitleýär.

Обозначения:

верхний блок	нижний блок
1 	1' 
2 	2' 
3 	3' 
4 	4' 

125

we Δy_{UON} ädim bilen göniburçly tor boýunça umumy orta nokatlar bilen deňagramly doldurylandyr:

$$\Delta x_{UON} = \frac{1}{2} \Delta x_{KEP}, \Delta y_{UON} = \frac{1}{2} \Delta y_{\text{çeşme}}.$$

Umumy orta nokatlarynyň giňligi $L_{y_{UON}}$ çeşme bazasynyň uzynlygy $L_{y_{\text{çeşme}}}$ we kabul ediş bazasynyň giňişligi bilen kesgitlenilýär.

$$L_{y_{UON}} = \frac{1}{2} (L_{y_{\text{çeşme}}} + L_{y_{KEP}})$$

UON hatarynda x oky boýunça kesip geçme gaýtalanmasy ugurlaýyn gaýtalanma diýip atlandyrylar:

$$Kx = \frac{N}{2dx} \quad (40)$$

düzýär, bu ýerde $dx = \Delta x_B / \Delta x_{KEP}$. Bu aňlatma setirleýin syn ulgamlary üçin 8.5 gatnaşygyna meňzeýär. Şeýle-de şuna meňzeş usul bilen hataryň başky we ahyrky böleklerinde doly bolmadyk gaýtalanmanyň gapdal zonalary emele gelýär. 8.6 suratyň mysalynda kesip geçmäniň ugurlaýyn gaýtalanmasy $Kx = 4$. suratyň aşaky çäginde, çeşmeleriň hatary I, II, III, IV, V, VI we ş.m. punktlarda yzygider ýerleşdirilende hataryň ugury boýunça blok süýşirilende ugurlaýyn kesip geçmäniň şekiliniň emele gelşi görkezilen.

Keseleýin gaýtalanma diýip atlandyrylýan, y oky boýunça hatardaky kesip geçme gaýtalanmasy, çeşme setirinde

M çeşmelerin mukdaryna, n kabul ediş setiriniň mukdaryna we olaryň degişlilikde ädimine d_y baglydyr:

$$K_y = \min \left\{ \frac{M}{d_y}, n \right\} \quad (41)$$

bu ýerde $d_y = \Delta y_{\text{KEP}} / \Delta y_{\text{çeşme}}$. K_y ululygy skobkalarda görkezilen iki bahalaryň minimumy bilen kesgitlenilýär. Görnüşi ýaly hatardaky kese gaýtalanmanyň ululygy kabul ediş setiriniň mukdaryndan geçip bilmeýär. Şol bir wagtda $K_y < n$, eger-de $d_y > M/n$, ýagny eger-de kabul ediş setiriniň degişli ädimi uly. Biziň mysalymyzda $M=9$ we $d_y = 3$, $n = 6$ bolanda, ýagny $K_y = 3$ suratyň çep gapdalynda kabul ediş setiriniň hasabyna kese kesip geçmäniň hatarda emele gelşi görkezilen.

Bir ugurlaýyn hatar gutarandan soňra meýdan blogyny Δy_B – blogyň kese süýşme ädiminiň ululygyna keseligine tarap süýşirýärler we öňkä parallel goňşy hatarda synlary ýerine ýetirýärler. Δy_B ädim öwrenilýän meýdançada hemme UON-lar üçin K_y gaýtalanmanyň talap edilýän ululygynyň durnuklylygyny üpjün etmelidir. Kabul ediş bazasynyň we çeşme bazasynyň kofigurasiýasyna baglylykda goňşy hatarlaryň kesip geçmesiniň iki çyzgysynyň birini – çeşme setirini kesip geçmäni ýa-da kabul ediş setirini kesip geçmäni ulanmak ýetirilýär. Surat 8.6 ikinji çyzygy getirilen-goňşy hatarlar kabul edijileriniň üç sany hatary boýunça kesip geçýärler, $K_y=3$ bahany üpjün edýär, ol suratyň çep gyrasynda

görkezilen çyzgyda kese kesip geçmäniň emele gelişi görkezilen.

Meýdan syn ulgamlarynda kesip geçmäniň doly (iki ölçegli) gaýtalanmagy we K boý we kese düzüjileriň köpeldilmegine deňdir.

$$K = K_x * K_y. \quad (42)$$

Biziň mysalymyzda $K=4*3=12$.

Yzygiderli hatarlaryň köp gezek gapdallaýyn süýşirilmegi bilen öwrenilýän meýdançanyň hemme ýeri $\Delta_{x_{UON}}$ we $\Delta_{y_{UON}}$ ädimli umumy orta nokatlaryň regulýar ortogonal tory bilen ýapylýar.

Şeýlelik bilen, haç görnüşli regulýar meýdan syn ulgamy 12 sany ululyklar bilen örenilýär:

- $n, N, \Delta_{x_{KEP}}, \Delta_{y_{KEP}}$ – kabul ediş bazasynyň (kabul edijileriň ýaýramasynyň) ululyklary;
- $m, M, \Delta_{y_{\text{çeşme}}}, \Delta_{x_{\text{çeşme}}}$ – çeşmeler bazasynyň (çeşmeleriniň ýaýramasynyň) ululyklary;
- P_x, P_y – KEP bazasynyň merkezine degişlilikde çeşme bazasynyň merkeziniň süýşmesiniň ululyklary.

2.14. Syn ulgamlaryň ululyklaryny saýlamak.

Syn ulgamyň görnüşi we onuň ululyklaryň mukdar bahalary köp sanly özara baglanşyk faktorlary – çözülýän

geologiki meseleler bilen kesgitlenilýär. Geologiki meseläni çözmeklik seýsmiki usuly netijeleriň talap edilýän takyklygy, çuňluk we seýsmogeologik şertleri, peýdaly tolkunlaryň we päsgele tolkunlaryň özboluşlyklary, ekonomiki görkezijileri we beýlekiler bilen çözülýär. Rasional syn ulgamlaryň umumy prinsipini taslamaklyk – meýdan maglumatlaryny almakda minimal çykdajylarda ýeterlik derejede maglumat almak. Bu çykdajylary hasaba almak kyn däl, ýöne syn edilýän tolkun şekiliniň geologiki maglumatlylygy mukdar ölçeg bilen bahalandyrmak has çylşyrymlydyr. Bu ýerde esasy talap maksatlaýyn gorizontlary yzarlanmasynyň hili hyzmat edýär, tolkunlaryň kinematiki we dinamiki durnuklylygyna we päsgeleleriň derejesiniň üstünden amplitudalarynyň artmagyna göni baglydyr. Seýrek bolmadyk ýagdaýda tolkunlar güýçli päsgele beriji yrgyldylar bilen bilelikde syn edilýär. Haçanda signal/päsgele amplituda gatnaşygy 1-1,5 ululygy geçmese, meýdan seýsmogramalarynda peýdaly tolkunlary bölmek çylşyrymlydyr. Şonda olary filtrlemäni, ýygnanmany we ş.m. ulanyp ilkinji ýazgylary işläp taýýarlamadan soňra bölýärler we yzarlaýarlar. Islendik ýagdaýda maksatlaýyn tolkunlary yzarlamagyň şertlerini öwrenmek – rasional syn ulgamlary saýlamaklygyň esasydyr. Bu maksat bilen geljek barlaglaryň meýdanynda tolkun zondirlemesini geçirýärler, şeýle hem wertikal seýsmiki profilirlemäniň bar bolan maglumatlary

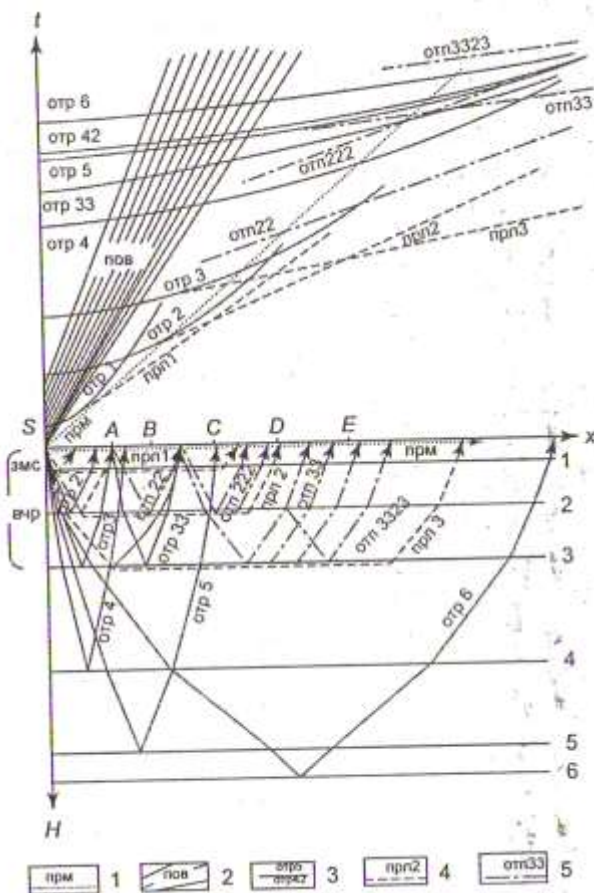
boýunça tolkun meýdanlaryň model hasaplamalaryny geçirýärler. Şunuň ýaly barlaglaryň toplumy, ozal geçirilen tejribe we önümçilik işleri bilen bir hatarda her bir maksatlaýyn tolkunynyň yzarlama zapasyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär, ýagny syn şertleriniň has amatly distansiýa aralygyny kesgitlemeklik.

STU işlerinde peýdaly tolkunlary çeşmä golaý synlamak amatlydyr. Bu ýerde seýsmogrammalarda golaý çäklerden serpikmeler özaralarynda has çözütlidir, gaçmanyň kiçi burçlarynda ýşyk traýektoriyalary bolsa göniugurlardan tapawutlanýarlar, ol bolsa gurluş gurulmalary üçin amatlydyr. Ýöne üst çeşmeleri bilen eşlenende, çeşme punktlerynda örän güýçli päsgel-tolkunlary ýüze çykanda, çeşmäniň uly daşlaşmalary ulanmaly bolýar. Şeýle hem daşlaşdyrylan distansiýalary, çeşmäniň golaýynda köp gezek gaýtalanýan päsgel-tolkunlary işläp taýýarlamada bölçek üçin ulanylýar, sebäbi olary çeşmäniň ýanynd atapawutlandyrmak kyndyr. Şeýle-de uly distansiýalarda serpigen tolkunlary synlamaklyk seýsmiki tolkunlary synlamagyň ýokary takyklygyny üpjün edýär, onsuz meýdan maglumatlaryň takyk teswirlemesi mümkin däl. Şonuň bilen birlikde bir zady göz önüne tutmak gerekdir, hakyky ýuka gatlakly gurşawda distansiýanyň ulalmagy bilen peýdaly tolkunlaryň interferensiýa häsiýeti ulalýar, olaryň kinematiki we dinamiki ululyklaryny

durnuklylygyny peseldýär we döwülen hem-de serpigen-döwülen tolkunlaryň güýjenmesi ýokarlanýar. STU-da peýdaly tolkunlaryň yzarlama zonasy seýrek ýagdaýda maksatlaýyn gorizontlaryň bir-bir ýarym çuňlugyna laýyk distansiýanyň çäklerinden çykmaýar.

Surat 24 ýüzleneliň, ol ýerde gurşawyň gorizontalgatlakly gärnüşinde ýeriň üstünde syn edilýän tipiki tolkun şekiliň kinematiki çyzgysy getirilen. Goý, barlag obýekti hökmünde 4-6 serpikdiriji çäkleri öz içine alýan kesimiň aralygy bolsun. Eger-de üst tolkunlary meýdan usulyýeti we işläp taýýarlama (seýsmiki kabul edijileri toparlamak, ýygylyk filtrlenmesi, päsgel-tolkunlary aýyrmak) bilen ýeterlik derejede gowşadyp bolmasa, onda çeşmäniň golaýynda yzarlama zonasy 4-6 maksatlaýyn çäklerden bir gezek serpikmeler üçin SA-dan SB çenli aralyklar gabat gelýär. Pes tizlikler päsgelleriň we ýeriniň daşky tarapyndan yzarlama zonalary CD aralykdan başlaýar, daşky çäkleri bolsa KÝB bilen bagly uly aralyklarda dominirleýän köp gezek serpigen-döwülen tolkunlaryň güýjenmesi baglydyr. Yzarlamanyň daş zonalarynda syn mümkinçilikleri 5 çäkedan maksatlaýyn serpikme üçin aýratyn wajypdyr, sebäbi şonuň bilen birlikde 4 we 2 çäklerden iki gezek serpikme görnüşinde pösgel gelýär. Soňraky oşläp taýýarlama ony basyp ýatyrnak iki godograflaryň uly

tapawutlanýan ýerinde, uly distansiýalarda yrgyldylary bellemek üçin zerurdyr.



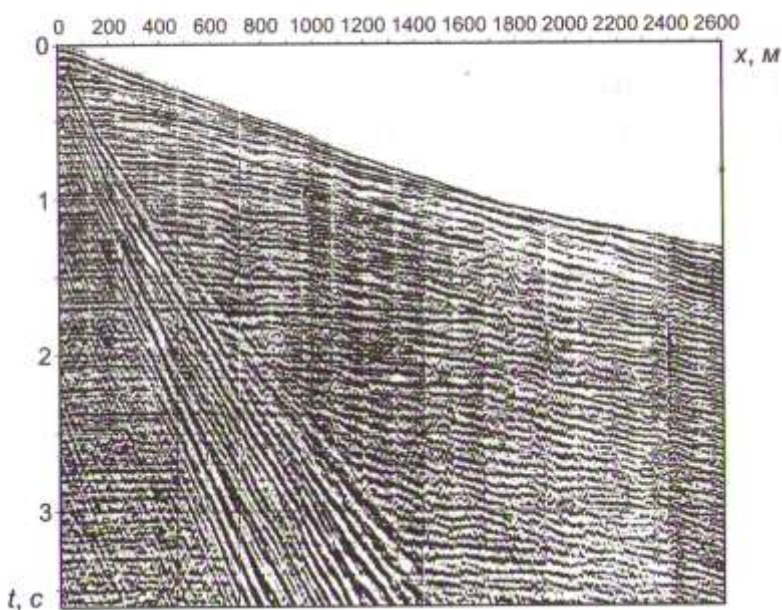
Surat 24 Tolkunlaryň ýşyklary we godograflary

(1) – göni, (2) – üst, (3) - bir gezek we iki gezek serpigen,
(4) – dōwülen, (5) köp gezek serpigip dōwülen.

Hakyky mysal hökmünde Surat 6.2 tolkun zondy getirilen. Eger-de 2-3s. aralyklardaky serpikmeler maksatlaýyn bolup durýan bolsa, onda olary yzarlamagyň golaý zonalary 0,4-0,5km. aralyklar bilen çäklendirilýär, 0,8-1,2km. aralyklaryky daş zonalar 2,0-2,5km. çenli ýaýraýar, ol ýerde peýdaly tolkunlar orta tizlikli päsgel tolkunlardan tapawutlanmaýarlar.

DTU-da tolkunlary yzarlamakda gödek ýalňyşlyklaryň önüni almak üçin tolkun şekiliniň aýratyn takyk seljerilmesi zerurdyr, sebäbi gorizonta-gatlakly kesimler şertinde seýsmogrammalarda çäk tizliklerine golaý bahaly goňşy çäklerden döwülen tolkunlaryň çalşygyny tapmak hemişe aňsat dälidir. Tolkunlaryň tebigatynyň has takyk seljerişi olaryň ilkinji gelmeleriniň ýazgysynda mümkindir, şol wagt diňe mikroseýsmolar päsgel bolup durýarlar. Adatça döwülen tolkunlaryň yzarlanmagynyň zonasy hökmünde olaryň ilkinji gelme oblastyny saýlap alýarlar, olar laýyk çäkleriň çuňlugyny 5-10 esse artýan distansiýalarda ýerleşip biler. Surat 24 göni tolkundan soňra yzygiderli üç sany döwülen tolkunlar çykýarlar – PTA-ň aşaky çäginde we KÝB-ň iki sany çäginde yzarlama zonalary AC, CE we laýyklykda uly distansiýalarda. Eger-de bu ýerde barlaglaryň esasy obýekti hökmünde 3-nji çäkden döwülen tolkun bolsa, onda onuň ilkinji gelmeleriniň aralygynda, geljekki gelmeler oblastynda

2-nji çäkden ugurdaş döwülen tolkunyny syn etmek bolýar. Hakyky seýsmiki maglumatynda (*Surat 25*) döwülen tolkunlaryň ilkinji gelmeleriniň oblasty tolkun zondy düşündirilende görkezildi. Maksatlaýyn tolkunlaryň yzarlama zonalaryny kesgitläp, syn ulgamlaryň laýyk ululyklaryny saýlap alýarlar.



Surat 25. Tolkun zondy.

Iň giň ýaýran 2D seýsmiki barlagy usulyndaky – üznüksiz seýsmiki profilirlemede ol ululyklar şu aşakdakylardyr: seýsmiki ýaýramanyň uzynlygyt, kabul ediş

punktlaryň ädimi, syn bazasynda çeşmeleriň mukdary, ýaýrama degişlilikde olaryň ýerleşşi, kesgitlemäniň gaýtalanmasy.

Usulyýet we ykdysadyýet nazary boýunça adatça, maksatlaýyn tolkunlary yzarlamagyň zonalaryny maksimal ulanýan uly uzynlygy bolan ýaýramalar amatlydyr. L ýaýramanyň uzynlygy N seýsmiki stansiýanyň kapellygy we kabul ediş punktynyň ädimi Δ_{KEP} bilen kesgitlenilýär. Häzirki zaman setirleýin seýsmiki stansiýalary 100-200 we ondan hem köp kanallara eýedir, ol orta we uly çuňluklary öwrenilende rasional usulyýet talaplaryny kanagatlandyrýar. Şol bir wagtda kabul ediş ýaýramanyň uzynlygy adatça 1,5-2-den 4-5km. çenli bolýar. Pes çuňlukly barlaglar üçin, mysal üçin inžener geologiýa meseleleri çözülen 24 ýa-da 12 kanala eýe ýazyjy apparaturany ulanmak ýeterlikdir.

Kanallaryň ädimi saýlanyp garşylyklaýyn ýagdaýlary göz önüne tutmak zerurdur. Bir tarapdan Δx_{KEP} ululygy näçe uly bolsa, ýaýrama şonçada uzyndyr, ýagny işleriň öndürüjiligi ulalýar we seýsmiki profilirlemäniň bahasy kiçelýär. Beýleki tarapdan kanallaryň ädiminiň ulalmagy bilen päsgerleriň bolmagynda peýdaly tolkunlary geologiki obýektler öwrenilende usulyýetiň çözüjüligi peselýär. Şekiliň gowy durnuklylygynda we peýdaly tolkunlaryň amplitudalarynyň päsgerleriň üstünden ýeterlik derejede geçende olary goňşy kabul ediş punktlarynda ynamly tanamak, gelen wagtlyryň

toplumyny T_t yrgyldylaryň görüňän periodynyň ýarysyndan geçmese mümkindir. Bu diýmek kanallaryň ädimi λ_h tolkunynyň hyýaly uzynlygynyň ýarysyndan geçmeli däldir.

$$\Delta x_{KEP} < \lambda_h/2 = V_n T_t/2.$$

Şundan görnüşi ýaly has ýokary ýygylklary bellemeklige geçmeklik kanallaryň ädiminiň proporsional gysgaldylmagyny talap edýär. Bu şeýle hem V_n hyýaly tizlikleriň pes bahalary bilen tapawutlanýan, kert gaçýan çäkleriň serpikmeleri syn edilende zerurdyr.

Kanallaryň ädimi saýlanyp alnanda işiň tehniki tarapyny inkär edip bolmaýar. Bu ululygy sähelçe üýtgemesi hem seýsmiki kabeliň (kosanyň) täze toplumyny ýasamaklygy talap edýär, ol hem material çykdajylara getirýär. Şonuň üçin önümçilik şertlerinde, halys gerek bolmasa üýtgetmän, kesgitli kanallaryň ädimini çaklamaga çalyşýar.

STU-ň orta ýygylkly seýsmiki barlagynda kanallaryň ädimi 15-20-den 60-70m. çenli bolýar. Has giň ýaýran ululyk - $\Delta x_{KEP} = 50m$; onda serpigen çuňluk nokatlaryň ädimi profiliň ugurynda formal 25m. bolup durýar. Çuňluk seýsmiki obýektleriň yzarlamagyň şunuň ýaly dykzlygyny geologiki meseleleriň giň gerimi çözülen-de ýeterlik hasap edilýär. Şol bir wagtda pes çuňlukly barlaglarda, inžener-geologiki häsiýetde, 200-300Gs ýygylklarda syn edip bolýan wagtda, kabul ediş punktynyň 2-5m. çenli peseldýärler.

Vertikal profillerdäki synlary (WSP, seýsmiki karotaž) 5-10-dan 40-50m. çenli ädim bilen ýerine ýetirýärler, ol barlaglaryň çuňlugyna we takyklygyna baglydyr. DTU-da orta çuňluklary DTU ulanylýan kanallaryň ädimini ulanýarlar. PTA-ň aşaky çäginden döwülen tolkunlar syn edilende, KÝB gurluşyny öwrenmek üçin DTU-ň profillerinde geçirilýär, seýsmiki kabul edijileriň ädimi 5-10m. bolýar, şol bir wagtda kabul ediş nokatlarynda netijelerini takykklamak üçin aralyklar 2-3m. dykyzlanýar. DTU-da çuňluk barlaglary maksady bilen profilrlemäni kanallaryň ädimini 100-200m. çenli ulaldyp ýerine ýetirýärler. GSZ profillerinde kabul ediş punktlaryny 3-5km. aralyklarda ýerleşdirýärler. Şunuň ýaly ýagdaýlarda köp kanally ýaýramany ýerine ýetirmeklik diňe daşdan dolandyrylýan awtonom belleýji enjamlary ulanmak bilen ýerine ýetirilýär. Çeşmeleriň mukdary, bir ýaýramada hereket edende, ilki bilen ulanylýan seýsmiki barlag usulyýetine baglydyr. STU-da adatça ýaýrama deňşililiginde ýerleşdirilen bir çeşme bilen işleýärler we maksatlaýyn tolkunlaryň yzarlama zonalaryň ýerleşşi bilen kesgitlenilýär. Olaryň bölekleyin gabat gelmeýän wagty ylalaşyk wariýantlary ulanýarlar, haçan-da kabul ediş bazasy dürli tolkunlary ýazmak üçin deň derejede amatly bolmaýar. Adatça distansiýalaryň laýyk aralygyny tapyp bolýar – meýdan ýazgylaryny işlenip taýýarlananda päsgelleri basyp ýatyrma mümkinçiligi bolanda

mümkindir. Şonuň bilen ýaýramanyň içinde, gapdallarynda ýa-da onuň çäkleriniň daşynda ýerleşýän çeşme punktynyň ýerleşşi kesgitlenilýär. DTU-da ilkinji gelmeler oblastynda birnäçe sany maksatlaýyn tolkunlary synlamak üçin daşlaşdyrylan çeşmeleriň birnäçe jübütleri bolan ulgamlary bolýar. Olaryň her jübüti kabul ediş bazanyň iki tarapynda simmetriki ýerleşendir, iki tarapyndan garşylyklaýyn godograflary almaga mümkinçilik berýär, ol hem laýyk seýsmiki çäkleri gurmak üçin gerekdir.

Köp gezek kesip geçme usulyýetini durnukly we durnuksyz päsgel-tolkunlary gowşatmak üçin ulanýarlar. Kesip geçme gaýtalanmasyny meýdan ýazgylarynda signal/pägelçilik gatnaşygynyň ululygyndan we umumy çuňluk nokady usuly boýunça maglumatlary işläp taýýarlamakda gatnaşygy ýokarlandyrmak üçin gerek bolan derejeden gaýdyp saýlaýarlar. Kesip geçmäniň maksimal gaýtalanmasy N kabul ediş ýaýramanyň kanallygy bilen çäklendirilen we bir çeşme bilen işlenende $K_{\max} = N/2$ ululyga ýetýär. UÇNU önümçilik işlerinde kesip geçme gaýtalanmasy 12-16 pes bolmaýar, köplenç 24-30, seýrek bolmadyk ýagdaýynda 48-60 çenli ulalýar we käbir ýgdaýlarda ondan geçýär.

3D seýsmiki barlagynda meýdan syn ulganlarynyň ululyklaryny 2D seýsmik barlagyndaky ýaly saýlap alýarlar. Bu maksatlaýyn tolkunlaryň yzarlama zonalaryny, optimal

aralyklaryny saýlamaklyga, ýaýramanyň kanallygyny, kabul ediş we çeşme punktlaryny, kesip geçme rasional gaýtalamany kesgitlemeklige kabul ediş setirleri maksatlaýyn gorizontlaryň ýaýramasynyň keseligine ugrukdyrýar, bu setirleýin profilirlenmede hem ýerine ýetirýärler.

Iki ölçegli syn ulgamlaryň aýratynlygy kabul edijileriň çeşmelerden daşlaşdyrylmasy diňe öz ululyklary bilen häsiýetlenmän, eýsem ugurlary bilen häsiýetlenýär, ýagny distansiýalar \vec{l} wektor bolup durýar. l distansiýanyň ululygy (modul) şu aşakdaky açlatma bilen kesgitlenilýär:

$$l = \sqrt{(x_{KEP} - x_{çeşеş})^2 + (y_{KEP} - y_{çeşеş})^2} = \sqrt{l_x^2 + l_y^2} \quad (43)$$

Iki ölçegli syn ulgamlary geňişlikleýin ugruldyrylma eýedir, olar öwrenilýän meýdançanyň umumy orta nokatlary (binleri) üçin distansiýanyň spektrleri bilen tapawtulanýarlar. Distansiýanyň spektrini surata düşürilişiň meýilnamasynda UON-da umumy merkezi bolan göniugurly kesimleriň topbagy görnüşinde şekillendirip bolar. Her bir kesimi ugury we ululygy boýunça laýyk seýsmiki trasanyň distansiýasyny häsiýetlendirýär. Synyň rasional ulgamynda umumy orta nokatlar (binleriň merkezleri) öwrenilýän meýdanlary deň ýapmaly we olaryň azimutlary we ululyklaryň diapazonynda degişlilikde distansiýalar spektri boýunça ýeterlik derejde durnukly bolmasydyr. Bu talaplary ýerine ýetirmeklik meýdan

maglumatlary işläp taýýarlamakda we teswirlemekde has gowy şertleri döredýär, şeýlelikde bilen seýsmiki gurulmalaryň ýokary çözüjüligini we takyklygy üpjün edýär. 3D seýsmiki barlagynyň tejribesinde distansiýalaryň maksimal bahalary, 2D seýsmiki barlagyndaky ýaly 1,5-2-den 4-5km. çenli tapawut edýärler, şonda $l_{\max} \approx 2-3\text{km}$. has ýaýraňdyr.

Meýdan syn ulgamlaryny, profiler ýaly, kabul ediş punktlarynyň $\Delta x_{\text{KEP}} = 50\text{m}$. ädimi bilen işleýärler. Şol bir wagtda çeşme setirleri boýunça $\Delta y_{\text{çeşme}}$ çeşme punktlaryň ädimi 50,75 ýa-da 100m. bolýar. Netijede UON (binler) tory şu aşakdaky görnüşde emele gelýärler: 25*25, 25*7-37,5 ýa-da 25*50m. Seýsmiki maglumatlaryň ýokary dykzylygy çylşyrymly gurluş meýilnamalaryny öwrenmek üçin, tektoniki bozulmalary trassirmek, uglewodorotlaryň lokal galeawlarny ýüze çykarmak, şeýle hem kert gaçýan gorizontlaryň effektiv migrasiýa prosedurasyny geçirmek üçin zerurdyr. Käwagtlar 3D surat düşürlişniň bahasyny peseltmek üçin synlaryň dykzylygyny peseldýärler, mysal üçin kabul ediş şertleriň aralyklaryny iki esse ulaldýarlar. Şunuň ýaly wariýantlar kabul edip bolar, ýöne meýdan maglumatlary işlenip taýýarlananda goşmaça ilkinji seýsmiki trassalary giňişleýin interpolýasiýa prosedurasyny geçirmekligi zerurdyr, ol hem belleniýän tolkun şekiliniň ilkinji seljerişini talap edýär.

Meýdan ýaýramanyň kanallygyny köpeltmek, meýdan işleriň öndürijiligini ulaldýar we 3D seýsmiki barlagyň bahasyny, mukdary 10-12 ýetýän goşmaça kabul ediş setirleriň N hasabyna peseldip bolýar. Köp ýagdaýlarda 1000 we ondan hem köp kanallygy bolan kabul ediş bazalary ulanmak maksada laýykdyr.

Kesip geçmäniň doly gaýtalanmagy K meýdan syn ulgamlaryndan ugurlaýyn K_x we keseleýin K_y düzüjileri köpeltmek arkaly emele gelýär.

Umumy ýagdaýda x we y oklary boýunça meýdan syn ulgamlaryň häsiýetnamalary näçe golaý bolsa, surata düşürlişň ýokary hilli netijelerini almak üçin ol şonça-da amatlydyr.

III BÖLÜM.

3.1. Tolkunlaryň godograflaryny gurmak.

Seýsmiki gözlegiň usullarynyň modifikasiýalary ilki bilen tolkunlaryň görnüşleri we klaslary boýunça geçirilýär. Esasy usullar Serpigen boý tolkunlar usuly (STU) we döwülen tolkunlar usuly (DTU). Seýsmiki gözleg işlerinde seýsmogeologik şertleriň we çylşyrymlylygyna we çözülýän geologiki meselelere baglylykda dürli tehniki, usulyýet we teswirleme usullaryny ulanýarlar.

Seýsmiki tolkunlaryň godograflarynyň synplanmasy. Seýsmiki tolkunlaryň godograflary meýdan synlarynyň ulgamlaryna baglylykda giňişlik we çyzykly görnüşlerine bölýärler. Olar öz gezeginde çyzykly godograflar ugurdaş we ugurdaş däl bolup bilerler: eger-de tolkun dörediji çeşme we kabul edijiler bir ugurda ýerleşen bolsalar, onda godograf ugurdaş çyzykly bolýar; bu şert ýerine ýetmedik ýagdaýynda ugurdaş däl çyzykly godograf emele elýär. Godograflary çeşmäniň berkidilen görnüşinde seredip bolýar, ony koordinatalar başlangyjy bilen we kabul edijileriň hakyky koordinatalary bilen berkidýärler. Şunuň ýaly godografa umumy döreme nokatly godograf diýilýär. Godografyň beýleki görnüşi umumy kabul ediş nokady koordinatalar oky bilen berkidilen we çeşmäniň ýerleşşi üýtgeýär. Şunuň ýaly

godografa umumy kabul edişli godograf diýilýär. Seýsmiki gözleginde umumy çuňluk nokadyndan alnan godograflar giň ulanylşa eýe boldy (UÇNU-ň godograflary). UÇNU godograflarynda döreme punkty we kabul ediş punktlary umumy merkeze (koordinatalar okuna) görä simmetriki ýerleşendir. Serpikme çäginin gorizont al ýatma şertinde UÇNU-y, çeşme bilen kabul edijiniň aralygynyň merkeziniň aşagynda serpikdiriji çäkde ýatan şol bir nokatda tolkunly gelip we gitme wagtyny kesgitleýär. Döwürleme tolkunlar usulynda UÇNU godografynyň analogy hökmünde umumy çuňluk meýdançasynyň godografy hyzmat edýär. Çuň guýylarda geçirilýän seýsmiki synlarda seýsmiki tolkunlaryň wertikal godograflary belleniýär. Olaryň synplanmasy hem ýerüsti synlaryndan alynýan godograflaryňkydan tapawutlanmaýar. *Serpigen tolkunlaryň godografy*. Seýsmiki maglumatlary teswirlemegini nazaryýetinde we tejribesinde godograf düşünjesi esasy bolup durýar. Godograf bu monotip tolkunly ýaýrama wagtynyň çeşme we kabul edijiniň aralygyna baglylygyna aýdylýar. Şol bir wagtda adaty çeşmeniň ýerleşiş nokady koordinatlaryň başy hökmünde kabul edilýär we üýtgeşsiz galýar. Seýsmiki gözleginde häzirki zaman köp geýme usulyýetinde, çeşmeleriň we kabul edijileriň dykyz ýerleşdirilişinde, wagtyň koordinatlara baglanşygynyň dürli görnüşli grafiklerini eksperimental maglumatlar boýunça

seretmäge we gurmaga mümkinçilik berýär. Şol bir wagtda serpigen tolkunlaryň godografynyň klassiki düşüňjesi kinematiki teswirlemäniň başlangyç düşüňjesi bolmagyny bes edýär we wagt meýdanynyň has umumylaşdyrylan düşüňjesi bilen çalşylýar, sebäbi gurşawlaryň tipiki modelleri üçin godograflaryň uly jemlemesiniň matematiki ýazmasynyň usullaryny tapmak we olaryň esasynda has takyk we effektiv teswirleme teoriýasyny gurmak maksady ýüze çykýar. Häzirki wagtda nazaryýetde we tejribede köplenç wagt meýdanlarynyň lokal görnüşleri seredilýär. Sebäbi islendik görnüşli wagt meýdanlary skalýar görnüşlere degişlidir, şonuň üçin olaryň her birine wagt funksiýasynyň gradiýentiniň wektor meýdanlary laýyk gelýär. *Serpikme tolkunynyň godografyny* gurmak üçin koordinatalar okuny gurýarys. Koordinatalar okunyň y okuna t wagt belgisini berýäris. Kesgitli aralykda z okunda umumy çuňluk nokadyny saýlap almaly. Koordinatalar okunyň çep tarapyny tolkun dörediji çeşmeleriň (mysal üçin 5 sany) bazasy hökmünde seredip, ondan umumy çuňluk nokadyna çenli tolkunynyň proyeksiýasyny geçirmeli. Soňra şol aralykda umumy çuňluk nokadynda serpigen tolkunynyň proyeksiýasyny koordinatalar okunyň sag tarapyna geçirmeli we deň aralykda t wagt oky boýunça ýokary geçirmeli. Bellenen nokatlary birikdirmeli. Alnan şekilimiz bir çuňluk nokadyndan alnan birgezek jemlenmeli godografy emele

getirer. *Döwülme tolkunyň godografyny* gurnak üçin koordinatalar okuny düzýäris. Koordinatalar okunyň y okuna t wagt belgisini berýäris. Koordinatalar okunyň z okunda kesgitli R araçäk belleýäris. Koordinatalar ukynyň çep tarapynda tolkun dörediji bazalary saýlap, ol bazalardan kesgitli burç boýunça (mysal üçin 45^0) tolkunlary tekizlige tarap gönükdirmeli. Seýsmiki barlaglary geçirlende san görnüşli ýazgylara dürli görnüşde düzedişleri girizmek zeruryýeti ýüze çykýar. Olaryň biri bolsa statiki düzedişlerdir.

3.2. Maglumatlary işläp taýýarlamak.

Maglumatlary işläp taýýarlamanýň aýratynlyklary.

Has uly ulanyşa eýe bolan STU – UÇNU maglumatlaryny işläp taýýarlamak – bu çylşyrymly we köp bölümlü proses, onuň netijesinde UÇNU seýsmogrammalarynyň hemmesini bir täze seýsmotrassa bilen bilen çalyşýarlar, onda birlik tolkunlar güýjenmesi boýunça köp gezek serpigen tolkunlardan we beýleki hemme durnukly we durnuksyz päsgel tolkunlardan ýokarydyr. Ikinji seýsmiki maglumatlar bilen hemme operasiýany ýöriteleşdirilen işläp taýýarlaýjy programmalar toplumynyň kömegi bilen kompýuterlerde ýerine ýetirýärler. STU seýsmiki maglumatlarynyň işlenip taýýarlanma prosesi geofiziki-

hünärmeni tarapyndan syn syn edilip durulýar, ol aralyk maglumatlary seljerip, soňky işleme şertlerini kesgitleýär.

Serpigen tolkunlar usulynyň seýsmiki maglumatlarynyň kompýuterli işläp taýýarlamasynyň ahyrky netijesi seýsmiki wagt kesimi bolup durýar, ol geologiki kesime meňzeşdir. Şunuň ýaly kesimde esasy serpidiriji çäkler, olaryň şekil gurluşy, ýanaşýan gatlaklaryň maýyşgaklyk özboluşluklarynyň derejeleri görünyär. Gorizontaly boýunça profiliň başyndan gurulýan seýsmiki kesim üçin aralyklar goýulýar. Wertikaly boýunça wagt kesiminde saýlanyp alnan ölçegde serpigen tolkunlaryň ýer ýüzünden serpidiriji çäge we yzyna çenli geçen wagty ýerleşdirilşär.

Ýöne seýsmiki wagt kesimi çuňluk kesimi gabat gelmeýär. Geologiki kesimde çuňlugy syn nokadyndan serpidiriji çäge çenli ölçeyärler. Wagt kesimlerini işlenip taýýarlanmagynyň soňky döwründe migrasiýa operasiýasyny-çylşyrymly we köp zähmet talap adiji operasiýasyny ýerine ýetirýärler, onuň netijesinde çuňluk seýsmiki kesimini alýarlar. Bu kesimde serpigen tolkunlar individual dinamiki häsiýetleri bilen serpidiriji çäkleriniň hakyky çuňluklarynda we serpidiriji nokatlarynda ýerleşdirilýär.

Wagt we çuňluk seýsmiki kesimlerinde serpidiriji gorizontlaryň şekili hökmünde seýsmogrammada bellenen bir gezek serpigen tolkunlaryň sinfaza oklary hyzmat edýär. Wagt

we çuňluk kesimleri serpikdiriji çäkleriň häsiýetlerini has gowy görkezzer ýaly işläp taýýarlama prosesinde adaty serpigen tolkunlaryň ýazgysyny güýçlendirmeli we päsgel tolkunlaryň yazgysy gowşatmaly.

Meýdany gurşap alýan, köp sanly kesişýän profillerde geçirilýän synlar serpikdiriji çäkler boýunça gurluş kartalaryny gurmaga mümkinçilik berýär we her bir jübüt çäkleriň arasynda boý we kese tolkunlaryň ýa-da ikisiniň bilelikde aralyk tizliklerini kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Aralyk tizlikleri profilde gurnamagyň her bir ýerleşşi üçin kesgitlenilýäli sebäpli içinde bölünen aralyklar üçin profiliň ugry boýunça we profilleriň aralygy üçin tizligiň üýtgemesini yzarlamak berlen çuňluk aralygynda dag jynslarynyň özboluşlyklarynyň äýtgemegi barada maglumat berýär.

UÇNU maglumatlarynyň doly işlenip taýýarlanmagynyň netijesinde teswirleýjiniň we geologyň elinde şu aşakdaky maglumatlar bolýar:

1. Öwrenilýän meýdançanyň бүтін meýdeny boýunça wagt we çuňluk kesimleriň ulgamlary, olaryň her birinde birnäçe sany daýanç serpikdiriji çäkler görkezilendir.
2. Profillerde her bir syn nokadynda tizlik seljerilişiniň netijesi boýunça kesgitlenen effektiv tizligiň bahasy.

3. Serpikdiriji çäkleriň aralygyny her biri üçin aralyk tizlikleriň hasaplanan bahalary.
4. Käbir aralyklar üçin hasaplanan siňme koeffisientiniň bahalary.
5. Serpigen tolkunlaryň amplitudalarynyň bahalary ýa-da serpikmäniň şertini koeffisientleri.

Bu maglumatlary ulanyp, serpikdiriji çäge çenli çuňluga baglylykda affektiv we aralyk tizlikleriň üýtgemesini kesgitläp bolýar. Agzalyp geçilen seýsmiki ululyklaryň çuňluk we giňişlik boýunça üýtgemegini öwrenmek we olary guýy barlaglary hem-de geologiki düşünjeler we subutnamalar bilen deňeşdirmek geologiki kesimi çaklamagyň esasyňy düzýär.

STU-UÇNU maglumatlaryny we beýleki barlaglaryň netijelerini toplumlaýyn seljermegini netijesinde seýsmiki häsiýetnamalaryny çökündileriniň düzümini, gurluşyny, çöküňdi çökme şetlerini, olaryň üýtgemegini, ýaşyny we ahyrynda raýonyň geologiki emele gelme taryhyny kesgitlemek üçin ulanylýar. Nebitiň we gazyň gözleginde bu çemeleşme göni gözlegleriň esasyňy düzýär, onda çuňlugyň haýsy aralygynda we meýdançanyň niresinde uglewodorodlaryň ýygnanmagyny görüp bolýar we tapylan ýataklar bölünýär.

Üznüksiz we Diskret seýsmiki signallar.

Maýyşgak gyrşawlarda ýaýraýan seýsmiki signallar wagtyň üznüksiz funksiýalaryny $F(t)$ emele getirýärler. Grafiki

taýdan olar üznüksiz egriler hökmünde şekillendirilýä we signallaryň amplitudalarynyň wagt boýunça üýtgemegini görkezýärler: Seýsmiki signallaryň wagt boýunça üznüksiz funksiýz görnüşine olaryň şekiliniň analog görnüşi diýilýär. Seýsmiki yrgyldylaryň bellenişi we işläp taýýarlanylşy adatça sanly görnüşinde bolýar. Sanly görnüşinde seýsmiki signallar sanlaryň yzygiderliligi bilen berilýär, olaryň her birini wagtyň käbir fiksirlenen momentinde signalyň mgnomen amplituda bahasyny kesgitleýär. Şeýleleik bilen sanly görnüşinde üznüksiz signal onuň mgnomen bahalarynyň diskret yzygiderliligi bilen görkeziler.

$$F(t) = F(t_1) + F(t_1 + \Delta t) + \dots + F(t_1 + j\Delta t) = \sum F(t_1 + \Delta t)$$

Signallaryň analog we diskret görnüşinde şekillendirilmegi.

Seýsmiki signallaryň özboluşluklaryny saklamak üçin, olaryň pursatdaky bahalary Δt kiçi interwalyndan bermelidir, oňa bolsa diskretizasiýa ädimi diýilýär.

KÝB bellenişän seýsmiki meýdana täsir.

KÝB täsiriniň faktorlary.

Bellenilýän sesýmiki meýdana KÝB täsiriniň şekili dürlüdür. Esasy effektlere böleliň:

- 1) Çeşmeden çeşmä, kabul edijiden kabul edijä gaçýan we galýan tolkunlar bilen üst gatlaklaryndan geçip gitmeginiň wagt çylşyrymly üýtgemegi,
- 2) Energiýanyň ýuwudylmagy we ýaýramagy,

- 3) Üst tolkunlaryň emele gelmegi,
- 4) Gaýtalan tolkunlaryň meýdana täsiri,
- 5) Çeşmäniň döredýän impulsynyň emele gelmegine täsir,
- 6) Döretmede we kabul edişde serpiggen tolkunlaryň ýygylyk filtrlenmesi,
- 7) Yrgyldylaryň polýarlanmasynyň ýoýulmasy.

KÝB täsiri esasynda wagt togtamalarynda üýtgeýän düzüji esasy roly oýnaýar. Wagt oblastynda yrgyldylary spektral bölmesi ýaly profiliň uguryndaky bir wagty bolan amplitudalaryň kesimleri ýada KÝB bilen döredilen wagt togtamalaryň grafikleri we giňişlikleýin ýygylyk düzüjileriň toplумы bilen getirliп bilner, şol bir wagtda periodyň uzynlygy adatça ýaýramanyň uzynlygyna degişlilikde seredilip geçilýär, sebäbi olary ýüze çykarmak we hasaba almak oňa baglydyr.

Wagt togtamalaryň ýygylyk düzüjilerini adatça üç diapazona bölýärler: gysga periodly (ýa-da ýokary ýygylykly) – P, orta periodly (orta ýygylykly) – OP we uzakperiodly – UP, olar seýsmiki maglumatlaryň hiline täsir edişi bilen tapawutlanýarlar. Diapazonlaryň çäkleri örän şertlidir: GP – tolkunynyň uzynlygy ýaýramanyň uzynlygynyň 0,25-0,5, OP – 0,25-0,5-den 1,5-2 çenli, UP-iki ýaýramadan hem uly. Şol bir wagtда ýaýramanyň hakyky uzynlygy serpiкme wagtyna baglydyr. Şonuň üçin şol bir anomaliýa çuň gorizontlar

boýunça gysga periodly we ortaperiodly ýa-da kiçi wagtlarda serpikmelere degişliligi boýunça uzakperiodly bolup biler.

Şeýle-de ýüze çykarmak mümkinçiligini hasaba alýan amplitydalar boýunça togtamalary bölmek bolar. Yrgyldylaryň ýarymperiodyndan geçýän süýşmeler ýokary amplitudaly diýip atlandyrmak bolar. Üýtgeýän yrgyldylaryň maksimal amplitudalary durnuksyz doňaklyk, kesimiň trapplar bilen doýgun, daglyk, karst bölekli raýonlarda duş gelýär. Gadymy akabalaryň deltalarynda wagtyň gysga periodly wariýasiýalary (100ms) syn edilýär. Kese tolkunlar üçin degişli wagt süýşmeleri boýa görä ulydyr.

Pes tizlikler çökündileri ýokary ýuwudyлма koeffisientleri bilen häsiýetlenýär. Asyl dag jynslary bilen deňeşdireniňde ýokarky gatlaklarda ýuwudyлма 100 we ondan hem köp esse artýar. Eger-de dag jynslaryň arasyndaky boşluk gaz ýa-da suwuklyk bilen doldurylan bolsa, onda ölçme has hem ulalýar. Ýuwudyлма ýygylýga baglylygy sebäpli KÝB pes ýygylýklar filtri bolup hyzmat edýär. Mysal üçin 6-10m. torf gatlaýygy serpikmeler ýygylýgynyň 30Gs. ýokarsyny basyp ýatyrýar. Profiliň ugurynda pes tizlikler çökündileriň çalşyp durmagynda uly galyňlykly bölekler adatça bellemäniň бүтин diapazonynda, aýratyn hem yrgyldylaryň üst çeşmelerinde, seýsmiki ýazgylarynda görünýän ýygylýklaryň peselmegi bilen gowy bölünýär. Seýsmiki barlagyň tejribesinde partlama

çeşmäniň ýellenme gatlagyň aşagyna, kabul edijileri topragyň aşagyna, käwagtlar bolsa pes tizlikler çökündileriniň aşagyna, hususan batgalyklardaky torflaryň aşagyna, ýerleşdirmek giň ulanylýar.

Seýsmiki ýazgylarynda KÝB ýaýraýan tolkunlar has güýçli bolup durýar. Olar göni dürli görnüşli üst, kanally, gaýtalanyp-döwülen tolkunlardyr. KÝB-de pes tizlikli gatlaklar tolkungeçirijini emele getirýärler, olar boýunça adatça çeşme bilen döredilýän tolkunlaryň energiýasynyň esasy bölegi geçip gidýär. Şol päsgelleriň güýjenmesiniň çeşmäniň çuňlugyna baglylygynyöwrenmek boýunça kân barlaglar geçirildi. Şunuň ýaly işler köplenç, önümçilik işlerinde çeşme şertlerini saýlap almak üçin, tejribe işleri hökmünde geçirilýär. Eger-de arassa päsgel tolkunlar çeşmäni çuňlaşdyrдыgыңça goşaýan bolsa, onda päsgelleriň kanal we beýleki görnüşleri üçin baglylyk has çylşyrymlydyr.

Surat 5 üst durnuksyzlygy bolan profil boýunça deň daşlaşdyrylmaly kesim getirilen. 0,6-1s. wagtdan 1,8-2,3s. wagta çenli pes tizlikler durnuksyzlygynda güýçli yrgyldylar, üst tolkuna laýyk gelýär. Üst gatlaklaryndaky ululyklaryň üýtgemegi ýazgyda ilkinji gelmelere görä üst tolkunlarda has gowy görünyändigini görüp bolýar. Üst tolkunlaryň tizliginiň we güýjenmesiniň üýtgemegi durnuksyzlyklar zonalaryny bölmekde bir görnüş bolup hyzmat edip biler.

Gaýtalanany tolkunynyň meýdanynyň emele gelmegi üçin üstden serpikmäniň koeffisienti wajypdyr. PTA we asyl dag jynslaryň çäginde tizlikleriň tapawudy näçe köp bolsa we bu üst näçe tekiz bolsa, gaýtalanany tolkunlaryň güýçli meýdanynyň mümkinçiligi hem şonça ýokarydyr. Serpikmäniň ýokary koeffisientleri hususan, kölleriň çuňdaky çökündileriniň aşagynda syn edildi $(-0,85-(-0,95))$ çenli). PTA-ň aşaky çäginde 0,6-0,9 absolyut bahalar, KÝB-ň aşaky çäginde bolsa 0,3-0,5.

Çeşme bilen döredilýän impulsyň şekili, partlamada-da we üst täsirinde-de olar bilen galtaşýan dag jynslaryň häsiýetine baglydyr. Dag jynslaryň dykzlygy ýokarlananda impulsyň ýygylýan düzümi ýokarlanýar, yrgyldylaryň amplitudasy bolsa gaçýar. Soňky sebäpli partlaýjylaryň mukdarynyň artmagyna getirýär.

Bellenişde kabul ediji – toprak ulgamynyň häsiýeti bellenilýän yrgyldylaryň şekiline we amplitudalaryna täsir edýär, ol KÝB filtrleýji işine goýulýar we adatyça ony güýçlendirýär.

Goýmça filtrleýji faktor KÝB-ň çäklerinde emele gelýän ikinji tolkunlaryň goýulmagy bilen döreýär. Mysal üçin gaçýan tolkunlar üçin, çeşme pes tizlikler gatlagyndan aşakda ýerleşdirilse, şol gatlagyň aşagyndan serpigen serpikme uly roly oýnaýar.

Ýygylyk häsiýetnamasy geçiş burçuna bagly bolmalydyr, ol çeşme-kabul ediji daşlaşma baglylykda üýtgeýän filtrlemä getirmelidir.

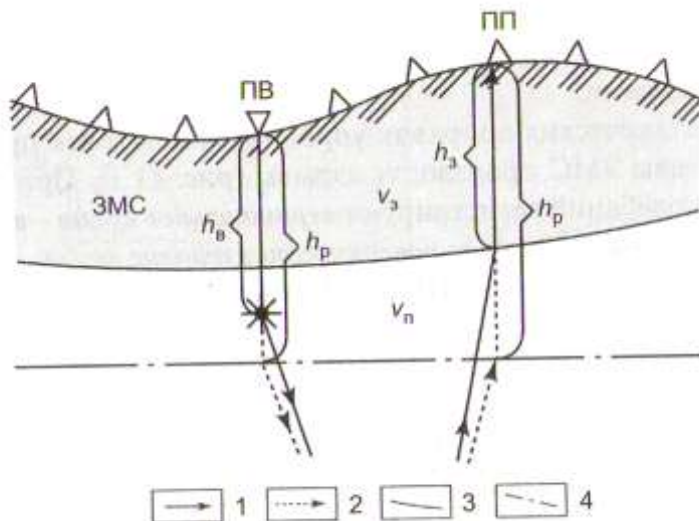
Ýer üsti we pes tizlikler gatlagyň aşaky çägi ýaly kert çäklerden yrgyldylary ýazmak hemişe interferension bolýar, her bir tolkuna olar tolkun döredilýän goşmaça tolkun goşulýar. Bu tolkunlaryň polýarlanmasynyň ýoýulmagyna getirýär. Boý tolkunynyň polýarlanmasy, mysal üçin elliptiki görnüşde bolup biler.

Profiliň ugurynda KÝB-ň üýtgeýän täsiri bilen bagly faza süýşmeleri we üst şertleriň we gatlaklaryň ululyklarynyň üýtgäp duran şertinde ýazgynyň şekiliniň üýtgemegi bilen bafly faza snýşçeleri serpikmeleriň sinfaza oklarynyň wagtynda syn edilän ýoýulmalary emele getirýän goşmaça faktor bolup durýar.

3.3. Statiki düzedişler.

Ýer ýüzi dürli ýerde dürlidir. Käbir raýonlarda ýeriň ýagtylyk üsti deňiz derejesinden ýokarda bol sa käbir raýonlar ondan pesdedir. Seýsmiki ýazgylaryň esasy talaplarynyň biri bolsa çeşme nokadynyň kabul ediş nokady bilen bir tekiz üstde ýerleşmegidir. Şeýle-de seýsmiki tolkunlar belleneninde olaryň gelme wagtynyň ýoýulmasy bolup geçýär,

onuň sebäbi ýer ýüzüniň relýefi we ýagtylyk üstüne golaý gatlaklarda geologiki kesimiň tizlik durnuksyzlygy bilen baglydyr. Netijede tolkunlaryň godograflary giperboliki şekilinden uly tapawut bermegi mümkindir. Bu tapawudy aradan aýyrmak üçin bellenilýän tolkunlaryň wagtlaryna ýörite statiki düzedişleri girizilýär. Olaryň ululygy tolkunly belleme wagtyna bagly däldir. Statiki düzedişler bilen bellenilýän tolkunlaryň wagtlaryny synlaryň gorizonta üstüne (getirme çyzygyna) getirýärler. Adatça getirme çyzygyny ýagtylyk üstüniň aşagyndan geçirýärler. Statiki düzedişler profiliň ugry boýunça ýerleşdirilen çuň bolmadyk guýylarda



Surat 26. PTA we getirme çyzygynadüzedişler: 1-hakyky ýşyklar, 2-hasaplanan ýşyklar, 3-PTA-ň aşaky çägi, 4-getirme çyzygy.

Çenli düzedişlergeçirlen ýörite seýsmiki barlaglaryň netijeleri boýunça hasaplaýarlar. Şunuň ýaly synlaryň seýsmiki ýazgylarynda kesimiň ýokarky durnuksyz böleginde geçiji tolkunlaryň geçiş wagtyny we tizlugunu kesgitleýärler. Bu synlara mikroseyismokarotaž diýip atlandyrylýar. Çeşme üçin düzediş şu aşakdaky aňlatma bilen tapylýar:

$$\Delta t_{wz} = \Delta h / V_1 \quad (44)$$

bu ýerde: Δh - partlama nokadynda partlaýyş nokadyndan getirme çyzygyna çenli aralyk.

Kabul ediş nokady üçin düzediş:

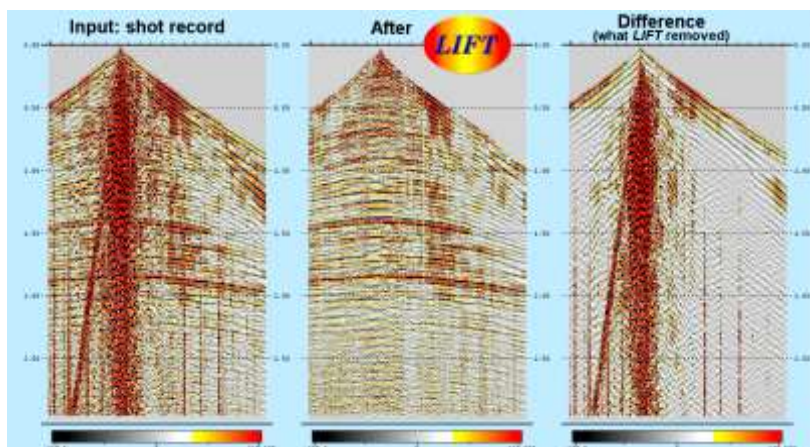
$$\Delta t_{pr} = -t_w - \Delta h / V_1$$

bu ýerde: t_w - kabul ediş nokadynda wertikal wagt, Δh - kabul ediş punktynda kabul ediş nokady bilen getirme çyzygyna çenli aralyk.

Kompýuterde seýsmiki maglumatlary işläp taýýarlamagyň esasy maksady – “signal/päsgelçilik” gatnaşygyny gowulandyrmakdyr, ýagny päsgelçilik meýdanyny gowşatmak bilen peýdaly signaly bölmek we güýçlendirmek. Kompýuteri ulanmak diňe bir belli bolan işläp taýýarlama usullaryny awtomatlaşdyrman, eýsem täze usullary ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär, şeýle-de ozal ýerine yerine ýetirip bolmajak meýdan synlarynyň usullarynyň üstünligi üpjün edilýär. Ýöne bu diýmek maglumaty işläp

taýýarlamakda geofizigiň ornuny peseltmeýär: işläp taýýarlamagyň işiniň we ululyklarynyň amatly yzygiderliligini saýlap almak, çözüdi almak we maglumatlary ahyrky teswirlemek hemişe işläp taýýarlaýjy geofizigiň meselesidir.

Seýsmiki maglumatlaryň işlenip taýýarlanma netijesinde meýdan ýazgylary ilki bilen ýygylyk filtrlenmesine, şeýle hem seýsmotrassalaryň çäklerinde tolkunlaryň amplitudasynyň deňlenme işine sezewar edilýär. Soňky agzalan işleme belleniýän tolkunlaryň dinamiki diapazonynyň belleýjiniň dinamiki diapazonyndan münlerçe esse uly bolanlygy üçin ýerine ýetirilýär.



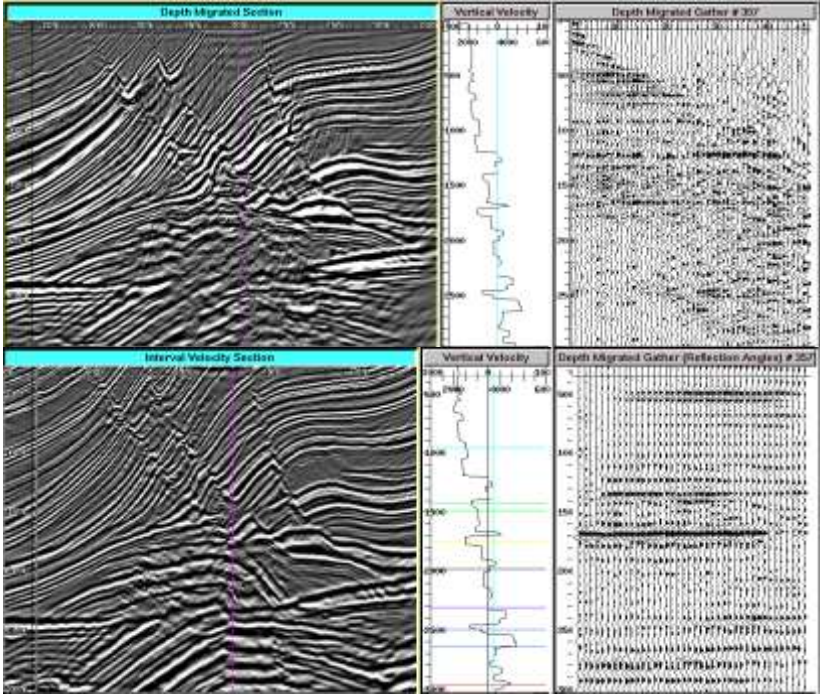
Surat 27 Merkez ulgamy boýunça seýsmogrammalar.

Seýsmiki barlagynda belleniýän signalyň ýygylygy 10-15 Gs-den 120-150 Gs-e çenli ýaýraýar. Bu diapazondan filtrleriň kömegi bilen gerek bolan diapazonlary saýlap alyp

bolýar, mysal üçin 15-60 Gs; 25-80 Gs we ş.m. Ýygylyk filtrleriň her bir goýberiji penjiresinde laýyk filtrlenen seýsmogrammalary alýarlar. Şunuň ýaly seýsmogrammalaryň ýygýndysyny öz aralarynda deňeşdirýärler we teswirleýjini tolkunynyň has gowy görünýän seýsmogrammany alýarlar.

Bellenilen signalyň dinamiki diapazonyny düzleýji işlemäni saýlap almak bilen seýsmogrammada seýsmiki ýazgylar aýratyn tolkunlaryň şekilleriniň aýratynlyklaryny saklap galyp, olaryň güýjenmesi barada maglumat alýar. Amplitudany dolandyrmagyň dürli ululyklary bilen işläp taýýarlamanyň netijelerini seljerilişinde tezwirleýjisoňraky işler üçin has amatly usulyny saýlap alýar.

Seýsmogrammalar özüniň bellenişine laýyklykda yzly-yzyndan goýlup, profiliň bütin uzynlygynda tolkun yralap bolar ýaly ýerleşdirilýär. Şol bir çäk ýa-da galyňlyk bilen bagly serpigen, döwülen ýa-da refragirlenen tolkunlaryň yzarlanmasyna korrelýasiýa diýilýär. Korrelýasiýa şu aşakdaka esaslanýar: seýsmogrammanyň tekizliginde (t , x) giriş wagty, laýyk tolkunlaryň şekili we güýjenmesi kabul ediş punktlarynyň aralygy kiçi bolanda az üýtgeýärler. Bu diňe bir tebigaty bolan signaly bermäge mümkinçilik bermän, dürli kanallarda bellenen tolkunlaryň arasyndaky wagt süýşmeleri kesgirmek bermäge mümkinçilik berýär. Gelmäniň hakyky wagty gelme üçin düzediş girizilenden soňra kesgileýärler.



Surat 28. Çuňluk boýunça wagt kesiminiň tizliklere berkidilişi.

Tekizlige (t, x) geçirilen godograflar, bütün profil boýunça gurlanda jemlenen godograflary emele getirýärler, olar boýunça tolkunlaryň profillerde ýaýramagyny yzarlaýarlar. Şeýlelikde çäkleriň şekilini gaýtalaýan sinfaza oklaryny alýarlar.

IV BÖLÜM.

4.1. Seýsmiki gurşawlaryň modelleri we olaryň häsiýetleri.

Hakyky geologiki gurşawlaryň durnuksyzlygy we bu gurşawlarda maýyşgak özboluşlyklaryň ýaýramagynyň çylşyrymlydygyna baglylykda, umumy ýagdaýynda bular matematiki düşündirilişe tabyn bolmaýar, seýsmiki gözleginde gurşawy käbir sadalaşdyrylan modeller bilen golaýlaşdyrylýar. Seýsmiki modele adatça hakyky geologiki gurşaw diýilýär, ol eksperimental syn edilýän tolkun meýdanynyň esasy aýratynlyklaryny has takyk düşündirmek maksady bilen we munuň esasynda yzyna dolanan meseläni çözmek maksady bilen, gurşawda maýyşgak we maýyşgak däl ululyklaryň ýaýrama barada nazary nokady tarapyndan düşündirilýär. Modelirleme uniwersal baha eýedir we adaty ylymlary hemme görnüşlerinde, şol sanda geologiyada we geofizikada ulanylýar. Meseläniň hemme takyklygyny göz önüne tutmak we öwrenilýän prosesini has takyk matematiki modelini almaga okgunlyk köp sanly üýtgeýän ululyklary bolan meselä getirip biler. Eger-de ululyklary optimal bahalary tapylanda-da olary tejribede ulanmak mümkin bolmaýar. Sebäbi olary doly göz önüne tutmak örän çylşyrymly bolar. Seýsmiki gözleginde matematiki modelleri adatça seýsmologiki modelleriň esasynda gurýarlar. Seýsmologiki modelleriň esasy görnüşleri dürli

raýonlarda seýsmiki gözlegiň esasy geçiriliş şertleri we dürli geologiki meseleleriň çözülmegi bilen kesgitlenilýär. Matematiki modeller hakyky geologiki gurluşlara berkidilmeyär, bu ýerde tizlikleriň ýaýramasynyň matematiki ýazgysy, seýsmiki çäkleriň şekilleri we olaryň galtaşmasynyň şekilleri ilkinji orna eýedir. Bu, käbir adaty ýagdaý üçin seýsmiki barlagyň göni we yzyna dolanan meseleleriniň nazary çözügidir. Göni we yzyna dolanan meseleler çözülide ulanylýan matematiki modelleri tapawutlandyrmak zerurdyr.

Öwrenilýän meseleleriň sanynyň artmagy, çuňlukda dag jynslaryň gurluşy we ýagdaýy barada maglumatlaryň takyklygyna we dogrulygyna edilýän talaplaryň artmagy seýsmiki gözlegiň fiziki esaslaryny ösdürmegi we kämilleşdirmegi zerur edýär. Hakyky gurşawlary olaryň islendik tolkunlara görä gatnaşygynyň aýratynlyklaryny hasaba alyp sadalaşdyrylan tizlik modelleri bilen approksimirläp bolar. Köp sanly wajyp meseleler çözülide gurşawyň elementleriniň ýerleşşi bilen we ugrukdyrylan faktorlaryň täsiri bilen şertlendirilen tezlikleriň anizotropiýasyny göz önüne tutmaýarlar.

Şu aşakdaky modelleriň görnüşlerini tapawutlandyryýarlar:

- 1) Durnukly model, tizlik hemişelik we giňişlik koordinatlaryna bagly dälendir;

- 2) Gatlakly-durnukly model, tizlikleriň tapawutlanýan bahalary bolan durnukly gatlaklaryň garyşygyny göz önüne getirýär;
- 3) Üznüksiz model, tizlik giňişlik koordinatalaryň tekiz üznüksiz funksiýasyny göz önüne getirýär;
- 4) Gatlakly-üznüksiz model, çäklerinde tizlikleriň bökmesi bolup geçýän üznüksiz gurşawlardan durýar;
- 5) Gatlakly-durnukly-üznüksiz model, üznüksiz we durnukly gurşawlardan durýar we olaryň araçäkelinde tizlikler bökýär.

Eger-de tizlik üç koordinata bagly bolsa – model üç ölçegli hasap edilýär, eger-de iki ölçege bagly bolsa, onda iki ölçegli hasap edilýär. Hakyky geologiki gurşawlar üçin tizligiň çuňluk boýunça artmagy häsiýetlidir. Şunuň ýaly gurşawlar adatça, tizligiň çuňluk bilen bir ölçegli baglylygy bilen approksimirleýärler.

Şol bir gurşaw seýsmiki gözleg işleriniň dürli usullarynda we teswirlemäniň dürli düwürlerinde dürli takykly modeller bilen göz önüne getirilip bilner.

Seýsmiki barlagynda teswirlewiş modelleri.

Serpikdirişi we döwüji çäkleriň ýerleşşi we öwrenilýän galyňlykda seýsmiki maglumatlar boýunça ol ýa-da beýleki tolkunlaryň tizlikleriniň ýaýramagyny seýsmiki barlagyň yzyna dolanan kinematiki meselesini çözmek arkaly örenýärler.

Geofizikada yzyna dolanan meseleler ýaly, seýsmiki barlagyň yzyna dolanan meselesini çözmek üçin diňe öwrenilýän gurşawyň gurluşyna we özboluşlygyna degişlilikde käbir golaýlaşan hödürlemeleriň çäklerinde mümkindir. Öz içinde empiriki berlenleri we belli fiziki kanunalaýyklary alýan şunuň ýaly hödürlemeleriň ulgamyny, çökündileriň emele gelmegini we olaryň özboluşlyklaryny düzgünleşdirende, gurşawyň seýsmogeologiki modeli döredilende ulanylýar. Şunuň ýaly modelde hakyky geologiki modeliň ýerine diňe maýyşgak ululyklaryň toplumyny we modeliň giňişliginde-çyňlukda we meýilnamada üýtgemegiň kanuny ýazýan gurşawlar bardyr.

STU seýsmiki barlagynda maýyşgak özboluşlyklaryň wertikal üýtgemeleri bolan gurşawyň modeli has giň ýaýrama eýe boldy, ýagny meýilnamada hemmişe bolup, çuňlukda üýtgeýär. Bu görnüşli modelleri iki topara bölýärler: çuňluk boýunça tizligiň üznüksiz üýtgemegi we böküp üýtgemegi. Şol bir wagtda dürli maýyşgaklyk özboluşlyklary bolan gatlaklaryň bölünme çäkleri lokal tekiz diýip alynýar. Lokal tekiz serpikdiriji çäkleri bolan gatlakly galyňlygy ulanyjylygyşu aşakdaky düzgünlere esaslanýar:

1. Serpigen tolkunlar usullarynda kabul ediji ýaýramanyň uzynlygy adatça 3000m geçmeýär. Diýmek gorizontal ugurlanmada maýyşgaklyk özboluşlyklaryň üýtgamezligi barada düzgün lokal häsiýete eýedir we

3000m geçmeýän profilleriň böleklerinde geçirilýär. Seýrek ýagdaýlary hasap etmäniňde şunuň ýaly düzgün hakyky geologiki şertler bilen laýyk gelýär.

2. DUÇ (ОПВ-общий пункт возбуждения) usulynda serpikme nokady serpikdiriji çäk boýunça kabul ediji ýaýramanyň ýarysyndan geçmeýän aralyga süýşirilýär, UÇNU usulynda bolsa ýa-da çägiň şol bir ýerinde durýar, ýa-da çäk egri bolsa uly bolmadyk aralyga süýşirilýär. Diýmek, kinematiki gatnaşygynda çägi tekiz diýip, eger-de lokal bälékleri DUÇ-ň ýaýrama uzynlygyndan uly bolmadyk ýagdaýynda lokal böleklerinde tekizlikden az tapawutlananda hasap etmek bolar.
3. Serpigen tolkunlaryň dinamikasy nazaryndan seredeniňde hakyky çägi tekiz diýip hasap etmek, eger-de ol garşylyklaýyn serpikýän nokadyň töwereginde tekiz bolsa bolar. Bu töweregiň ululygy seýsmiki signalyň ýygylgy artýan Freneliň ilkinji zonasy bilen kesgitlenilýär, ýagny, signalyň spektral düzümine we çägiň ýatýş çuňlugyna baglydyr.
4. Geologiki çökündileriň gatlakly häsiýeti gatlaklaryň arasyndaky çäklerde maýyşgak özboluşlyklarynyň bäküp üýtgemegini göz önüne tutýar we ondan pes bolanda her bir gatlagyň çäginde maýyşgak

özboluşlyklaryň üýtgeşsizlik barada çaklamada dogrudyr.

Çuňluk boýunça maýyşgak özboluşlyklaryň üznüksiz üýgewli modelinde dag basyşynyň ulalmagyny we litologiki özboluşlygy göz önüne tutmaklyk zerur bolan halatynda durnukly düzümi bolan uly galyňly bolan gatlagy ýazmak üçin zerur bolýar. Goňşy gatlaklaryň özboluşlygy bilen çala tapawudy we seýsmiki barlagda ulanylýan tolkunlaryň uzynlygyndan pes bolan galyňlygy maýyşgak özboluşlyklaryň üznüksiz üýtgemegi bolan gurşawdan olary tapawutlandyrmaga mümkinçilik bermeyär. Döwülen tolkunlar usulynda, serpigen tolkunlar usulyndan tapawutlylykda, öwrenilýän tolkunlar esasy ýoluny döwýän çägiň ýanynda, gorizontala golaý ýagdaýynda geçýärler. Kabul ediji ýaýramanyň bütin dowamynda döwüji çäk tekiz diýip çaklamak hemişe dogry däl. DTU-da ol ýa-da beýleki çäkleriň golaýynda tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri öwrenilýänligi sebäpli, onuň üçin teswirleýji modeller döwüji çäkleriň mümkin bolan gyşarmagyny hem-de döwüji çäkleriň aşagyndaky gatlagyň gorizont boýunça tizliginiň öýtgemegini göz önüne tutmalydyr. Seýsmiki maglumatlary işlemek diýip öwrenilýän tolkunlaryň durnukly we dyrnyksyz päsgelçiliklerini maksimal basyp ýatyrmak kinemati hem-de dinamiki häsiýetlerini has doly ýüze çykarmak maksady bilen

her bir seýsmotrassada ýa-da seýsmotrassalaryň toparynda kesgitli yzygiderlilikde ýerine ýetirilýän işleriň toplumyna döşünilýär. Seýsmiki teswirlemäniň prosesinde seýsmogrammalarda bellenen köp sanly tolkunlarda bir gezek serpigen ýa-da döwülen tolkunlary bölýärler we bu tolkunlaryň kinematikasy hem-de dinamikasyboýunça çuňluk hem-de ginişlik boýunça dag jynslaryň galyňlygynda tizlikleriň ýaýramagyny we käbir maýyşgak ululyklary öwrenilýär. Seýsmiki teswirlemeler boýunça geologiki teswirlemeleriň netijesinde geologiki düşindirilişi alýarlar-burawlama maglumatlaryna berkitme, geologiki kartalaşdyрма, öwrenilýän raýonyň tektoniki şertlerini. Maýyşgak tolkunlaryň ýaýramagynyň tizlikleriniň tapawudy boýunça bölünen öwrenilýän meýdançanyň jümmüşindäki hemme aralyklary ol ýa-da beýleki düzümi we ýaşy bolan gatlaklara berkitýärler, şeýle hem bir düzümi we ýaşy bolan dag jynslaryň özboluşlygyndaky ol ýa-da beýleki üýtgemeler bilen berkidilýär.

4.2. Gurşawyň tizlik modelini kesgitlemegiň iteratiw usullary.

Gatlak tizlikleriň modelini kesgitlemegiň iteratiw usullary üçin başlangyç maglumatlary hökmünde wagt

kesiminde yzarlanan gorizontlaryň ugryndaky alnan UÇNU seýsmogrammalarynyň bir gezek serpigen tolkunlaryň godograflary hyzmat edýär. Iteratiw usullar bilen gurşawyň tizlik modelini gatlaklaýyn düzmegiň iki sany çemeleşmesi bardyr. Birinji çemeleşmesi bölünme çäkleriň tekiz gyşarma görnüşleri bolan gurşawlar üçin ulanylýar we gatlagyň üç sany ululyklaryny ugrukdyryp saýlanmany göz önüne tutýar: gatlagyň galyňlygy, aşaky çäginin gyşarma burçy we gatlak tizligi. Bular ýokarda ýatan gatlaklaryň hemmesi üçin belli bolan ululyklarda alynýar. n gatlakda goýlan meseläni çözmek üçin başlangyç informasiýa hökmünde $n-1$ gatlakdan serpigen tolkunýň godograflary hyzmat edýärler. Syn edilen we nazary godograflarynyň biriniň arasyndaky tapawutlarynyň minimumlary boýunça V_n bahasy kesgitlenilýär. Dürli ululyklaryň deňeşdirilmegi mümkindir: V_i bahanyň syn edileni we hasaplanyp çykarlany, ol hasaplanan godografy tekizleme netijesinde tapylýar; UÇNU hasaplanan godografynyň syn edileninden orta kwadratik gyşarmasy V_i syn edilen bahalary spektriniň ululyklarynyň hasaplananlarynyň we ýazgy jemlenende hasaplanan godograflarynyň ululyklarynyň deňeşdirilmegi. Ikinji çemeleşme bölünme çäkleriniň egriçyzykly görnüşleri bolan gurşawlaryň modelleri gurlanda ulanylýar we işläp taýýarlama umumy çuňluk nokatlarynyň zygiderlilik barada maglumatlary we aralyk hem-de ahyrky

netijeleri ýylmanak funksiýalar bilen approksimasiýany girizmegi şertlendirilýär. Iteratiw meseleler çözülen-de hasaplamanýň wariýantlaryny azaltmaga uly üns berilýär. Yzygider hasaplap durma usulyndan tapawutlylykda iteratiw usullar kân wagt talap ediji bolup durýar we senagat derejesinde onuň ýerine ýetirilişi uly operatiw ýady we ýokary tizlikde işleýjiligi bolan kompýuterlerde ýerine ýetirilip bolar. Sebäbi mukdar usullary bilen egri çyzykly araçäkleri bolan gatlakly gurşaw UÇNU godograflarynyň göni kinematiki meselelerini we hasaplamalaryny köp gezek çözmeklik amala aşyrylýar. Egriçyzykly araçäkli görnüşi bolan gatlakly durnukly gurşaw. Has sada we şol bir wagtyň özünde geologiki maglumat beriji teswirleme modeli durnuksyz galyňlygy wertikalý we gorizontaly boýunça düzýän, gyşarma çäkli we her gatlagynda tolkunlaryň ýaýrama tizlikleriniň hemişe bolmagynda durnukly izotrop gatlaklaryndan durýan gatlakly gurşawyň modeli bolup durýar. Bu model emele gelmegi boýunça asuda geologiki taryhy bolan platforma regionlaryny ýazmak üçin has amatlydyr.

Ýarym giňişlikde durnukly gatlak.

Durnukly gatlagy maýyşgak tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri bilen häsiýetlendirilýär $V = V_0 = \text{const}$. Koordinatlar ulgamynyň başlangyjy bilen baglanyşdyrylýan çeşme üçin çeşme kabul ediji aralygyny girizýäris $l < os$. Durnukly

gatlagyň arasyndaky bölünme çägi üznüksiz egri görnüşinde göz önüne getieliň, olaryň her bir nokadyna üznüksiz degiji gabat gelýär. Bu ýagdaýda serpigen tolkunlaryň göni kinematiki meselesiniň şu aşakdaky goýluşy laýyk bolýar: gurşawyň berlen modeli üçin hatar profilinde gyzyklanma bildirilýän tolkunlaryň godograflaryny gurmaly we gurşawyň ululyklarynyň hem-de tolkun meýdanynyň arasynda funksional aragatnaşygy kesgitlemeli.

Serpikme izohronasy – bu çeşmäniň we kabul edijiniň kesgitli ýerleşişinde serpigen tolkunyň gelen wagtyň üýtgemän galmagynda serpikme nokatlarynyň geometriki ýerleşşi. Wagtyň ösmeginiň düzgüninde yokardan aşak ýerleşende, t_0 hemişelik bahalary üçin energetiki spektrleriniň şekillerine tizlikleriň wertikal spektrleri diilýär. Berlen şekil üçin we profiliň ugurynda yzygider ýerleşen wertikal spektrleriň hataryndan saýlanyp alnan energetiki spektrleriniň şekillerine tizlikleriň gorizonta spektrleri diýip atlandyrylýar.

Peýdaly tolkunlaryň we päsgel tolkunlaryň özboluşlyklary önünden belli bolanlygy sebäpli her bir takyk ýagdaýda DUS optimal operatory eksperimental maglumatlarda dürli algoritmleri köpçülikleýin syn edip görmek arkaly saýlap almak maksada laýykdyr. UÇNU maglumatlaryny işläp taýýarlamakda UÇNU seýsmogrammalaryň bir ölçegli iki ululykly DUS iki

modifikasiýasy has giň ulanylşa eýedir. Wertikal we gorizontal spektrleri L ugurly γ -da t_0 wagty boýunça iki sany effektiw ululyklaryň V_{eff} we t_0 ýaýramagyny görkezýän ýagdaýynda almak.

Wertikal tizlikleriň synynyň netijesi hökmünde $t = n \Delta t_0$ wagty üçin operatorlaryň biriniň tizlik spektrleriniň yzygiderliligi bolup durýar. Bu maglumatlar koordinatalar tekizliginde energiýanyň funksiýasynyň relýefiniň kartasy, γ -da giňişligiň gyşarmasy γ -da üýtgemesi usullary bilen ýazylan $t_0 = \text{const}$ hatary boýunça grafikleriň γ -da kesimleriň görnüşinde bolup biler.

Izotrop gurşawlaryň tizlik ululyklary.

Gurşawyň tizlik ululygy diýip, profiliniň şekili üýtgemän galýan şertlerinde maýyşgak tolkunyň gurşawda hereket ediş tizligine aýdylýar. Garmoniki tolkunyň ýaýrama tizligine faza tizligi diýilýär. Izotrop gaty göwrümlerde tolkunyň tizligi gurşawyň L ýame ululyklary (maýyşgak modullary) bilen we onuň dykyzlgy bilen kesgitlenilýär. Çäksiz gaty gurşawda boý P we kese S tolkunlar ýaýraýar. Boý we kese tolkunlaryň faza tizliklerini şu aşakdaky aňlatmalar boýunça kesgitleýärler:

$$V_P = \sqrt{\frac{\lambda + 2M}{\rho}} = \sqrt{\frac{E(1-\sigma)}{S(1+\sigma)(1+2\sigma)}} \quad (45)$$

$$V_s = \sqrt{\frac{M}{P}} = \sqrt{\frac{E}{2S(1+\sigma)}} \quad (46)$$

Çäkli ölçegleri bolan gaty göwürümlerde beýleki tolkunlar, mysal üçin üst tolkunlar bolýar, olaryň ýaýrama tizligi V_P we V_S tizliklerden pesdir.

Täze tizlikleri dürli ýygylýklar üçin dürli bolan ýagdaýynda tolkunlaryň dispersiýasy barada aýdýarlar. Islendik seýsmiki yrgyldyny garmoniki yrgyldylaryň jemi hökmünde göz önüne getirip bolar. Ýöne dispersiýa şertlerinde bu ýagdaý tolkunýň ýaýramagynda her bir garmoniki düzüji öz faza tizligi bilen ýaýramagynda çylşyrymlaşýar. Şunuň bilen baglylykda tolkunýň ýaýramasynyň täze häsiýetnamsy – topar tizligi ýüze çykýar. Hatarly maýyşgak gurşawlarda ony

$$w_0 - \Delta w < w < w_0 + \Delta w$$

ýygylýk aralygy bolan garmoniki tolkunlaryň ýygyndysy hökmünde seredip bolar, onuň aralygy aýlap geçýän topar näçe tekiz we uzak bolsa şonça-da kiçi bolar. Ýeterlik derejede kiçi aralykda bolan spektrli signallar üçin, tolkun paketini emele getirýän garmoniki tolkunlaryň faza tizlikleri biri-birinden sähel tapawutlansa dispesiýanyň täsiri diňe aýlap geçýän tolkunýň tizliginde bolar, ol hem topar tizligidir.

$$V_{\text{çäk}} = V / \left(1 - \frac{w}{V} \cdot \frac{dV}{dw} \right) \quad (47)$$

Eger-de tolkun impulsynyň şekili giňişlikde tolkunynyň ýaýran wagty hemişelige käbir golaý ýerleşen bolsa, onda bu golaýlatmada tolkun prosessine seredilende maýyşgak tolkunynyň umumy ýaýramasy barada gürrüň edip, aýratyn bir tizlik barada aýtmak gerek dälär.

Durnukly izotrop modelinden tapawutlylykda, durnuksyz modelleri häsiýetlendirmek üçin birnäçe sany häsiýetnamalar ulanylýar. Hakyky tizlik modeliniň özboluşlygyny onuň her bir nokadynda häsiýetlendirýär. Onuň meýdan bilen arabaglanyşygyny şu aşakdaky deňleme häsiýetlendirýär.

$$(\nabla\tau)^2 = 1/V^2$$

Beýleki agzalyp geçilen gurşawyň modelini umumylykda, onuň käbir ýerleri üçin häsiýetlendirýärler we çylşyrymly gurlan modeli häsiýetlendirmek hem-de durnukly ýa-da gatlakly durnukly modeller görnüşinde takmynan göz öňüne getirmek maksady üçin ulanylýar we şonuň üçin olara köplenç seýsmiki gurşawlaryň integral häsiýetnamalary diýilýär.

4.3. Seýsmiki araçäkleri gurmakda tizlikleri ulanmak.

Maýyşgak yrgyldylaryň geologiki aradaky ýaýraýşyna, onuň litologiki düzümi goşundylara täsir edýändir. Çogup

çykan dag jynslaryň turşy komponentleri azaldygyça tizlik köpeliýär. Intruziw jynslaryň tizligi olaryň effiziw jynslaryndakydan köpdür. Bu bolsa, jynslaryň öýjüklilik ýagdaýyny düşündirýär ($V=4-7\text{km/sek}$).

Çökündi jynslarda tolkun tizligi, onuň mineral düzümine görä gurluşyna we teksturasyna baglydyr. Köp öýjüklilik yrgyldylaryň ýaýraýyş tizligini peseldýär. Uly çuňlukda uly basyşyň täsirinde öýjüklilik peseliýär, ýagny ýaş jynslardan gadymy jynslara geçildigiçe tizlik artýar ($V=3-6\text{km/sek}$).

Seýsmiki tolkunlaryň ýaýraýyş tizligine dag jynslaryň öýjükliligi, jaýyklylygy we olary doldurýan suwuklyklar hem-de tozgunlanan derejesi uly täsir edýär. Bu sebäpler jynslardaky tizlikleriň uly aralykda üýtgemesine getirip biler, ýagny birnäçe jynsyň birmeňzeş tizlige eýe bolmagy seýsmiki barlag işleriniň netijesiniň çözgüdini çylşyrymlaşdyrýarlar.

Tejribede tizlikleri godografyň elementleri, wagt meýdanlaryň bölekleri ýa-da syn bazalarynyň ahyrlary üçin seýsmogrammalary boýunça kesgitlenilýär. Eger-de bazalary uly bolmasa ($l < z/2$, bu ýerde z serpikdiriji çäge çenli çuňluk), onda hasaplanyp çykarlan çuňlugy lokal ýa-da differensiýala golaý diýip hasap etmek bolar. Ters ýagdaýynda ($l < z/2$) tapylyp effektiv tizlik wagt meýdanynyň integral häsiýetnamasyny emele getirýär.

Effektiw tizlikleri kesgitlemegiň usulyýetlerini üç topara bölmek bolar:

Birinji toparyny UÇNU seýsmogrammalarynda serpigen tolkunlaryň we hatarly godograflarynyň wizual ýa-da awtomatiki usulda gorizontlaryny yzarlamagy göz önüne tutýan usullar düzýär. Şeýle hem syn edilen godografyň giperbola bilen soňraky approksimasiýasy we approsimirleýji giperbolalaryň ululyklary bolup durýan integral ýa-da lokal effektiw tizlikleri kesgitlemegi amala aşyrýan usullar düzýär.

Ikinji toparyny meýdanyň maksimum kogerentlige ýa-da energiýa eýe bolýan uguryňa laýyklykda V_{eff} ýa-da wagtyň ösmeginiň normal bahalaryny bahalandyrmak bilen tolkun meýdanynyň dolandyryp ugrukdyrylan synyna esaslanandyr. Bu topara şeýle hem wagt kesimleriniň skanirleme – kesimiň her bir fragmentini tizligi saýlap almak hem-de çäkleriň şekiliniň we olaryň geologiki laýyklygyny bahalandyrmak usuly hem degişlidir.

Aýratyn üçünji topara yzyna dolanan üçölçegli kinematiki meseläni çözmäge we hususanda özara nokatlarynda syn edilen aralykda çözmäge esaslanandyr.

Nazary godograflar usuly we paletkalaryň dürli modifikasiýalary özüniň esasy boýunça korrelirlenen godograflaryň wizual bahalandyrmasynda tolkun meýdanynyň dolandyrylyp ugrukdyrylan synynyň analogy bolup durýar, olar

iň gowy ýagdaýda gurşawyň gurluşynyň berlen modeli üçin hasaplamalary örän gowy gabat gelýär. Saýlap alma we nazary godograflar usuly tejribede diňe serpigen godograflar giperboliki şekiline eýe bolanda we ýerüsti durnuksyzlygyň hem-de çäkleriň egrilikleri netijesinde emele gelen ýoýulmalaryň bolmadyk ýagdaýynda ulanmaklyk maksada laýykdyr.

Tekiz araçäk üçin tizlikleri kesgitlemegiň aňlatmasy:

$$V_0^2 t^2 = 4hl \sin$$

$$\varphi + \left(\sin^2 \varphi + \frac{1+2Kh}{1+Kh} \cos^2 \varphi \right) l^2 \quad (48)$$

Gatlak (aralyk) tizligi.

Hakyky tizlik, gatlagyň çäginde (çuňluk aralygynda) hemişelik bolup, gatlak (aralyk) tizligi diýilýär. Gatlak tizligi düşüňjesini durnukly däl gatlaklary häsiýetlendirmek üçin, eger-de olar özüniň orta saklanan özboluşlyklary bilen gelişýän bolsa, ulanylýar. Gatlak tizligi gatlagyň galyňlygynyň Δh_j onda tolkunyny geçen wagtynda bölünmegiň hususysy ýaly kesgitlenilýär:

$$V_j = \Delta h_j / \Delta t_j$$

Bu kesgitlemesi boýunça gurşawyň differensial ululygy bolup durýar. Getlek tizligi termini ýaşdaş ýa-da litologiki düzümi boýunça meňzeş, geologiyada gatlak diýip atlandyrylýan emele

gelmeleri häsiýetlendirmek üçin ulanylýar. Aralyk tizligi termini ulanmak üçin gatlaklar hökman ýaşydaş ýa-da mırzeş bolamly däldir. Adatça aralyk tizligi diýilende iki sany seýsmiki çägiň aralygynda ýerleşen kesimiň aralygyndaky tizlige düşünilýär. Köplenç gatlak we aralyk tizlikleri terminleriň arasynda tapawut edilmeýär.

Orta we ýşyk tizlikleri.

Orta tizlik diýip Z wertikalda berlen we gurşawyň durnuly modelinde hasaplanan iki nokadyň arasyndaky tolkunýň geçen wagtyna aýdylýar.

Şunuň ýaly çakalmada modelleriň islendigi käbir derejede üste degişlilikde gurşawda orta tizligiň üznüksiz ýaýrama görnüşinde getirilýär.

Bir ölçegli gorizonta – gatlakly gurşawy şertinde orta tizlik şu aşakdaky aňlatma bilen kesgitlenilýär:

$$V_{\text{orta}} = \sum_{j=0}^n h_j / \sum_{i=0}^n \frac{h_j}{v_j} = H / t_{\text{tolkun}} \quad (49)$$

bu ýerde t tolkun – wertikal boýunça tolkunýň geçen wagty; H – orta tizlik hasaplanylýan hemme galyňlyk.

Üznüksiz wertikal-gradiýent gurşawy şertinde aňlatma şu aşakdaky görnüşe eýe bolar:

$$V_{\text{orta}} = Z / \int_0^Z \frac{dz}{v(z)} = Z / t_{\text{tolkun}} \quad (50)$$

Orta tizlikden hakyky tizlige geçiş şu aşakdaky baglanyşyk boýunça amala aşyrylýar:

$$V(z) = V_{\text{orta}} + t_{\text{tolkun}} \frac{d V_{\text{orta}}}{d t \text{ tolkun}} = V_{\text{orta}} / (1 - t_{\text{tolkun}} \frac{d V_{\text{orta}}}{d z}). \quad (51)$$

Orta tizligi düşüňjesi bir ölçegli gorizantal-gatlakly we wertikal gradiýent gatlaklar üçin doly kesgitlemä eýe bolup, özboluşly durnukly-gatlakly we durnukly üznüksiz gatlaklar üçin doly derejede kesgitli bolmaýar. Şol bir wagtda bu düşüňjäniň dürli düşündirilmesi bolup biler we şol model üçin dürli ýaýramalary alyp bolar. Bir tarapdan orta tizligi wertikal boýunça seretmek maksada laýykdyr. Beýleki tarapdan bolsa, iki ölçegli we üç ölçegli modeller üçin berlen serpikdiriji çäkde

$$V_{\text{orta}} = \sum_{j=0}^n h_j / \sum_{j=0}^n \frac{h_j}{v_j} = H / t_{\text{tolkun}} \quad (52)$$

Şertiniň ýerine ýetirilmegini taýap edip bolýar, bu ýerde H gyzyklandyryýan çäge normal boýunça üýtgeýär. Ýşyk tizligi diýip $V_{\text{ýşyk}}$ ýşyk göni diýip hasaplanan iki sany nokadyň arasynda tolkunynyň geçen wagtynda aýdylýar. V_{orta} ululygyny V_{orta} ululykdan tapawutlylykda gyşarýan ýşyk boýunça hasaplaýarlar. Gatlakly-durnukly gurşawda, gorizantal çäkleri bolanda ýşyk tizligi boýunça umumy aňlatma şu aşakdaky görnüşe eýedir:

$$\sqrt{x^2 + \left(\sum_{j=0}^n h_j\right)^2} / \sum_{j=0}^n \frac{h_j}{v_j \sqrt{1 - \rho^2 v_j^2}} \quad (53)$$

Bu ýerde: $\rho = \sin i_n / V_n$ – ýşygyň ululygy. Ýşyk tizligini hasaplap çykarmak üçin wertikal gradiýenti bolan gurşawda şu aşakdaky ulanylýar:

$$V_{\text{yşyk}} = \sqrt{x^2 + z^2} / \int_0^z \frac{dz}{V \sqrt{1 - \rho^2 V^2}} \quad (54)$$

Orta tizlikler tapawutlylykda yşyk tizlikleri islendik, şol sanda gorizonta- gatlakly we wertikal-gradiýent gurşawlarda ýüze çykýar. Iki ölçegli modeller üçin yşyk tizlikler düşünjesi umumy ýagdaýynda yzyna dolanan meseleler çözülide ulanmaklyk kesgitli çylşyrymlyklara düş gelýär.

Hakyky tizligi modeliň islendik nokadynda özboluşlyklaryny häsiýetlendirýär. Beýleki agzalan ululyklar modeliň käbir oblasty üçin umulaşdyryp häsiýetlendirilýär we çylşyrymly gurlan modeli görnüşinde golaýlaşdyryp görkezmek maksady bilen ulanylýar we şonuň üçin olara seýsmiki gurşawlaryň integral häsiýetnamalary diýip atlandyrylýar.

Hyýaly tizlik diýip käbir uguryň ýa-da üstün ugurynda geçýän tolkun üstüniň yzynyň tizligine aýtmak bolar. Üst ýa-da ugur, hyýaly tizligiň kesgitlenilýän ýeri, kesgitli ýagdaýda profiliň üsti ýa-da ugury bolup biler, tolkun üsti bolsa tolkunýň fronty ýa-da kesgitli aýratynlykly üst bolup biler. Fiziki nukdaýnazardan hyýaly tizlik syn uguryň ugurynda tolkun frontynyň süýşme tizligini kesgitleýär. Hyýaly tizligiň uly roly ululyklaryň tolkun kabul etme nokadynda seýmiki yşygyň çykma burçy bilen baglydyr we Benndorfyň kanuny görnüşinde aňladylýar: $\sin i = V/V_K = V\tau$ (55)

bu ýerde $T > V_n$, T otrisatel baha hem eýe bolup biler.

Effektiw tizligi ortaça we ýşyk tizligi ýaly durnuksyz modelleriň integral modellerine degişli etmek bolar. Ýöne ortaça tizlikden tapawutlylykda V_{eff} diňe bir gurşawyň häsiýetnamasy bolman tolkunynyň ululygy hem bolup durýar. Effektiw tizligi adatça model belli bolmadyk ýagdaýynda, çeşme kabul edijiniň aralygy bolsa göni ölçenip bolmaýan ýagdaýynda hasaplanylýar. Sebäbi şol ýagdaýlarda ortaça we ýşyk tizlikleri hasaplap bolmaýar.

Effektiw tizlik diýip durnukly gurşawda bir atly tolkunynyň gelme wagty boýunça tapylan tizlige aýdylýar. Baza – nokatlaýyn çeşme syn ulgamy we oňa laýyk tolkun meýdany bir fiziki syna, ýa-da birnäçe sany fiziki synlardan ybarat bolan seýsmiki trassaryň saýlamasyna degişli bolup biler.

Effektiw tizligi kesgitlemek üçin adatça iki ölçegli seýsmogrammalar ulanylýar, sebäbi häzirki döwrüň işläp taýýarlama we teswirleýiş ulgamlary bu seýsmogrammalar üçin has ösendir. Effektiw tizligi kesgitlemegiň üç sany ýoly bardyr. Birinji klassiki ýol, ol tolkuny bölmegi, godografy we onuň V_{eff} bahasy bilen approksimasiýasyny almagy we approksimirleýji egriden syn edilen godografyny dispersiýasy boýunça onuň ýalňyşlyklaryny tapmagy göz önüne tutýar. Ikinji ýoly wagt meýdanynyň dolandyrylyp ugrukdyrylan synyny V_{ef} bahany çykarmak arkaly amala aşyrylýar. Şol bir

wagtda meýdan kogerentligiň ýa-da energiýanyň maksimumyna eýedir. Üçünji ýoly wagt kesimini skanirlemege esaslanandyr – tizligi saýlamak bilen we çäkleriň şekilleriniň kogerentligini hem-de geologiki laýyklygyny bahalandyrmak arkaly her bir fragmenti (skany) gurmak. Wagtda kesimi skanirlenende tekiz serpikdiriji çäkli bir ölçegli model saýlanyp alynýar. Çuňluk dinamiki kesimler gurlanda we skanirleme köplenç Kirngofyň difraksion aňlatmalaryny ulanyp amala aşyrylýar. Çägiň şekilinde maksimum kogerentlige we has takyk geologiki laýyklyga eýe bolan, çuňluk kesiminiň optimal wariantyna laýyk gelýän tizligi migrasion özgermäniň effektiv tizligi diýip atlandyrmak bolar we ony wagtda meýdanynyň synynda ulanylýan effektiv tizlikden tapawutlandyrmak gerekdir.

Şeýlelik bilen effektiv tizlik düşünjesi umumy görnüşinde ortaça we ýşyk tizliklerinden tapawutlylykda has hem uly kesgitsizlige eýedir.

Durnukly we bir ölçegli model şertlerinde ortaça, ýşyk we hemme effektiv tizlikler (migrasiýanyň effektiv tizliginden başga) tolkun ýaýramada gurşawda deňdir. Seýsmogrammalar boýunça seýsmiki tolkunlaryň dolandyrylyp ugrukdyrylan syny dürli traýektoriyalar boýunça signallaryň kogerentligini ýa-da güýjenmesini ölçemekligiň serişdesi bolup durýar, şeýle-de jemleme serişdeleri, özara korrelýasyýasy we başgalar. Eger-de

dolandyrylyp ugrukdyrylan syn lokal ululyklary kesgitlemek üçin bazalarda ýerine ýetirilýän bolsa, onda göni ugurly traýektoriyalary ulanmak mümkindir. Dürli lokal bazalar üçin hasaplanan kinematiki ululyklaryň bilelikdäki syny çylşyrymly gurlan gurşawlaryň goşmaça häsiýetnamalaryny uly bazalarynda dolandyryp ugrukdyrylan synyň godografyň çylşyrymly gurlan şekilinde pes effektivli bolanda almaga mümkinçilik berýär.

Tejribede DUS seýsmogrammalary UÇNU giperboliki traýektoriyalar eýe boldy:

$$t(l) = \sqrt{t_0^2 + \frac{e^2}{v_{ef}^2}} \quad (56)$$

sebäbi real gurşawlarda modelleriň giň klasy üçin we çeşme-kabul ediji aralyk üçin $l < 2z$ (z – serpikdiriji çägiň çuňlugy), UÇNU godograflary ýeterlik derejede ýokary takyklyk bilen giperboliki egriler bilen approksimirlenendir. Saýlap alma ululyklaryna baglylykda bir ölçegli iki ululykly DUS iki sany görnüşe bölünip bilner. Birinjisinden üýtgeýän ululyk hökmünde tizlik, ikinjisinde bolsa syn bazasynda wagtyň ösmegi ulanylýar. Dürli usulda bu ululyklaryň ulanylşy hem dürli bolup biler. Saýlama ululyklary kesgitlenende tizlik kanunynyň golaýlatma informasiýasy bilen bilelikde syn ulgamynyň ululyklaryny, şeýle hem dinamiki häsiýetini göz önüne tutmak zerurdyr. DUS prosedurasý seýsmogrammanyň deň ölçegli l oky boýunç awe t oky boýunça hemişe ýa-da

üýtgeýän uzynlyga eýe bolan penjirelere paýlanmagynda durýar. Berlen penjiräniň çäklerinde yrgyldylaryň traýektoriyalar boýunça interferension kabul edişi olaryň kinematiki ululyklarynyň saýlamagy bilen amala aşyrylýar we her gezek l goýunça san integrirlemesi amala aşyrylýar, soňra bolsa çykyş signalynyň amplitudasynyň integral bahasy ölçenilýär. Traýektoriyalaryň ululyklarynyň üýtgemegi bilen çykyş signalynyň özüni alyp barşyny görkezýän funksionallar syn penjiresinde seýsmogrammada kogerentligiň ýa-da energiýanyň ölçegini we şertini görkezýär. Her bir kesgitli penjirede tolkunynyň kinematiki ululygyny göni energiýanyň ýa-da kogerentlik ölçeginiň maksimumy boýunça kesgitleýärler, bu diýmek synyň traýektoriyasynyň hemişelik tolkunynyň sinfaza oky bilen gabat gelende onuň amplitudasynyň maksimal bahasyna eýe bolmagydyr.

4.4. Daýanç gorizontlar boýunça izohron we gurluş

kartalary gurmak.

Izohronlar kartasy.

Çuňluk bilen we meýdança boýunça tizligiň üýtgame kanuny ýeterlik derjede takyk kesgitlenilmedik bolsa, üst galyňlygyň çylşyrymly bolan, tizlikleri bolsa gorizonta yygylarda üýtgeýän raýonlarda çuňluk kesimleriniň we çuňluk

kartalaryň gurluşynda uly ýalňyşlyklar bolmagy mümkindir. Şunuň ýaly ýagdaýlarda kä halatlarda seýsmiki gözlegiň netijelerini t_0 deň wagt bahalarynyň izoliniýalar kartasy görnüşinde getirmek bilen oňýarlar – izohron kartasy.

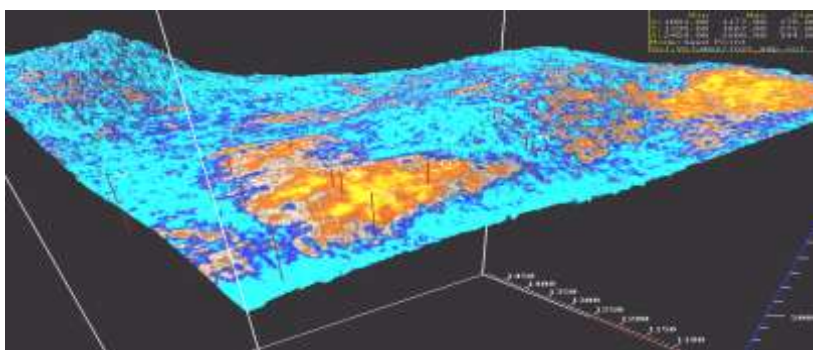
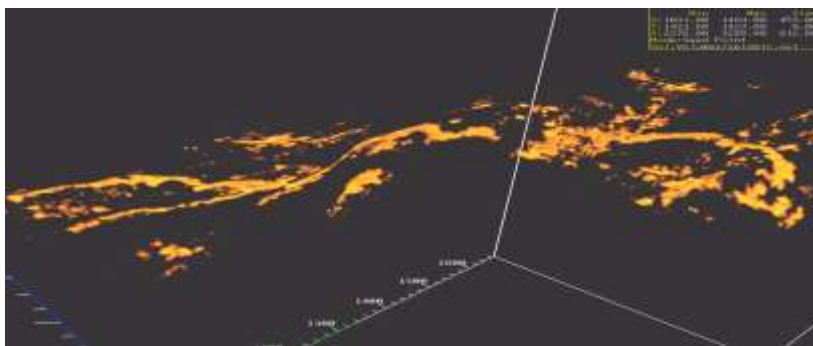
Orta tizligiň üýtgame kanunlaryny bilip, izohron kartasynda gurluş kartasyna geçmek örän ýeňildir.

Gurluş kartasy.

Meýdan seýsmiki barlaglarynda seýsmiki gözlegleriň ahyrky netijelerini öwrenilýän geologiki gurluşlaryň giňişlik boýunça ýatyşyny görkezýän gurluş kartalary we çyzgylary hökmünde görkezilýär. Gurluş kartasyny seýsmiki gorizontlaryň deň ýatýş çuňluklarynyň izoliniýalary hökmünde görkezýärler. Çylşyrymly geologiki gurluşynda karta trassirlenen tektoniki bozulmalary, näsazlyklaryň çäklerini epilmeleriň oklarynyň uzalmagyny we ş.m. girizýärler. Aýratyn ýagdaýlarda kartalarda serpikmeleriň ýok zonalaryny bölýärler, olar geologiki gurluş bilen şertlendirilen bolmagy mümkindir.

Gurluş kartasy gurulýan gorizont geologiki gurluşyň möhüm böleklerini ýeterlik derejede suratlandyrmalydyr we mümkin boldugyça nebitiň, gazyň we beýleki peýdaly gazylyp alynýan magdanlaryň galyňlygyna golaý ýerleşmelidirler. Gurluş kartalary gurulýan serpikme gorizontlaryň mukdary şol

raýonda geçirilen seýsmiki gözleg işleriniň effektiwligi bilen kesgitlenýär.



Surat 29. Gurluş kartalarynyň mysallary.

Gurluş kartasy gurulmazdan ilki seýsmiki kesimleri aýratyn profiller boýunça ylalaşdyrylmalydyr (berkidilmelidir). Şunuň ýaly ylalaşma profilleriň kesişmesinde trassirlenen seýsmiki gorizontlaryň ýatys çuňlugynyň deňeşdirmegi bilen amala aşyrylýar.

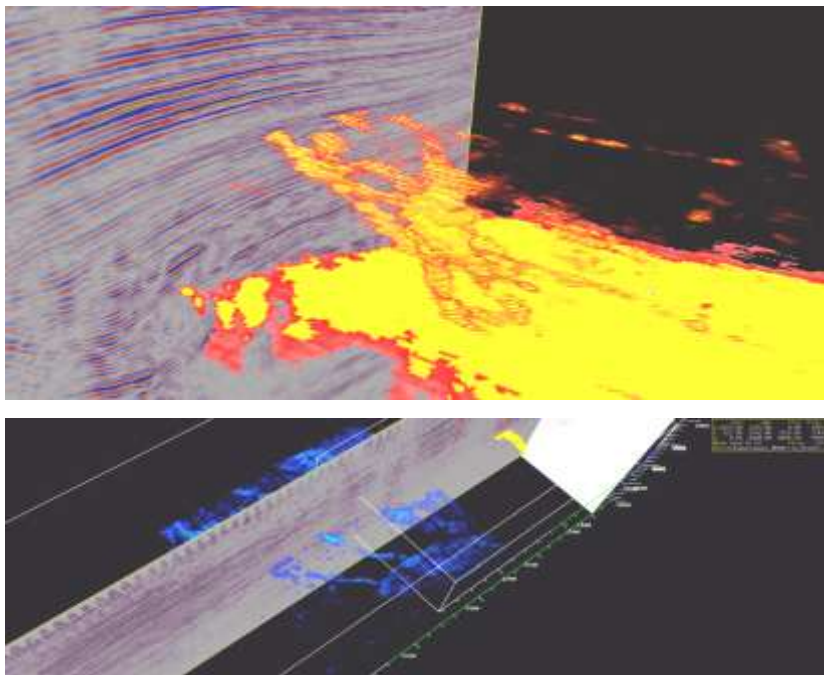
Egilmäniň uly bolmadyk burçlarynda (10^0) gurluş kartalaryny izowertikallarda gurulýar, onuň üçin berlen seýsmiki gorizontyň çuňluk bellikleri alynýar. Gorizontlaryň egilmesiniň uly burçlarynda ilki bilen gorizontlara görä normallara boýunça çuňluklary kesgitlenilýär we olar boýunça izonormallar kartasy gurulýar. Izonormallar kartasy aralyk bolup durýar. Ony ortogonallar usulynyň kömegi bilen izowertikallar kartasyna öwürýärler.

Gurluş kartalarynda izoliniýalaryň aralygyny öwrenilýän gurluşlaryň hemme aýratynyklaryny öwrenip bolar ýaly we şol bir wagtda seýsmiki gorizontlaryň çuňlugyny kesgitlemegiň ikeldilen ýalňyşlygyndan uly bolmaly däl. Diňe aýratyn ýagdaýlarda (pes amplitudaly gurluşlar öwrenilende we synlaryň güri torlarynda) aralyklary kesgitleme çuňluklarynyň ýalňyşlygyna deň edip alynýar. Synlaryň dogrylygy we takyklygyna, öwrenilýän gurluşlaryň ölçeglerine we gurulmanyň çylşyrymlylygyna baglylykda gurluş kartalaryň ölçeglerini 1:25000 – 1:100000 ölçeglerde düzýärler.

Seýsmiki çäkleri, dinamiki çuňluk kesimleri we gurluş kartalary gurmak

STU materiallary teswirlenende seýsmiki çäkleri gurmagyň meselesi iki görnüşde goýlup bilner: 1) gurşawda seýsmiki tolkunlaryň tizligi berlen, serpikdiriji çägiň ýerleşişini

kesgitlemek talap edilýär; 2) tizlik berilmedik, serpigen tolkunlaryň godograflaryny ulanyp ony tapmaly we şol bir wagtda serpikdiriji çägi gurmaly.



Surat 30. Wag kartalarynyň orizontlar boýunça yzarlanmagy.

Birinji ýagdaýda yzyna dolanan meseläniň doly bolmadyk çözgüdini alýarys, onda kesimde tizlikleriň ýaýramasyny guýydaky ýa-da ýer üstündäki synlaryň netijesinde öwrenýärler. Bu synlara godograflar boýunça serpikme koordinatlaryny hasaplamagyň analitiki usullary, orta diagrammalar usullary, ýşyk diagrammalar we wag

meýdanlary degişlidir. Soňky agzalanlar grafoanalitiki görnüşde ýüze çykdylar, ýöne öz manysyny kompýuter üçin algoritm görnüşinde saklaýarlar.

Ikinji ýagdaýda yzyna dolanan meseläniň doly çözgüdine eýe bolýarys, onda gaçýan yşygyň ululyklary deňeşdireniňde aňsat kesgitlenilýär.

Häzirki wagtda bu maksatnamalar üçin grafoanalitiki we iteratiw usullary hem-de kompýuterler ulanmak bilen aptimizasiýa usullaryny ulanýarlar, ilkinji maglumatlar hökmünde bolsa wagt kesimlerini we üznüksiz tizlik synynyň maglumatlaryny ulanýarlar.

Çäkleri kesim boýunça ýokardan aşak gurýarlar. Syn şertlerinde modeli yzygider takykklamak iterasiýa usullary bilen ýetilýär. ululyklaryň her bir bahasynda hasaplanan ululyklaryň syn edilen ululyklaryndan gyşarmasyny bahalandyrýarlar. Bu gyşarmalary peseltmek gatlaklaryň ululyklarynyň optimal bahalaryny berýär. Olary berkidilenden indiki gatlagga geçýärler we ş.m. dowam edýärler.

UÇNU seýsmogrammalary toplanandan soňra alnan seýsmiki kesimi bölünme çäkleriň konfigurasiýasynyň häsiýetini diýe olar gorizontala golaý ýatanda takyk görkezýär. Ýazgynyň dinamikasyny saklap agt kesimini çuňluk kesimine özgertmek şu aşakdaky operasiýalaryň yzygiderliginde durýar:

L, t_0 koordinatlardan serpigen tolkunlary x , y , z , koordinatly hakyky serpkdiren nokatlara geçirmek, şol bir wagtda olaryň interferensiýa zonalarynda tolkunlary gowşatmak we difragirlenen tolkunlaryň sinfaza oklaryny difraksiýa nokatlaryna getirilen impulslara öwürmek. Bu mesele adatça iki döwürde çözülýär: wagt kesimini seýsmiki süýşmäni hasaba alyp wagt kesimine öwürmek we seýsmiki süýşmeli wagt kesimini çuňluk kesimine hasaplamak.

4.5. Wagtlaýyn dinamiki kesimleri kompýuterleriň kömegi bilen gurmak.

DTU-ň kömegi bilen wagtlaýyn dinamiki kesimleri redusirleme we umumy çuňluk nokady usuly bilen seýsmiki ýazgylary t_0 wagt şkalalaryna öwürmek arkaly gurulýar. Bu usullaryň has häsiýetli aýratynlyklary işläp taýýarlama we teswirleme döwürlerini bir algoritme birikdirmek bolup durýar. Bu algoritmda olary çäksizlendirmäge mümkinçilik bermeýär, meýdan seýsmiki ýazgylarynyň wagt seýsmiki kesimlerine geçiş ýokary awtomatizasiýa derejesi, şeýle hem onuň tilsimatlylygy. Döwüji çäkleri gurmakdan ozal geçirilýän bölünme, meňzetme tolkunlaryň korrelýasiýasy işleri netijeli seýsmiki ýazgylaryň syny bilen çalşylan, netijeler tizlik bahalary öwrenilende alynýan (tizlik syny)

Transformasiýa kinematiki düzedişleri girizmek arkaly ýetilýär, köp gezek kesip geçme syn ulgamlary ulanylanda bolsa alnan seýsmiki ýazgylary jemlemek bilen geçirilýär. Egrişekilli döwüji çäk bolan ýagdaýynda, üýtgap duran çäk tizligi bolanda, şeýle hem gurşap alýan gurşawda tizligiň literal üýtgemeginde profiliň ugurynda redusiýa tizligi ululygy üýtgeýär we kinematiki düzedişleri kesgitlemegiň sadalaşdyrylan çemeleşmesi effektiv bolmaýar. Köp gezek kesip geçme syn ulgamlary redusirlemäniň hass çylşyrymly algoritmlerini ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýär, algoritmler döwüji çägiň şekiline, çäk we orta tizligiň üýtgemelerine az mukdarda çäklendirme berýär.

V_{hyaly} UÇN optimal bahalaryny saýlap almak üçin tizlik seljerişini geçirýärler. Tizlik spektrlerini almak üçin UÇNU seýsmogramalarynyň trassalaryna

$$\delta t(l) = l / V_{hyaly} UÇN$$

Aňlatmasy boýunça hasaplanylýan kinematiki düzedişler girizilýär, V_{hyaly} UÇNU kesgitli ädim belleniýär we soňra toplanylýar. Bu aňlatmada l – syn bazasynyň uzynlygy, V_{hyaly} UÇN – UÇN godografynyň hyýaly tizligi.

Redusirleme we UÇN usullaryna häsiýetli çäklendirmeleri hasaba alsak, dinamiki wagt kesimlerini ýokary takyklygy talap etmeýän regional barlaglarynda mukdar gurulmalary üçin ýa-da çeşme-kabul ediji aralygyň maksimal

aralygyndan hem uly, ýokary amplitudaly obýektleri ýüze çykarmaga mümkinçilik berjek amatly seýsmogeologik şertler bolanda ulanmaklyk maksada laýykdyr.

4.6. Seýsmiki gözlegiň we beýleki geofiziki usullaryň maglumatlaryny toplumlaýyn teswirlemek.

Birnäçe geofiziki usullaryň maglumatlaryny seýsmiki gözlegiň maglumatlary bilen bilelikde teswirlemek üçin ulanmaklyk 80-nji ýyllarda giň gerime eýe boldy. Şunuň ýaly ulanmanyň awtomatlaşdyrylan tilsimatlary ýüze çykyp başlady. Seýsmiki gözlegini beýleki usullar bilen toplamlamak zerurýeti şu aşakdaky sebäpler üçin gyzyklanma dörettdi.

- 1) adaty geologiki meseleleriň çylşyrymlaşmagy (gurluşlaryň ýokary takyklyk bilen ýüze çykarylmagyny üpjün etmek zeruryýeti).
- 2) önümçilik derejesinde täze geologiki meseleleriň goýulmagy (gurluşy bolmadyk gabawlaryň gözlegi we çäklendirilmegi zerurýeti).
- 3) Gözleg burawy döwründe seýsmiki barlagy ulanmak, barlag guýylaryň toruny optimizirläp, artykmaç hem-de ýalňyş goýlan guýylaryň mukdaryny azaltmak.

Toplumlaýyn teswirlemäniň esasy düzümi, aýratynlykda boluşy ýaly goýlan geologiki meselelere

baglylykda geljegi uly bolan obýektleri gözläp tapmaklyk, ýüze çykarylan obýektleriň ululyklaryny bahalandyrmak we geologiki-gözleg işleriniň indiki döwrüni esaslandyrmak. Toplumlaýyn teswirlemäniň ýerine ýetiriliş usulyýetleriniň köp ugurlary ýüze çykdy we ösüp başlady (tablisa seret).

Mesele	Ulanylýan usullaryň mukdary boýunça klassifisirlemesi	Bilelikde ulanylma derejesi	Nazary esasy	Tilsimaty
1. Raýonirleme	1. Içki usulyýet	1. Garaşsyz (awtonom)	1. Statiki, şol sanda öwretmek we öwretmezlik bilen şekili tanamak	1. Wizual
2. Gözleg obýektlerini ýüze çykarmak	2. Goşalaýyn	2. Garaşly	2. Deterministik	2. Awtomatlaşdyrylan
3. Çäklendirmek	3. Köplük		3. Ewristik	3. Awtomatiki
4. Ululyklaryny we goruny bahalandyrmak				

Toplumlaýyn teswirlemek şu aşakdaky ýaly bolup bilerler: a) garaşly, bir usulyň netijeleri beýleki usulyň maglumatlaryny işlenip taýýarlananda ýa-da maglumatlary bölekleyin teswirlenende ulanylýar; b) garaşsyz, toplumlaýyn usullaryň netijeli maglumatlary bilelikde ulanylýar.

Usullaryň toplumlanmagy goşalaýyn (iki usullaryň maglumatlary bilelikde ulanylýar) ýa-da köplük bolup biler;

teswirleme hil ýa-da mukdardan görnüşde bolup biler. Usulyýetler deterministik, statik ýa-da bölekleyin ewristik gatnaşykda esaslanyp bilner. Maglumatlary seljermegiň we çözgütleri kabul etmegiň prosesi şekilleri tanamagyň formal apparatyna, klaster we faktor seljerişe daýanyp biler ýa-da diňe hususy pikirler boýunça amala aşyrylyp bilner.

Şu dürlilikleriň arasynda toplumlaýyn teswirlemäniň netijeliligi, aýratynlykda işläp taýýarlama we teswirlemeden hem ýokary, toplumlaýyn usullaryň golaýlaşan geologiki-geofiziki maglumatlaryny adaty bolmadyk döredijilikli oýlanmaklygyň çuňlugyna baglydyr.

Teswirlemäniň dürli döwürlerinde dürli geofiziki usullaryň maglumatlaryny toplumlamagyň orny dürlidir. Umumy teswirleme yzygiderliginde her bir toplumlama aýratyn baha eýedir.

4.7. Statiki teswirleme.

Mukdar dinamiki teswirleme usullary serpigen tolkunlaryň amplitudalarynyň galtaşýan dag jynslaryň maýyşgak häsiýetleriniň üýtgemeginiň funksional (determinirlenen) baglanşygyndan gelip çykýar. Şunuň ýaly çemeleşme, ýerine ýetirlen işläp taýýarlama goňşy gatlaklaryň araçäklerine laýyk gelýän sada serpigen impulsary bölmegi

üpjün etdi diýip çaklaýar. Ýöne hakyky ýuka gatlakly gurşawlarda tolkun meýdanynyň ýeterliksiz çözüjüligi sebäpli goňşy serpinkmeleri hemme wagt bölüp bolmaýar. Şonuň üçin ahyrky wagt kesimlerde maksatlaýyn serpinkdiriji ggorizontlar durnukly interferension yrgyldylar görnüşinde bolýarlar, olaryň amplitudasy köp sanly ýuka gatlaklaryň ululyklaryna, galyňlygyna, tizliklerine, dykzlyklaryna baglydyr. Şunuň ýaly gatlaklar toplumynda dürli flýüid doýgunly kollektor-gatlaklary gapak-gatlary bilen çalyşyp gidýär. Her bir aýratyn çäkden hususy serpinkmäni bölmek mümkin däl, ýöne kollektorlaryň interferension tolkun şekiline goşulyşmagy örän duýarly bolup bilýär, mysal üçin ol ýa-da beýleki ekstremunyň degişli amplitudasy görnüşinde seýsmiki trassanyň şekiliniň aýratynlyklary, yrgyldylarynyň şekiliniň özboluşlygy, olaryň görünýän periodynyň üýtgemegi we beýlekiler. Şol bir wagtda teswirleme üçin serpigen tolkunlaryň interferension toplumynyň käbir ululyklaryny laýyk gatlaklar paçkasynyň effektiv kollektorlyk özboluşlyklaryň statiki baglanşygyny kesgitlemek we ulanmak mümkin boldy. Şunuň ýaly çemeleşme tolkun meýdanynyň statiki teswirleme usullarynda ýerine ýetirilýär.

Atribut regression seljeriş (ARS). Mukdar teswirlemesiniň bu usuly matematiki statistikasynda giň ulanylýan klassiki regression seljerişi ulanýar. Usul serpigen tolkunlarynyň atributlarynyň we şolara laýyk çökündileriň

kollektorlyk özboluşlyklarynyň hatarly korrelýasion arabaglanşyklaryny gözläp tapmaklyga esaslanandyr. Seýsmiki atribut – bu tolkun şekiliniň takyk geologiki teswirlemesini geçirmek maksady bilen ölçenilýän we seljerilýän. Yrgyldylaryň ýazgysynyň lokal ýaratynlygydyr. Mümkün bolan atributlaryň mukdary onlarça bolup biler olaryň içinden adaty yrgyldylaryň amplituda we faza häsiýetnamalarynyň üýtgemegine duýgur we tötänleýin ýoýulmalara durnukly görnüşlerini ulanýarlar. Şulara pursatlaýyn dinamiki häsiýetnamalary, pseudoakustiki gatylyklar, AVO-sejerişň ululyklary, sinfaza oklaryň lokal gradiýentleri, (gyşarmalary), yrgyldama grafiklerinden önümler we integrallar, olaryň spektral dykzlyklary, amplitudalaryň we goňşy ekstremumlaryň wagt dürlülükleriň gatnaşyklary, gorizontyň ugurynda olaryň orta bahalaryndan bahalarynyň gyşarmalary we beýlekiler.

Atribut seljerişi üpjün etmek üçin öwrenilýän meýdançalarda ýerleşen çuň guýular boýunça aprior (golaýlaşan) geologiki we geofiziki maglumat eýe bolmak gerekdir. Maksatlaýyn aralygyň kesimi boýunça kerliň seljerilişiniň netijesini we GGB maglumatlaryny laýyk serpikdiriji gorizontyň dürli atributlarynyň bahalary bilen deňeşdireniňde teswirleýji olaryň arasyndaky gyzyklanma döredýän statiki baglanşygy bardygyny ýüze çykarmalydyr. Bu

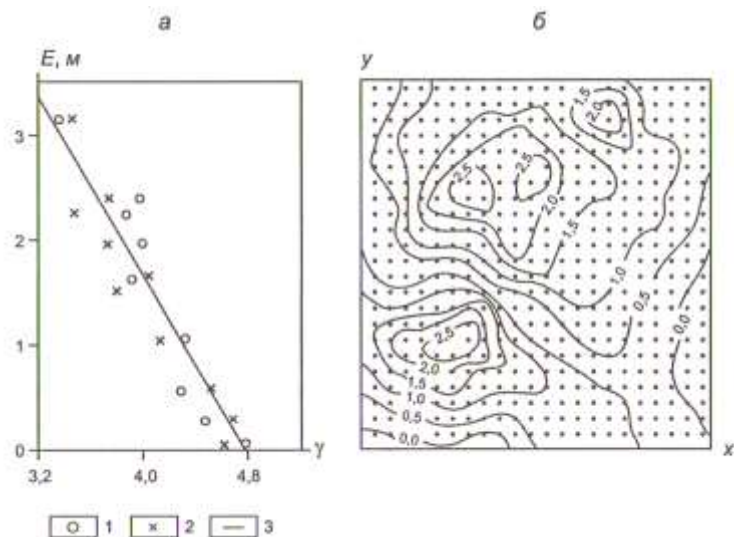
maksat bilen ýörite programmalary ulanyp, deňeşdirilen ululyklarynyň gatnaşyklarynyň grafiklerini gurýarlar we olaryň arasyndaky goşalaýyn korrelýasion koeffisienti hasaplaýarlar. Ýuka galyňlykly gatlaklar toplumynda effektiv ululyklar hökmünde kollektorlaryň galyňlygy, öýjükliligi, çäge düzümi, syzyjylygy, hatarlaýyn göwrümi, nebitgazdoýgunlygy we beýlekileri ulanýarlar. Bir zady göz önüne tutmalydyr deňeşdirilýän ululyklaryň arasyndaky statiki baglanyşyk olaryň hatarlaýyn korrelýasiýasynyň koeffisientiniň ululygy 0,7-0,8 derejäni geçende peýdaly baha eýedir. Tersine bolan ýagdaýynda korrelýasion baglanyşyklarynda gurlan çaklama bahalarynyň ynamlylygy kanagatlanarly däl.

Öwrenilýän P geologiki ululygyň \tilde{P} çaklama bahasyny sada hatarly regrissiýanyň deňlemesini deňlemesini

$$\tilde{P} = a_0 + aA \quad (57)$$

ulanyp, A seýsmiki atributynyň ululygy boýunça hasaplaýarlar. Bu aňlatmada a_0 – deňlemäniň erkin agzasy we a – A we P ululyklarynyň arasyndaky korrelýasion koeffisentine proporsional kopeldiji. Atribut seljerişiň çözüjülik ukyby geologiki ululygyň üýtgame diapazonynyň ΔP we seýsmiki maglumatlar boýunça onuň çaklamasynyň tötänleýin ýalňyşlygynyň $O\tilde{p}$ derejesiniň arasyndaky gatnaşyk bilen

kesgitlenilýär. Çaklama bahalaryň, ΔP ululygy $O \tilde{p}$ derejäni 2-3 esse geçme şerti saklananda manysy bardyr.



Surat 31. Adaty regressiýa bilen atribut seljerilişi.

31-nji suratda Orta Wolga nebit ýatagynda ýokary dowamynyň bir serpidiriji gorizonty üçin ARS netijeleri görkezilen. Gurlan grafik (Surat 31a) çägeli kollektory bolan önümlü gatlagyň hatasly göwrüminiň E we onuň akustiki gatylygynyň arasyndaky golaý statiki baglansygyny görkezýär. Hatarlaýyn göwrüm – bu kollektoryň effektiv galyňlygynyň onuň öýjükliliginiň ortadeňagramly koeffisentine köpeldilmegidir. Her bir E baha üçin grafikde iki bahasy berlendir, olardan biri GGB – AK maglumatlary boýunça,

beýlekisi bolsa – seýsmiki psewdoakustiki karotaryň (PAK) maglumatlary boýunça alyndy. E aralygyndaky korrelýasion koeffisenti – 0,9 (Surat 31b). 3D seýsmiki barlagyň materiallaryny psewdoakustiki özgertmeleriň netijesinde şol korrelýasion baglanyşygyny ulanyp gurlan öwrenilýän kollektorlaryň hatarly göwrüminiň çaklama kartasy getirilendir.

Korrelýasiýanyň goşalaýyn koeffisientleri seljerilende seýsmiki atributlaryň, her biri aýratynlykda, öwrenilýän geologiki obýektler bilen golaý statiki baglanyşygyň ýokdugyny kesgitlep bolýar. Onda ony çaklamak üçin köplük hatarly regressiýany synap görmelidir. Ol öwrenilýän ululygy hemme synalan atributlaryň arasyndaky has informatiw görkezen iki ýa-da birnäçe atributlar bilen baglanyşdyrýar. Bu çözgüdiň üstünlikli bolmagy köplük korrelýasiýanyň koeffisenti ýeterlik derejede uly bolmagynda bolar.

Köplük hatarlaýyn regressiýanyň görnüşi şu aşakdaky ýalydyr:

$$\tilde{P} = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i A_i \quad (58)$$

bu A_i – i atributynyň ululygy we a_i laýyk korrelýasion faktor. Adatça bilelikde ulanylýan seýsmiki atributlaryň mukdary azdyr ($n=2,3$). Olaryň mukdarynyň köpelmegi çaklam netijeleriniň durnuklylygyny peseldýär.

Seredip geçilen regression seljerişiň effekteiwlik şerti, deňeşdirilýän ululyklaryň we atributlaryň arasyndaky kwazihatarly gatnaşyklaryň bolmagy bolup durýar. Şol bir wagtda regressiýa deňlemesi kesgitlenilýän öwrediji saýlamalaryň göwrümi alynýan netijeleriň statiki ynamlylygyny üpjün eder ýaly ýeterlik bolamalydyr. Bu şertler hemişe bizi gyzyklandyryýan meselelerde ulanylmaýar: dag jynslaryň geologiki özboluşlyklary we seýsmiki ýazgylaryň atributlaryň arasyndaky mil baglanyşygy kesgitlemek çylşyrymly bolýar, öwretme obýektleriň mukdary bolsa guýy maglumatlaryň azlygy sebäpli az mukdarda bolýar. Matematiki statistikasynnda hatarly däl regressiýanyň çözügi bellidir, ýöne bu ýerde ulanylýan bahalaryň deňeşdireniňde uly bolmadyk dispersiýa derejesinde öwrediji saýlamalaryň has uly göwrümleri gerekdir.

Atribut neýron seljeriş (ANS). Soňky ýyllarda seýsmiki barlagynnda we geofizikanyň beýleki ugurlarynda çylşyrymly tejribe maglumatlary mukdar teswirlemesinde, klassiki statiki seljeriş usullaryň ýerine täze çemeleşme ulanylýar. Onda emeli neýron torlary diýip atlandyrylýan matematiki apparat ulanylýar. Onuň esasy aýratynlygy, durnuksyz şekilde, korrelýasion baglanyşyklary hasaplaman öwredýän saýlamalarynyň obýektleriniň manyly tanamlaryny umumylaşdyrmaga we soňra şol tanamlary iş saýlamalarynda

tanamaga ukyply bolmagydyr. Bu, çaklama meselelerini hatarsyz çözmeklik mümkinçilikleri bilen şertlendirilýär. Seredilip geçilýän apparat neýronlaryň işlerine öýkünýär, onuň her biri köp sanly giriş baglanşyklara – sinapslara we bir sany çykyş baglanyşyga – aksona eýedir. Matematiki modelde neýronlaryň roluny köp kanally geçirişi we bir modelde neýrodlaryň roluny köp kanally girşi we bir kanally çykyşy bolan tor öýjügi oýanar.

Guramaçylyk çylşyrymlylygy boýunça dürli neýron torlar bellidir. Tejribede ulanylýan ýönekeý torda neýronlar birnäçe sany gatlagy emele getirýärler we olaryň özara täsir edişi diňe goňşy gatlaklaryň arasynda bolup geçýär: ön ýanyndaky gatlagyň her bir neýronynyň aksonyň indiki gatlagyň hemme neýronlarynyň sinapslary bilen baglanyşyklydyr, gatlagyň çäginde bolsa neýronlar täsir edişmeýärler. Neýron torunyň şunuň ýaly gurluşyny köp gatlakly perseptron diýip atlandyrýarlar. Onda signallaryň parallel işlenip taýýarlanlymagy prinsipi ulanylýar.

j neýronyň ($j=1,2, \dots, m$) i sinapsy ($i=1,2, \dots, n$) x_{ji} giriş signallary üçin sinaptiki baglanşygynyň geçiş derejesini kesgitleýän w_{ji} agram koeffisienti bilen häsiýetlenýär. Her bir pursatda berlen neýronyň s_j ýagdaýy onuň giriş signalynyň deňagramly toplamý hökmünde kesgitlenilýär:

$$S_j = \sum_{i=1}^m w_{ji} x_{ji} \quad (59)$$

Aksondan alynýan y_j çykyş signaly onuň ýagdaýynyň funksiýasy bolup durýar:

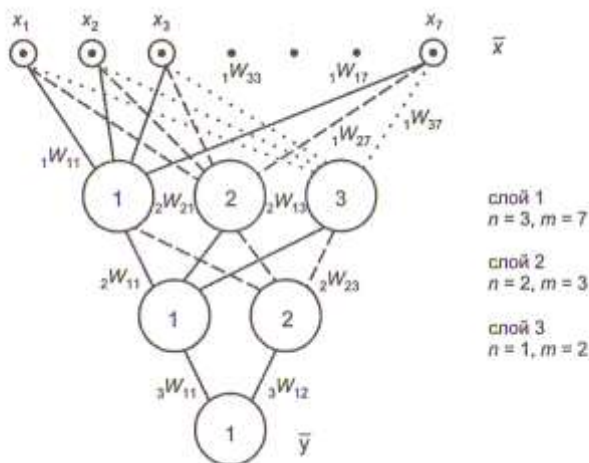
$$y_j = f(s_j), \quad (60)$$

bu ýerde: f – käbir aktiwirleýji funksiýa. Köplenç ony

$$f(x) = 1/(1 + e^{-x}) \quad (61)$$

funksiýasy görnüşinde berýärler, ol argumentiň $-\infty \div \infty$ aralygynda üýtgemeginde $0 \div 1$ araçağında üýtgöp durýar.

Neýron torunyň gurluşy we göwrümi kesgitli çözülýän meseläniň häsiýetine baglydyr, şonuň üçin olaryň laýyk ululyklaryny köp gezek barlamalar ýoly bilen tejribeleşýin kesgitleýärler. 32-nji suratda minimal göwrümlü üç gatlakly persoptonyň çyzgysy getirlendir, ol 6 neýrondan $(3+2+1)$ durup, 29 sany sinaptiki baglanyşyga eýedir. Tejribede onlarça neýronlardan ybarat torlary ulanýarlar.



Surat 32. Ýönekeý üç gatlakly perseptronyň çyzgysy.

Saýlanyp alnan gurluşy toruň takykklamasyny sinaptiki baglanyşyklaryň üýtgeýän agram koeffisenleriniň optimal bahalaryny saýlap alyp, örediji obýektlerde ýerine ýetirýärler. Öwretme prosesi iki sany arabaglanyşykly görkezijiler – agramly saýlap almaklyga bagly bolan hil bilen we takykklamanyň döwürlerine bagly bolan hil bilen we takykklamanyň döwürlerine bagly bolan uzaklygybilen häsiýetlenýärler. Ekbetde, kanagatlandyryjy öwretme wagtynda ýetirilýän kanagatlanarly hili alyp boljak onuşarly wariýantlary hem kabul etmeli bolýar.

Kesgitli şertlerde kesgitli meseleleri çözmek üçin proseptrony takykklama ýa-da düzme işlerini öwredýän jübütleriň kämegi bilen yzyna ýaýrama usuly bilen ýerine

ýetirilýär. Olaryň her biri perseptonyň girişindäki sinallaryň belli wektoryndan we onuň çykyşyndan belli bütewi wektordan durýar. Biziň ýagdaýymyza \bar{X} giriş wektory hökmünde daýanç guýynyň golaýynda bellenilýän serpigen tolkunlaryň seýsmiki atributlary, \bar{Y} syn çykyş wektory hökmünde bolsa kerk we GGB maglumatlary boýunça alnan laýyk çökündileriň kollektorlyk özboluşlyklary hyzmat edýär.

Öwretme işi şol bir işi köp gezek gaýtalamakda durýar: \bar{X} seýsmiki atributlaryň giriş wektory boýunça \bar{Y} kollektorlyk özboluşlyklaryň çykyş wektorynyň bahasy hasaplanylýar, $\Delta \bar{Y} = \bar{Y} - \tilde{Y}$ çaklamanyň ýalňyşlygy tapylýar we onuň girişine yzyna tarap ýaýraýar. Bu proses ulgama girizilen algoritme laýyklykda $\Delta \bar{Y}$ dürlüligi minimizirlemek üçin sinaptiki agramlaryň üýtgemegi bilen bolup geçýär. Şu ýol bilen agramlar köp gezek öredilýän jübütler boýunça takykklanýar, bu iş çaklamanyň orta ýalňyşy kanagatlanarly derejä düşýänçe ýerine ýetirilýär. Bu diýmek öwretme prosesiniň gutarandygyny we ulgamyň seýsmiki atributlar boýunça dag jynlaryň kollektorlyk özboluşlyklaryny çaklamagy ýerine ýetirmeklige taýyndygydyr. Elbetde, alynýan netijeleriň, öwrenilýän meýdançada kesimiň maksatlaýyn

aralygynda seýsmogeologik şertler ýeterlik derejede durnukly bolanda manysy bardyr.

Seýsmiki barlagynda ANS ulanma tejribesi klassiki statiki seljerişe görä örän pesdir. Ýöne şeýle bolsa-da täze usulyň dag jynslaryň geologiki özboluşlygyny, aýratyn hem öwrediji öbýektleriň az mukdarda, çaklamakda takyklygyň we durnuklygyň ýokarlanmagynda üstünliklerini bellemek bolar.

4.8. Seýsmiki stratigrafiýa.

Gurluş formasion teswirleme we SWAN seýsmiki stratigrafiýa – bu tektoniki taryhynyň guluş-dinamiki aýratynlyklary boýunça we olryň fasial-litologik düzümi hem-de gösleg perspektiwa maksady bilen çökündi çökmäniň emele gelşiniň şertlerini gaýtadan dikeltmek arkaly geologiki teswirlemäniň usulyýeti.

Seýsmostratigrafiki seljerişiň esasynda tejribede barlanan şu aşakdaky: çökündi örtüginin gurluş litologiki gurluşy serpikdiriji gorizontlaryň geometriýasynda, olary yzarlama häsiýetinde we seýsmiki yrgyldylaryň şekillerinde öz ornuny tapyşy barada düşüje ýatyr. Şunuň ýaly seljeriş teswirleýjiden çökündi dag jynslaryň geologiýasynyň stratigrafiki, litodinamiki we fasial aspektleri barada, şeýle hem seýsmiki

şertleriň geologiki gymmatlylygyny we çözüljek ukyplylygynyň hakyky bahalandyrmasyň talap edýär.

Seýsmostratigrafik teswirleme üçin migrirlenen seýsmiki kublar ýa-da öwrenilýän meýdança boýunça çuňluk kesimleriň süýşmeleri hyzmat edýär. Rekognostirowka barlaglary döwründe seýsmostratigrafiki seljeriş aýratyn regional profiller ýerine ýetirilip bilner.

Seýsmostratigrafiki modeli elementleriň iki sany esasy görnüşinden yzygiderli gurýarlar, seýsmiki toplumlar we seýsmiki fasiýalar.

Seýsmiki toplumlar – ylalaşyksyz üstleri bilen çäk çäklenýän we degişlilikde ylalaşykly we genetiki bagly çökündileri birleşdirýän kesimiň bölegidir. Bölünen seýsmiki toplumlary giňişlikde korrelirleýärler we guýy synlaryna berkitmäni ulanyp, ýaş gatnaşygynda tapawutlandyrýarlar. Seýsmiki stratigrafiýanyň dolandyryş prinsipi, umumy ýagdaýda litologiki çäkler gabat gelmeýän we hat-da olaryň kesip geçýän, kesimleriň seýsmiki gorizontlarynda ýaşly üst bölnişinde bolup durýar. Seýsmiki çäkleri çökündi örtüginde gurluş we stratigrafiki näsazlyklaryň, şol sanda çökündi çökmäniň käbir buky näsazlyklary hem-de görünmeýän ýuwulma üstleriň, ýerleşişini görkezýärler. Şonuň bilen serpikdiriji gorizontlary çökündi çökmäniň şertleriniň

üýtgemeginiň aýratyn tektoniki döwürleriniň çäkleriniň kesiminde berkidýärler.

Seýsmiki toplumlaryň çäklerinde serpikmeleriň sinfaza oklarynyň yzarlanmasynyň tamamlanmagynyň häsiýeti boýunça adaty näsazlyklar çyzgylaryň bir hatary kesgitlenen – üstüne goýulma, üst we asty üstüne goýulma, irozion kesilme we ş.m. Burç näsazlyklaryna görä tapylan, seýsmiki toplumlaryň çäklerini, sinhronlyk we onuň çökündileriniň sigenitikligi esasynda gatlaklaryň ylalaşykly ýatan oblastynda ekstrapolirläp bolýar.

Kenar setiriniň üýtgemelerine getirýän deňiziň transgressiýasy we regressiýasy üstüne goýulan görnüşli üste eýe bolan kenar çökündileriniň galyňlygynyň we düzüminiň kanunalaýyk üýtgemelerinde ýüze çykýar. Gapdallaýyn ösmegiň çökündi toplumu şelfiň ýapgytyna tarap asty üstüne goýulma görnüşinde çökündileri emele getirýärler. Bu ýapgytly gatlaklary tekiz çökündiler üst goşulyşma görnüşli näsazlyklar emele gelýär. Deňiz derejesiniň degişli peselmesi netijesinde kontinental şelfiň oblastynda dag jynslaryň ýuwulmagyerozion kesim görnüşli näsazlyklary döredýär.

Görkezilen çyzgylar seýsmiki kesimlerde çökündileriň emele gelmesiniň we döwürleşmesiniň has sada we kesgitli ýagdaýlaryna degişlidir. Umuman, çökmäniň köp dürli tektoniki, geomorfologiki we litologiki faktorlaryny

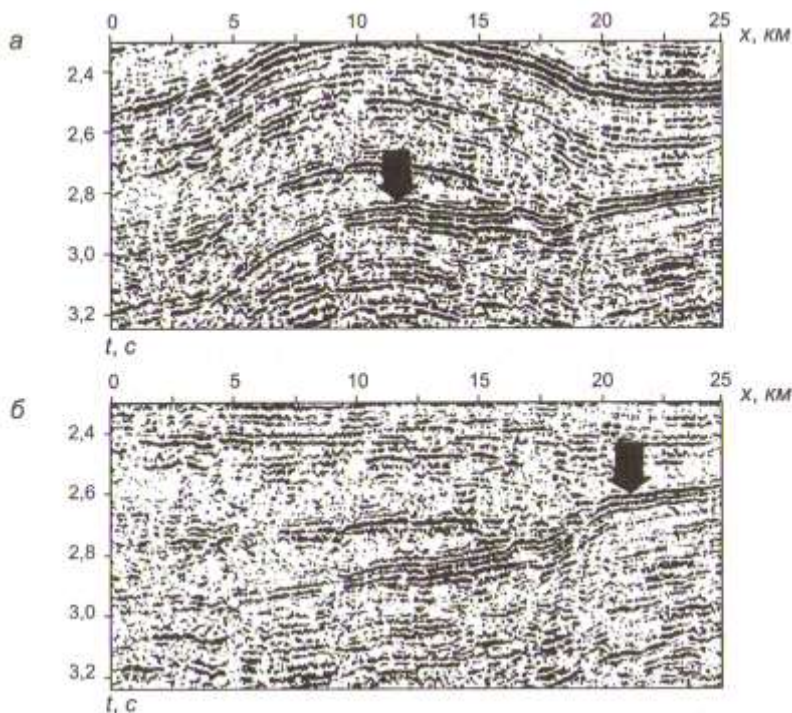
toplumlaşdırma çylşyrymlylygy sebäpli seýsmiki maglumatlar boýunça olary bahalandyrmak çylşyrymly we hemişe kesgitli çözülýän mesele bolmaýar.

Seýsmikistratigrafik seljerişň effektiv usuly paleoseýsmiki kesimi gurmak bolup durýar. Şol bir wagtda ilkinji kesimiň gurluşy paleotäzeden – gurluşyny ýerine ýetirýärler, onda trassa degişli statiki düzedişleri girizip seýsmiki gorizontlaryň birini gönleýärler. Bu işi deňiz basseýniniň düýbünde çökündi çökme şol wagt ýagdaýynda bolup geçipdir diýip çaklamada ýerine ýetirýärler. Şunuň ýaly gönleme bütün kesimden gorizontyň emele gelen wagtyndan soňra emele gelen çökündi örtükleriň tektoniki deformasiýasyny aýyrýar. Netijede kesimiň has çuň böleklerinde onuň emele gelmeginden öň bolan gurluş şekilleri dikeldýärler.

Birnäçe gorizontlar boýunça yzygider paleotäzeden gurluş häzirki zaman geologiki kesimiň gurluşlarynyň emele gelme tektoniki taryhyny döretmäge mümkinçilik berýär.

Gurluşly paleodikeltme mysaly Surat 33 görkezilen. Ilkinji kesimde karbonat toplumyna degişli serpinkdirişi gorizont profiliň soňundan tekiz diýen ýaly profiliň ortasyna çöküp gidýär. Şol ýerden (strelka bilen görkezilen) ol kert profiliň başyna düşýär. 2,4-2,5s. wagtda üstlerinde ýatan gorizontlary

göneltmek arkaly paleotäzedengurluş syn edilýän şekili güýçli üýtgedýär (Surat 16.23b). Strelka bilen bellenen karbonat çökündileriň relýegdäki kert basgançak takyk böwet gurluşy emele getirip, profiliň soňuna çenli tas 10km golaýlaşdy. Ilkinji kesimde ol giç emele gelen antiklinal epilmäniň üstüne goýulmasy bilen bukulypdyr.



Surat 33. Wagt kesiminiň gurluş paleodikteltmesi.

Seýsmiki fasiýa – çökündileriň we olaryň fasial – litologik düzüminiň emele geliş şertini görkezýän seýsmiki

ýazgynyň şekili bilen bölünýän, seýsmikitoplumyň şekiliniň bölegidir. Bu şekil serpigen tolkunlaryň sinfaza oklarynyň konfigurasiýasy we durnuklylygy degişli güýjenmesi, yrgyldylaryň şekilleiriniň aýratynlygy we durnuklylygy bilen şertlendirilýär. Bir tarapdan seýsmikifasiýany seýsmiki toplumyň çäklerine degişlilikde sinfaza oklarynyň umumy ugrukdyrylmasy kesgitleýär, ýagny näsazlyk çyzgysy. Beýleki tarapdan seýsmikifasiýa özüniň içindäki serpikmeleriniň özara ýerleşşi bilen häsiýetlenýär, olar parallel we subparallel, tapawutlanýan we kesegatlakly, sigmagörnüşli we baýyrly, tas özboluşly we doly naotiki.

Çökündileriň jyns düzümine seýsmiki ýazgynyň şekiliniň kesgitli baglanşygy ýokdur, ýöne kesgitli seýsmogeologik şertlerde guýy maglumatlara berkitmek esasynda sedimentasiýanyň paleorežimi we syn edilýän tolkun şekiliniň ýuka aýratynlyklaryň arasynda nähili hem bolsa durnukly korrelýasiýany kesgitlep bolýar. Mysal üçin seýsmiki şekilleriň parallel we subparallel görnüşleri üsti ýapylan, gabalan çökündilere, şelfiň deňölçegli çökmesinde we onda sedimentasiýanyň pes energetiki režiminde, häsiýetlidir. Kesegatlakly şekilde suratlar gyşarma düýbünüň çalt epilmegi şertlerinde klinşekilli üstler boýunça çökündileriň gapdala artmagynda emele gelýärler. Serpikmeleriniň naotiki ýerleşşi

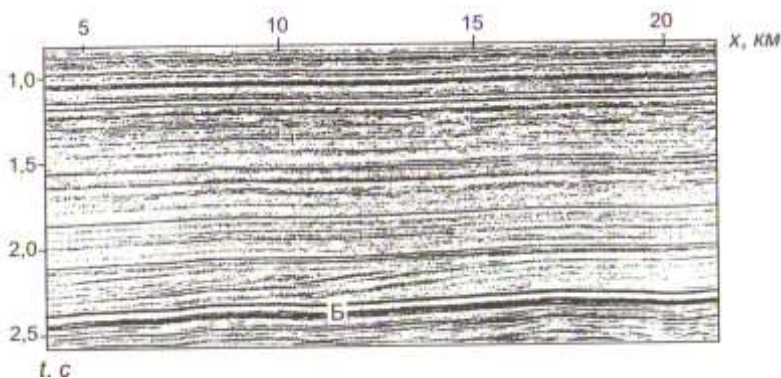
opurylmada emele gelmelerin gatlakly däl gurluşlaryny we çäklerin çylşyrymly ýerleşiş zonalaryny häsiýetlendirýär.

Aýrastyn kesimler ýa-da kublaryň wertikal kesimleri boýunça seýsmikitoplumyň çäklerinde seýsmikifasiýalary bölüp, seýsmikifasiýalaryň galyňlygyny we ýaýrama oblastlaryny häsiýetlendirýän nokatlary düzýärler.

Seýsmikstratigrafiki seljerişde çökündi çökmäniň şertlerini paleotäzedengurmak – ilki bilen kenarýaka üstüne üýşmegiň aýratynlyklaryny öwrenmek ýoly bilen deňiz derejsiniň degişli üýtgemegini bahalandyryrlar. Bir hatar ýagdaýlarda wagt boýunça deňiz derejesiniň üýtgemegini dünýä ummanynyň derejesiniň global üýtgemeginiň grafikleri bilen baglap bolýar.

Surat 34 Günbatar-Sibir plitasynyň merkezi böleginiň regional giňişleýin profili boýunça wagt kesiminiň bölegi getirilen. Aşaky meliň nebitsaklaýjy çökündileri Ýokary ýuranyň bažen mertebesiniň bitumly argillitlerine degişli B daýanç gorizontynyň üstünde ýatyr. Bu serpidiriji gorizont ýokary güýjenme we durnuklylygy çuň suwly şertlerde emele geldiler. B gorizontynyň üstünde 2,0-2,2s. wagt aralygynda gyşarma şekilli aşaky mel çökündileriniň ulgamyny görkezýän, gyşarma sinfaza oklary bolan hatar syn edilýär. Olar dolmanyň deňiz basseýniniň güdogardan gelen owrantgy metrial bilen gowy dolanda şelfiň epilmesinde yzygider emele geldiler.

Şelfiň üstünde bir wagtda emele gelen çökündiler klinşekillerden tapawutlylykda tolkun energiýasy bilen saýlanyldy we gowy kollektorlyk gatlaklaryny emele getirdiler. Olar klinşekilli tplymy ýapýan tekiz sinfaza oklary bilen trassirlenýär. Bu çökündileri GGB bilen toplumda seýsmiki barlag bilen takyk öwrenmek olarda nebite geljegi bolan gurluş we litologiki gabawlary ýüze çykarmaga mümkinçilik berýär.



Surat 34. Günbatar-Sibir plitasynyň merkezi böleginiň regional giňişleýin profili boýunça migrirlenen wagt kesiminiň bölegi.

Seýsmikstratigrafiki seljerişiň belli çäkleri onuň subýektiw – hil häsiýeti we tolkun şekiliniň häsiýetnamalarynda mukdar talaplarynyň ýetmezçilikleri bilen şertlendirilýär. Bu ýetmezçiligi gurluş-formasion çemeleşmede ýeňip geçmäge çalyşýarlar. Onuň üçin geologiki kesim formasion obýekt diýip atlandyrylýan dürli ölçegli jynsüst derejeli geologiki göwrümleriň biri-birine boýun edilip

gurnalan ulgamdyr. Tertipleşdirilen gurluşyň ýaýran formasion obýektleri sikliter bolup durýar. Olar, düzüji gatlaklaryň galyňlygynyň we litologiýasynyň kanunalaýyk üýtgemegi, diýmek – serpikdiriji paçkalaryň akustiki özboluşlyklary bilen häsiýetlenýärler we regressiw seriýalaryny tapawutlandyrýarlar, olar degişlilikde prosiklit we resiklit atlary bilen bellidir. Seýsmiki tolkun şekili siklitleriň özboluşlyklarynyň ugrukdyrylyşyny we olaryň sedimentasiýasynyň arakesmeleri nähili hem bolsa çökündileriň düzüminiň we özboluşlygynyň üýtgemegi ýa-da durnukly pes galyňlykly gatlaklar – jyns-gatlak assosasiýalar bilen häsiýetlenýärler.

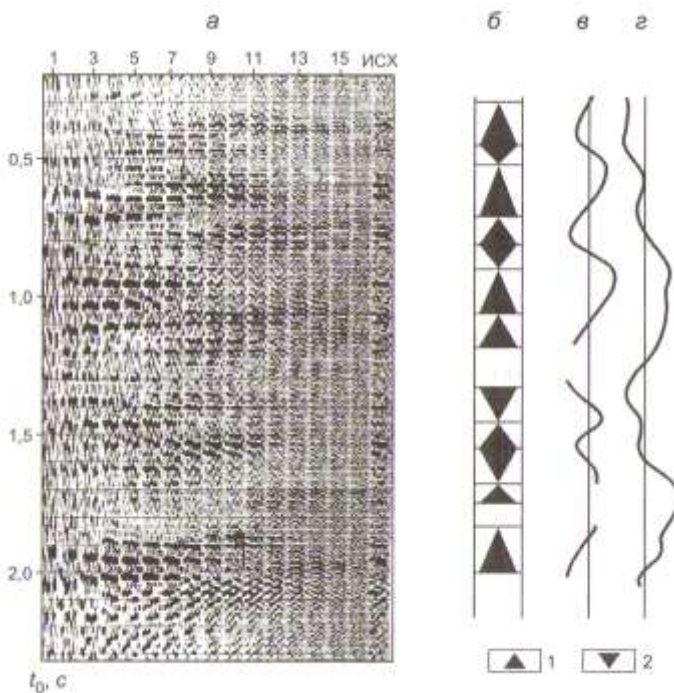
Gurluş-formasion teswirlemä laýyklykda “ak ses” görnüşli impuls seýsmogrammalaryň tötänleýin modelinden ýüz döndürmek gerekdir we öwrenilýän kesim boýunça serpikmeleriň koeffisientlerini ýaýratmaklykda buky kanunalaýyklygy ýüze çykarmakdyr. Bu maksat bilen spektral-wagt kesimiň bir trassasy bilen getirilip bilner ýa-da birnäçe ýüz metr uzaklygy onuň bir bölegi bilen getirilip bilner. Tolkun şkilini gysga wagt operatorlary bolan nul-fazaly setirleýin filtrleriň hatary bilen filtrleýärler. Olaryň ýygýlyk häsiýetnamalary üçburçlyk şekiline eýedir we uly bolmadyk süýşmeler bilen bellenilýän yrgyldylaryň spektral diapazonynyň çäginde ýygýlyk oky boýunça süýşýärler. Şunuň

ýaly ýol bilen SWAN kolonka diýip atlandyrylýan ilkinji tolkun şekiliniň köp filtrleme wariýantlarynyň ýygyndysyny alýarlar. Onuň kömegi bilen serpigen tolkunlaryň spektral düzüminiň wagty bilen ulgam üýtgemeleri ýüze çykarýarlar.

Siklitiň çäklerinde çökündileriň gatlaklylygynyň granulometriki düzüminiň we häziýetiniň ugrukdyrylan üýtgemesi bolup geçýär. Prosiklitlerde çökündileriň insedäneliligi we insegatlaklygy kesim boýunça aşakdan ýokary ulalýar, şol ugura, ýagny laýyk serpigen tolkunlaryň gelme wagtynyň peselmegi bilen olaryň spektrleriniň agdyklyk ýygylyklary köpeliýär. Çökündileriň özboluşlyklarynyň ters üýtgame ugrukdyrylmasy bilen tapawutlanýan resiklitler üçin syn edilýän serpigen tolkunlaryň spektral düzüminde ters häsiýetlidir. Çöküdi çökmede arakesmeler we siklitleriň arasynda jyns-gatlak assosasiýalaryň bolmagy SWAN kolankasynda serpikmeleriň wagtynda üýtgemäniň ýuwmaryllygynyň bozulmagy we filtrlemäniň wariýasiýalaryna durnukly yrgyldylaryň bolmagy bilen ýüze çykýar.

Surat 35 wagt kesimiň böleginiň spektral wagt seljerişiniň mysaly görkezilen. Filtrasiýanyň 16 sany wariýantyny saklaýan SWAN kolonka boýunça prosiklitler we resiklitler bölünen. Şol esasyda geologiki maglumatlar bilen gowy laýyk gelýän çöküdi basseýniň wertikal hereketiniň egrisi gurlan.

Bar bolan tejribe şu aşakdaka subut bolýar: spektral-wagt seljerişň mukdar bahalandyrylmasy seýsmiki barlagyň maglumatlarynyň teswirlenmesine taryhy-geologiki çemeleşme bazasynda kesimiň gurluş formasion modelini gurmakda obýektiv esas bolup hyzmat edýär.



Surat 35. SWAN-seljerişň mysaly.

Nebit-gözleg işlerinde GGB-ň toplumynda SWAN terrigen we karbonat düzümlü maksatlaýyn çökündileriň çaklama önümliliginiň derejesi boýunça öwrenilýän meýdançalary raýonirmek üçin ulanylýar. Bu maksat bilen

çuň guýylaryň ýanynda alnan wagt kesimiň etalon trassalarynyň SWAN-kolonkalary boýunça, çuň spektral-wagt ululyklar diýip atlandyrylýan mukdar görkezijileri

Olary bahalaryny guýylar bilen açylan laýyk çökündileriň önümlilik derejesi bilen deňeşdirýärler. Şol esasyda seýsmiki maglumatlar boýunça guýyara meýdanlarda maksatlaýyn gorizontlaryň nebitlilige çaklamaklygy ýerine ýetirýärler.

V BÖLÜM.

5.1. Pes çuňlukly (inžener) seýsmiki gözlegi.

Inžener seýsmiki gözlegi diýip inžener geologiki we gidrogeologiki meseleler bilen bagly seýsmiki işleri geçirmegiň usulyýet we tehniki usullarynyň jemlemesine düşünyärler. Bu maksatlaryň hataryna ilki bilen düýpli dag jynslaryň ýerleşişini we şekilini öwrenmeklik, ýerasty suwlaryň derejesini kesgitlemek, dag jynslaryň jaýryklylygyny öwrenmek we beýleki käbir mehaniki özboluşlyklaryny öwrenmeklik degişlidir. Şunuň ýaly meseleleri çözmegiň zeruryýeti uly gurnamalaryň bilen, yollary gurmak üçin trassalaryň saýlanyp alynmagy, turbageçirijileriň, tonneleriň gurulmagy bilen, suw üpjünçilik meselelerini çözmeklik bilen baglydyr. Inžener-geologiki meseleler çözüleninde seýsmiki barlaglaryny adatça beýleki geofiziki usullar bilen, hususanda elektriki gözlegi we ýokary georadiolokasiýa bilen bilelikde golaý baglanyşykda geçirýärler. Inžener seýsmiki barlagynda kesimiň ýokary böleginiň gurluşynyň aýratynlygy öwrenilýär, onuň bilen baglylykda aglabasynda geçýän we tolkunlary synlaýarlar, seýrek halda serpigen tolkunlary synlaýarlar. Öwrenilişiň çuňlugy pes bolanlygy sebäpli (adatça 20-30m, seýrek halda 100m.) yrgyldylary döretmek üçin urgy çeşmeleri, şol sanda kese tolkunlary döretmek üçin gorizont al urgulary ulanýarlar.

Seýsmiki ýazgylaryň hilini artdyrmak maksady bilen belleniýän yrgyldylaryň ýygylýgyny artdyrmagy çemeleşýärler. Bu uly bolmadyk obýektleri öwrenmekde has hem wajypdyr. Guýy we dag işleriniň synlarynda ultrases enjamlary hem ulanylýar. Pes çuňlukly seýsmiki barlaglarynda has ýönekeý we giň ýaýran mesele döwülen tolkunlary ulanyp ýerasty suwlaryň derejesini kesgitlemek bolup durýar, sebäbi suwdoýgunlygyň ulalmagy litologiki düzümi boýunça durnukly dag jynslarynda seýsmiki tolkunlaryň tizlikleriniň kert artmagy bolup geçýär. Döwülen tolkunlar usulyny şeýle hem gömülen çeşmeleri we owrantgy çökündiler bilen doldurylan sähralary, gözläp tapmakda ulanylýar, olar köplenç çyzyлмаýан düýpli dag jynslaryň giň ýaýran raýonlarynda ýerasty suwlaryň wajyp çeşmeleri bolup durýar. DTU seýsmiki barlagyny ulanmakda gowy şertler gowşak bagly çökündileriň aşagynda ýerleşen düýpli dag jynslaryň üstüniň şekilini kesgitlenende duş gelýär. Gowşan zonalaryň barlygy barada maglumatlar DTU işlerinde ýokary tizlikleriň kesgitlenmesi öwrenilmeginiň esasynda we STU seýsmiki ýazgylaryň dinamiki aýratynlyklaryny öwrenmek esasynda alyp bolar. Häzirki wagtda pes çuňlukly seýsmiki barlaglar has uly güýjenmä eýe bolup barýar, uly şäherlerde karst-suffizon howpuň bahalandyrylmasy bilen baglydyr. Bu ýagdaýda tipiki geologiki situasiýa 30-40m çuňlukda ýatan karbonat dag

jynslarynyň üstünde karstlanan bölekleriniň we gowşan zonalarynyň bolmagy we olary çägeli toýunly çökündileriň ýapyp durmagy bolup durýar. Berlen meseläni çözmek üçin adatça kese tolkunlarda STU ulanylýar. Boý we kese tolkunlaryň bilelikde ulanylmagy kesimiň öwrenilýän aralygyny düzýän dag jynslarynyň maýyşgaklyk modulyny kesgitlemäge mümkinçilik berýär. Maýyşgak tolkunlaryň ýaýramasy esasynda kesgitlenilýän maýyşgaklyk modullary dinamiki diýip atlandyrylýar, statiki maýyşgaklyk modullar hemişe agramalaryň täsirleri öwrenilende topragyň mehanikasy usullary bilen kesgitlenilýär. Häzirki wagtda dinamiki we statiki maýyşgaklyk modullaryň arasynda arabaglanşyk kesgitlenildi, ol seýsmiki maglumatlary ulanmaklygy has aňsatlaşdyrdy. Seýsmiki gözlegi suw howdanlaryň kenar ýakasynda hem, çuň syw şertinde hem gurulmagyna bagly inžener işleri portlary, akymyň böwetleri, ýerasty turbageçirijileriň geçirilmegini öz içine alýar. Şunuň ýaly işleriň hemmesinde seýsmiki usullary işleriň meýdenşasynda şertleri kesgitlemekde ulanmak uly orna eýedir. Kenarýaka zonasýnda gurluşyk etmek deňiz düýbünüň häsiýeti we hemme konsolidirlenmedik çöküni gatlaklaryň galyňlygy barada takyk maglumaty talap edýär. Porta gelmek üçin nawigasion ýollary dragirleme çökündileriň gatlaklarynyň galyňlyklary we ýaýraýşy barada bilmekligi talap edýär. Deňiz inžener-

seýsmiki barlaglarynda ulanylýan bir kanally üznüksiz seýsmiki profilirleme eholotlama bilen meňzeşdir. Tolkunlar diňe deňiziň düýbünden syn edilmän, eýsem aşagynda ýatan çökündi örtüginin çäklerinden hem belleniýär. Bellenme 10-15kGs ýygylyklar aralygynda alnyp barylýar. Munuň ýaly uly ýygylyklaryň ulanylmagy suw gurşawynda maýyşgak tolkunlaryň pes ýuwudylmagyna görä bolýar. Enjam gämide ýerleşdirilýär, belleme hereketde üznüksiz alnyp barylýar. Deňizde bu has giň ulanylýan usuldur.

5.2. Çuňluk seýsmiki gözlegleri.

Geofiziki barlaglar – ýer gabygynyň içki gurluşy barada iň esasy maglumat beriji çeşmedir. Şeýle hem olar litosferanyň emele gelmegine we döwürmegine getirýän plitalaryň tektoniki proseslerini öwrenmäge mümkinçilik berýär. Ýer gabygynyň we ýokary mantiýanyň çuňluk gorizontlaryny öwrenmekde seýsmiki usullary uly orna eýedir.

Çuňluk seýsmiki barlaglary regional geologiki meseleleri çözmekde aýratyn gözleg ugurlaryň ýanynda üznüksiz geçirilýär (regional ugurlar, geotrawersler) ýa-da kesgitli aralyklarda geçirilýär (seýsmiki zondirleme). Öwrenilşiň şunuň ýaly usulyýeti gözleg ugurlaryň ugrunda ýerleşen bir hatar meýdançalarda seýsmiki gorizontlaryň ýatýş

häsiýetini öwrenmäge mümkinçilik berýär. Gözleg ugurlaryň ugurynda ýatan seýsmiki zondirlemeli aýratyn profilleri birikdirmek hem mümkindir. Adatça çuňluk seýsmiki barlaglary regional profiller boýunça beýleki geofiziki usullar bilen bilelikde geçirýärler – grawiki gözlegi, çuňluk elektriki gözlegi (MTZ, ÝZ) we ş.m.

Çuňluk regional barlaglarynda serpigen tolkunlar usuly hem, döwülen tolkunlar usuly hem ulanylyp bilner. Bu ýa-da beýleki usulyýeti saýlamaklyk berlen raýonyň seýsmogeologik şertlerinde ony ulanmaklyga gowy ýa-da erbet täsir edişine baglydyr.

Regional meseleleriň aglabasy çözülende, kristalliki fundamentiň üstüni öwrenmek bilen bagly bolanda, döwülen tolkunlar usulyna esasy orun berilýär, aýratyn hem, köp halatlarda bolşy ýaly, berlen raýonda fundamentiň üstüni bölüp bolmaýan bolsa saýlanylýar. Kiçi ölçegli seýsmiki barlaglary döwülen tolkunlar usuly boýunça çeşme hökmünde partlamalary ulanmak bilen, ýer gabygynyň gurluşyny öwremek üçin ýer şarynyň köp böleklerinde geçirildi. Döwülen tolkunlar usuly, tizlikleriň ululyklary barada maglumat berip, seýsmiki we geologiki çäkleri serpigen tolkunlar usulyna görä has takyk birikdirmäge mümkinçilik berýär. Bu aýratyn wajypdyr, sebäbi regional işleri adatça az öwrenilen raýonlarda geçirilýär. Mundan başgada döwülen tolkunlar usuly çökündi

örtüğini bölmekde we şol bir wagtda birmäçe sany seýsmiki gorizontlaryň geometriýasyny öwrenmäge mümkinçilik berýär.

Ýöne bir zady göz önüne tutmak gerekdir, döwülen tolkunlar usulynyň maglumatlaryny ýeterlik derejede has takyk teswirlemek üçin öwrenilýän gorizontlaryň her biri üçin orta tizligiň ululygy barada maglumatlary bolan ýagdaýynda mümkindir. Orta tizlikler barada esasy maglumat beriji çeşme serpigen tolkunlar usulydyr. Şonuň üçin çuňluk gorizontlary öwrenmekde esasy usul hökmünde döwülen tolkunlar usuly bolup, serpigen tolkunlar usulyny goşmaça ulanmak zerurdyr, onuň esasy maksady üstäki gatlaklary effektiv rizlikleri kesgitlemek we ýer gabygynyň içki gurluşynyň takyk gurluşyny kesgitlemekdir. Şunuň bilen baglylykda ýer gabygynyň we ýokary ýokary mantiýanyň geologiki gurluşyny öwrenmekde serpigen tolkunlar usulynyň orny üzniksiz ulanylýar. STU-ň birkanal we köpkanal görnüşlerini umuman oblastlaryň geologiýasyny öwrenmek üçin ulanyşynyň yzy ýanynda häzirki wagtda seýsmiki kesimleri ýer gabygynyň bütin kesiminden alýarlar. Bu taslamalar seýsmiki gözlegiň senagat usullaryň usulyýetleri ulanylýar, olar uglewodorodlary gözlemekde özüni gowy görkezdiler.

5.3. Guýy seýsmiki barlagy.

Çuň guýylarda adaty seýsmiki ýygylýklardaky synlary orta we gatlak tizlikleri kesgitlemek üçin – seýsmiki karotaž, tolkun şekilini öwrenmek – wertikal seýsmiki profilirleme, gözleg meselelerini çözmek – guýylarda çäkleri köp gezek yzarlamak üçin geçirýärler. Bu işleriň hemmesiniň tilsimaty umuman meňzeşdir.

Synlary diwarlary berkidilen we berkidilmedik guýylarda geçirýärler. İşleri başlamazdan ozal guýy ýuwulmalydyr we guýy enjamyň geçipine barlanmalydyr. Yrgyldylary bir bada kabul etmegiň nokatlarynyň mukdaryna baglylykda zondlar bir -, üç-, alty- we oniki nokatly bolup bilerler. Olarda karotaž kabelinden kesgitli aralykda asylan seksiyalaryň laýyk mukdary bardyr. Köplenç wertikal seýsmiki kabul edişleri bolan birdüzgünli zondlary ulanýarlar. Guýy synlaryň polýarizasion usulyny üçdüzümlü zondlaryň kömegi bilen ýerine ýetirýärler, olaryň her bir seksiyasy üç sany özara ortagonal seýsmiki kabul edijileri saklaýarlar.

Guýy synlarynda diňe bir yrgyldylaryň ilkinji gelme momentini yzarlamadan, eýsem bütin tolkun şekilini yzarlamak bolsak, zondyň her seksiyasynyň guýynyň diwary bilen garaşsyz galtaşmany üpjün etmelidir, onuň üçin dürli gurluşly gysyjy gurnawlar hyzmat edýär. Seýsmiki kabul edijili zondyň

guýynyň diwaryna gysylmasy näçe güýçli bolsa, şonça-da yrgyldylaryň ýokary ýygyllykly düzüjileri ýazylyp bilner. Zondy gysylma güýji onuň agramyndan 10-20 esse uly bolmagy maslahat berilýär.

Senagatda typýan görnüşli dolandyryp bolmaýan gysyjy enjamlar ulanylýar. Ýa-da elektromehaniki işleýän has kämil dolandyrylýan gysyjy gurşawlar ulanylýar. Seýsmiki zond labedka saralan köp ölçegli karotaž kabeliň üstünden dolandyryjy pulta berkidilýär. Onuň kömegi bilen gysyjy gurnawlaryň işi üpjün edilýär we guýy enjamlaryň san taýdan işleýän seýsmiki stansiýalar bilen ylalaşygy üpjün edilýär. Adatça işleri guýynyň düýbünden zondy galdyrmak arkaly alnyp barylýar. Guýy boýunça ýazgy nokatlarynyň ädimi 10-dan 50m çenli bolaýar. Enjamlar guýynyň diwaryna gysylandan soňra kabel tolkunlaryny basyp ýatyrmak üçin kabelleri gowşadýarlar. Netijeleriň ynamlylygyny ýokarlandyrmak üçin köpnokatlaýyn zondyň goňşy pozisiýalarynda gapdal kabul ediş nokatlarynyň kesip geçmesini üpjün etmelidir. Zondyň her bir pozisiýasynda dürli ugurlar boýunça birnäçe çeşmelerden yrgyldylaryň ýazgysyny ýerine ýetirýärler. Bu maksatlaýyn tolkunlaryň bellemegiň has gowy şertlerini saýlap almaga, seýsmiki özboluşlyklary barada has doly informasiýany almaga we olaryň anizotropiýasyny bahalandyrmaga mümkinçilik berýär.

Guýy synlarynda ýartladylýan we partladylmaýan – impuls we wibrasion çeşmeleri ulanýarlar. Çeşme şertleriniň durnuklylygyna, partlama guýynyň çuňlugyna we çeşme döretmäniň wagtynyň takyklygyny gözegçilik edýän ýörite ululyklary kabul edýärler. Bu maksat bilen ýerüsti kabul edijiler bilen partlama guýynyň agzynyň golaýynda we ondan uly daşlykda yrgyldylary ýazýarlar.

10-20kGs ýygylklarda Akustiki karotažy diwary berkidilen we berkidilmedik guýylarda, zondyň üznüksiz hereketinde ýerine ýetirýärler, 1m uzynlygy bolan bazada guýynyň diwarynyň ugurynda tolkunýň geçen wagty ölçenilýär. Şeýle hem tolkunýň güýjenmelerini ölçäp diňe tizlik özboluşlyklaryny ölçemän, eýsem dag jynslaryň ýywydyjy häsiýetlerini hem bahalandyrmaga mümkinçilik berýär, bu bolsa olary takyk seljermek we meýdan seýsmiki barlag maglumatlaryny dinamiki teswirlemek üçin gymmatlydyr.

Guýy synlaryň ýörite görnäşi mikroseyismikakarotaž bolup durýar. Ony partlama çeşmelerini ulanylanda we statiki düzedişleri hasaplanylanda PTA-ny öwrenmek üçin ulanýarlar. Adatça yzyna dolanan (dönen) MSK ýerine ýetirýärler, haçanda yrgyldylary guýynyň agzynda bir ýa-da iki sany kabul edijiler bilen ýazýarlar, çeşme hökmünde bolsa guýa 2-5m aralyk bilen goýberilen elektrodetonatorlar hyzmat edýär. Seýrek bolmadyk ýagdaýda göni MSK geçirýärler, guýa

pýezoelektrik kabul edijileriň setirini goýberýärler we guýynyň agzynda urgy bilen yrgyldy döredýärler. MSK guýylary PTA-ň aşagynda asyl dag jynslaryň içine goýberýärler we şol meýdança üçin kesgitlenen getirme çyzygyna ýetirmek gerekdir. Seýsmiki profillerde MSK guýylaryny relýefiň aýratynlyklaryny göz önüne tutup deňagramly ýerleşdirjek bolýarlar, onuň sebäbi PTA ululyklaryny interpolirlenende ýalňyşlyklaryň önüni almakdyr. Adatça bir MSK profiliň 1-2km bolýar.

5.4. Magdan meseleleri çözmekde seýsmiki gözlegi.

Magdanly raýonlarda seýsmiki gözlegi şu aşakdaky meseleleri çözüär: a)magdanly raýonlary regional öwrenmek, b)aýratyn magdanly gurluşlary ýüze çykarmak we öwrenmek, ç)magdanly meýdanlaryň gurluşlary ýüze çykarmak, magdanly göwrümleri saklamakda geljegi uly bolanlary meýdanlary bölmek.

Magdanly welaýatlary öwrenmekde regional barlaglarynda esasan döwülen tolkunlar usulyny ulanýarlar. Öwreniliş birnäçe ýüz kwadrat kilometr bolan meýdançada geçirilýär. Sepilmeleriň aşagyndaky düýp dag jynslaryň relýefi, metamorfiki galyňlyklarda çäkleri öwrenilýär, ýapýan

çökündilerin aşagyndaky litologiki toplumlaryň kartalaşdyrylmasy amala aşyrylýar.

Magdanly raýonlar öwrenilende DTU ýokary tizlikleriň ululyklarynyň görnüşi boýunça kartalaşdyrmaga mümkinçilik berýär. Köp ýagdaýlarda bu soňraky takyk barlaglary geçirmekde gyzyklanma bildirýän bölekleri kesgitlemäge mümkinçilik berýär.

Megdan saklaýjy gurluşlar öwrenilende we yzarlananda hem DTU hem STU öz ulanylşyny tapýar. Bu usullaryň kömegi bilen magdan meýdanlary degişli bolan, tektoniki bozulmalar bilen bagly, gowşan zonalardan dörän tolkunlary bellemäge mümkinçilik berýär. STU-ny ulanmaklyk 1-2km çuňluga çenli tektonikany öwrenmeklige mümkinçilik berýär, bu bolsa magdan emele gelme prosesslerini düşündirmäge we gözleg işlerini ugrukdyrmakda wajyp baha eýedir.

Takyk gözleglerinde, çogup çykan we metamorfiki çökündilerinde magdanly meýdanlaryň gurluşlaryny öwrenmeklige ugrukdyrlanda seýsmiki gözlegi uly çylşyrymlyklara duş bolýar, olar gurluşyň çylşyrymlylygy, dag jynslaryň pes tizlik häsiýetleriniň durnuksyzlygy bilen, şeýle hem gözlenilýän obýektleriň deňeşdireniňde uly bolmadyk ölçegleri bilen baglydyr, bu çylşyrymlyklary geçmek üçin seýsmiki gözlegi beýleki geofiziki usullar bilen (ilki bilen elektro - we grawiki gözlegi bilen) we burawlama bilen

toplamlamak maksada laýykdyr. Ýaýraň ýataklar barlananda seýsmiki gözlegi kesimi bölmek üçin hem, geljegi uly obýektleri bölmek üçin hem ulanylýar.

5.5. Seýsmiki barlag usulynyň esasy abzallary we gurallary bilen tanyşmak. Seýsmiki gözleg usulynyň abzallary we enjamlaryň häsiýetnamasy.

Seýsmiki barlagda ulanylýan abzallaryň esasy gullugy – maýyşgak tolkunlaryň geliş wagtyny ölçemek, ýagny olaryň täsiri astynda topragyň gozgakmalaryny bellemek, hem-de hemme döreýän tolkunlaryň içinde peýdalysyny saýlap almak we olary seýsmogrammada awtomatiki bellemekden ybaratdyr.

Tehniki gatnaşygynda seýsmiki barlagy geofiziki barlaglaryň örän çylşyrymly görnüşi bolup durýar. Bu esasan iki sany ýagdaý bilen baglydyr: profilde her bir syn nokadynda birnäçe kilometr syn çulugyny üpjün edýän ýeterlik derejede güýçli yrgyldylary döretmelidir we döretme nokadynyň her bir ýerleşişinde maýyşgak tolkunlaryň kabul edişini üpjün etmelidir, adatça köp sanly syn nokatlarynda bir wagtda (24-den 96 çenli we ondan köp).

Hususan seýsmiki enjamy öz içine maýyşgak tolkunlaryň çeşmesini, maýyşgak tolkunlary kabul edýän we ony elektrik energiýa öwürýän gurnawlary – ýerüsti seýsmiki

barlagynda seýsmiki kabul edijiler (gidrofonlar); köp kanally belleýjini göz önüne getirýän seýsmiki stansiýany alýar. Seýsmiki stansiýa çeşmäni işletmegi dolandyrýar we çeşmäni işledip maýyşgak tolkunlaryň ýazgysyny ahyryna çenli wagtyň takyk hasabyny ýöretmegi üpjün edýär. Seýsmiki stansiýalary öz düzüninde kiçi kompýuterleri we goşmaça gurnawlary bolup, olar bir bitewi enjam toplumyna birikdirlendir .

Maýyşgak tolkunlaryň çeşmesi wagtyň berlen pursatynda maýyşgak gurşawyň ýa-da ýapyk üstüne mehaniki täsir etmäge mümkinçilik berýän islendik gurnaw bolup biler. Maýyşgak tolkunlaryň ýönekeý görnüşi çekiç bolup durýar, onuň bilen ýeriň üstünde ýa-da dag senagaty amala aşyrylýan ýerde tama urýarlar. Umumy görnüşinde maýyşgak tolkunlaryň çeşmesi üç sany elementden durýar: energiýa toplaýjysy (mehaniki, himiki, elektriki, ýygylýk); berlen wagtda ýygynan energiýa mehniki täsire özgertmäge mümkinçilik berýän gurnawy, bu mehaniki täsiri ýerine ýetirmäge mümkinçilik berýän iş organy. Hakyky çeşmeler köplenç $L-2m^2$ geçmeýän ululygy bolan maýyşgak göwrümleriň meşdançalarna täsir edýär.

Islendik seýsmiki gözleg toplumu seýsmiki tolkunlary dörediji enjamlary (çeşmeleri), seýsmiki tolkunlaryň meýdanda belleýji ulgamlaryny (seýsmiki stansiýalary) we beýleki goşmaça gurnawlary öz içine alýar.

Seýsmiki maglumaty beriş usulyýeti boýunça seýsmiki gözleg toplumlary analog we san görnüşlerine bölünýärler. Islendik seýsmiki gözleg toplumynyň tehniki üpjünçilik esasyňy seýsmiki stansiýa düzýär. Seýsmiki stansiýanyň düzümine girýän esasy gurnawlar: seýsmiki kabul edijiler (a), maglumaty we görkezijini güýçlendirijiler, magnit bellejiler. Seýsmiki stansiýanyň goşmaça gurnawlaryny iýmitlendiriji çeşmeleri, iýmitlendiriji gurnawlary, aragatnaşyk we döretme momentleriniň gurnawlary we beýlekiler düzýär. Maksatlaýyn niýetlenilşi boýunça seýsmiki stansiýalar STU, DTKU, GSZ deňiz işleri üçin we beýleki görnüşlere bölünýär. Seýsmiki stansiýalaryň maksatlaýyn niýetlenilşine baglanşyksyzlykda seýsmiki stansiýalar şol bir funksiýa eýedir. Stansiýalaryň dürli modifikasiýalaryna seýsmiki gözleg işleriniň diňe spesifikasyna laýyklykda gurnawlar goşulýar. Ýerüsti stansiýalaryň seýsmiki enjamlary ýokary geçijilikli awtoulagyň salonunda ýerleşdirilýär; deňiz işleri üçin enjamlar ýörite ekspedision gämileriň üstünde ýerleşdirilýär. Häzirki wagtda dünýä enjamgurnama senagaty diňe san görnüşinde işleýän dürli maksatlara niýetlenen seýsmiki gözleg toplumlaryny öndürmäge başlady.

Seýsmiki yrgyldylary partlamalar (trotil, dinamit) we partladylmasyz (urgy, wibrasiýa) tärler bilen dördilýär. Partlamalary ýörite burawlanan çuň bolmadyk guýularda,

şurflarda (ýörite gazylan) geçirilýär. Olar netijeligini artdyrmak üçin hökmany partlamanyň kuwwatyny peseldýän, ýer üstüne golaý, dagyndy tozdurlan jynslardan düzülen kiçi tizlikli zolagyň aşagynda ýerleşdirilýärler. Ýörite geçirilýän agtaryş işlerinde partlamanyň amatly şertleri (zarýad gopeljak çuňluk, zarýadyň mukdary) kesgitlenýär. Peýdaly tolkunlaryň has intensiwligini kese (V_s) we boý (V_p) tolkunlaryň gatnaşygy uly bolmadyk aralygynda partlama maddanyň zarýady ýerleşdirilende alnyp bolar. Zarýad goýuljak çuňluk peýdaly tolkunlar bilerän döreýän hemrasy bolan göni tolkunlary hasabata almak bilen saýlanylýar. Göni tolkunlar ilkinji aşaky ýa-da ýer-howa bölüji üstlerde döräp, soňra çuň bölüji serhetden sergilip seýsmiki ýazgyny çylşyrymlaşdyrýarlar. Bu päsgelçilikden dynmak üçin, göni tolkunlaryň fazasy esasy tolkunlaryňka goşular ýaly zarýady ýerleşiş çuňlугy kesgitlenýär.

Zarýadyň massasynyň az bolmagyny gazanylmalydyr, ýöne olary güýçlendirilen peýdaly signallary kabul edilmegine ýeterlik bolmalydyrlar. Zarýadyň köp bolmaly goşmaça peýdasyz per ýygylýkly tolkunlaryň döremegine getirýär.

Partlatmasyz tärde seýsmiki impuls toprak bilen galtaşdyrylan propan we kislorod garyndyly gaz kamerasynyň detonasiýasy we wibroseýsmiki täsir bilen döredilýär. Detonasiýada 10t gaz kamerasy hereketsiz galyp, gazyň

giňelmeginde topraga boý tolkunlaryň güýçli impulsy iberilse, wibrasiýada 10-dan 100gs çenli ýygylgy haýallyk bilen artdyrylan tolkunlaryň energiýasy artdyrylýar, ýöne olaryň kuwwaty uly çuňluklary öwrenmäge ýeterlik dälidirler.

Mehaniki güýç täsir edýän üstüň häsiýeti boýunça hemme çeşmeleri iki topara bölüp bolýar: gömülýän çeşmeleri gurşawyň içki üstüne täsir edýän; üst görnüşleri (ýeriň erkin üsti, dag senagatynyň tamy, surflar, guýylar). Gömülýän çeşmeler esasan boý tolkunlary, üst çeşmeleri – boý hem-de kese tolkunlary bir wagtda döredýärler. Ýygnanýan energiýanyň ululygy boýunça çeşmeleri pes energiýaly – energiýasy onlarçadan 10^4 j çenli, orta energiýaly - 10^4 -dan 10^6 j we güýçli 10^6 -dan 10^9 çenli we ondan ýokary energiýaly. Maýyşgak göwrüme täsir ediş uzaklygy boýunça hemme çeşmeleri şeýle hem impulsy – täsir ediş wagty 2-3s-den 0,1s çenli we kwaziüznüksiz gärnüşlere täsir ediş wagty 2-3s-den 20s çenli we ondan köp.

Gurluşy we tehniki aýratynlyklary diňe ol ýa-da beýleki çeşmäniň potensial effektivligini kesgitleýär. Güýjenme, impulsyň şekili, döredilýän tolkunlaryň düzümi (boý we kese tolkunlar üçin) dörediş şertlerine baglydyr. Dörediş şertleri iş organynyň dag jynsy bilen galtaşma hiline we çeşmäniň golaýyndaky gurşawyň maýyşgak özboluşlyklaryna baglydyr. Dörediş şertlerine baglylykda çeşme bilen döredilýän

tolkunlaryň güýjenmesi müňlerçe esse üýtgäp bilýär. Ýerüsti seýsmiki gözleginde häzirki wagtda çeşmäniň üç görnüşi giňden ulanylýar: kondensirlenen partlaýjy serişdeler; gaz detonasiýa gurnawy; wibroseysmiki platformasy. Erkin gaçýan gurnawlar pes ulanyşa eýedir. Partlaýjy serişdeleriň esasynda çeşmeleri esasan gömülen çeşmelerde ulanýarlar. 100gr-dan başlap birnäçe kilogram agramy bolan partlaýjylary (slindrik we prizmatik partlaýjylar) suw bilen doldurylan guýulara ýerleşdirýärler. Partlaýjyny elektrik detonator bilen gurnaýarlar, ony kesgitli wagtda partlatmak partlaýjynyň partlamagyny üpjün edýär. Partlama netijesinde emele gelýän gaz ýokary temperatura we müňlerçe megopaskal basyşa eýedir. Bu basyşyň täsiri astynda oartlamada emele gelýän boşlugyň tamy süýşýär. Ýer üstünde partlaýjynyň ulanmaklyk döretmäniň effektivligini peseldýär we seýrek ýagdaýda ulanylýar.

Gaz destonasiýa gurnawy maýyşgak tolkunlary döretmek üçin süýşýän aşaky stenkasy bolan slindre üste çeşme berkidilen awtoulag bilen gysýarlar. Gaz uly basyş bilen porşeni aşak itýär. Gurnawyň herekti watoulag sebäpli ýokary gidip bilmän, öz energiýasyny gurşawa berýär.

Pertladylmaýan tolkun döretme çeşmeleri. Seýsmiki gözleg işleriniň ulalýan göwrümüne baglylykda, olary ýasaýyş jaýlaryň punktlarynda geçirilmegi, ýaşalýan we oba hojalyk

raýonlarynda, goraghanalarda we ş.m. territoriýalarda geçirilmegine baglylykda, kabul edilen daş töweregi goramak baradaky kanuna laýyklykda partladylmaýan çeşmeleriň ulanylşy giňeldilýär.

Wibroseýs görnüşli çeşme kwaziüznüksiz yrgyldylary döredýärler. Tolkunlaryň energiýasy kontaktyň üstüne tarap normal boýunça hereket edýän belgi üýtgame güýçleriň hasabyna üpjün edilýär. Wibroseýsmiki çeşme özbaşyna bütin gurnaw berkidilen awtoulag bilen ýeriň üstüne gysylan metalliki platformany göz önüne getirýär. Şunuň ýaly gurnawyň massasy 17-20t. ýetýär, bu bolsa gurnawyň toprak bilen gowy kontaktyny üpjün edýär. Gidrawliki geçirijiniň kömegi bilen platformanyň iş slindrine gidrawliki dakratdaky ýaly ýag iterýärler weslindriň ştoгы oňa berkidilen platformany süýşmäge mejbur edýär. Iş slindrinde ýagyň göwrümini bir ulaldýarlar, bir peseldýärler, şol bir wagtda platforma gruntda basýar ýa-da yzyna iterilýär we topraga basyş awtoulagyň agramynyň netijesinde döreýän statiki basyşa deňşililikde ulalýar. Şol bir wagtda “gysylma – giňeme” (yokary-aşak hereket) döwürini ýuwaşdan (ýokary ýyglylykdan pes ýyglylyklara we yzyna) üýtgeýärler. Wibroseýs çeşmäniň täsir ediş wagty (platformanyň yrgyldynyň basyşdan ahyrna çenli wagt aralygy) 10-20s bolup durýar, ýyglylygyny bolsa birnäçeden 100Gs çenli üýtgetýärler.

Partladylmaýan gurnawlaryň konstruksiýalary boýunça gurnawlar dürlidir. Olar täsir ediş görnüşleri boýunça, topraga täsir ediş güýji boýunça , transport bazasy boýunça we beýlekiler boýunça tapawutlanýarlar. *Impuls çeşmeleri* mehaniki we gazodinamiki toparlara bölünýär. Bu gurnawda mehaniki impulsly gurnawyň gaçýan agramy 3t.; gaçma beýikligi 2-2,5m; Gazodinamiki impuls çeşmelerinde seýsmiki impuls gaz garyşygynyň detonasiýasy netijesinde döreýär, adatça toprak bilen galtaşýan kamerada kislorodyň we propanyň garyşygy. Gaçýan ýük görnüşli çeşmäni esasan uly çuňlugy talap etmeýän barlagda, köplenç inžener-geologik meseleler çözülen-de ulanýarlar. Şunuň ýaly çeşme özbaşyna 6-8m. beýiklige birnäçe ýüz kilogramm ýüki galdyryýan göterijini göz önüne getirýär. Seýsmiki stansiýanyň komandasy boýunça saklaýjy açylýar we ýük gaçyp başlaýar. Onuň ýere degen pursaty ýörite gurnaw bilen belleniýär we sesýsmiki stansiýa döreme pursaty hökmünde geçirilýär.

Wibrasion çeşmeleri tekiz üýtgeýän ýygyllykly uzak dowamly kwazisinusoidal yrgyldylary döredýärler. Olaryň esasynda seýsmiki gözlegiň wibroseýsmiki usuly döredildi. Gözleg işlerinde esasan elektrogidrawliki wibratorlary ulanýarlar, olar köp sanly gurnawlardan durýan çylşyrymly agregatlardan durýarlar. Olaryň esasylyary üýtgeýän ýygyllykly we amplitudaly yrgyldylary döretmek üçin wibrasiýany dörediji

we daýanç plita geçiriji; elektrogidrawliki özgerdiji – elektriki signallary özgertmek üçin güýçlendiriji; sypaýy üýtgeýän ýygyllykly kwazisinusoidal yrgyldylary topraga geçiriji plita; daýanç plitasynyň galdyryş – göýberiş ulgamy; wibratoryň gidroulgamyna suwuklygy itermegiň nasos gurnawy; wibratoryň gidrawliki ulgamynda iteriji suwuklygyň goruny döretmek üçin gidropnewmoakkomulýator.

Akwotoriýalarda geçirilýän seýsmiki işlerinde pnevmatiki we elektrikiiskrally çeşmeleri giňden ulanylýar.

Pnevmatiki çeşmeleri 10-15 MPa basyş bilen howa iterilýän galyň tamly kameralary göz önüne getirýär. Şu şekilli ýygnanýan energiýa howanyň basyşy we kameranyň göwrümi bilen (adatça 0,5 – 30l.) kesgitlenilýär.

Ýörite klapnalaryň kömegi bilen seýsmiki stansiýadan komanda bilen kamera açylýar we howa uly tizlik bilen suwa eňdirilýär. Howa boşlugy emele gelýär, onuň gapdallary bolsa uly tizlik bilen hereket edýär we oňa ýanaşýan suwklykda aş basyşy döredýär. Pnevmatiki çeşmeleri (pnevmapuşkalary) orta güýçli çeşmelere degişlidir. Oňa ýygnanýan energiýa 200-300Kj-dan geçmeýär.

Elektrikiiskrally çeşmelerde kondensatorlarda ýygnanýan elektrik energiýany ulanýar. Çeşme hökmünde iki sany elektrod hyzmat edýär, olary wagtyň berlen pursatynda ýokary woltly (10-15müň wolt) kondensatorlarda berkitýärler

we suwda ýokary woltly tok döredýär, ol ýyldyryma meňzeşdir. Elektrodlara ýanaşýan suwuklyk aşa gyzdyrylan buga öwrülýär, buggaz çüwdürimi döräp, birnäçe mün gradusgyzgynlykda onda ýüzlerçe we münlerçe megopaskal basyş döreýär. Bu çüwdürimiň tamlarynyň herekedi geljekde howa çüwdürimi ýaly bolup geçýär elektriki iskraly çeşmeleri pes güýjenmeli çeşmelere degişlidir. Onda toplanýan energiýa adatça 100kj geçmeýär. Ol ýa-da beýleki çeşmeleri effektiv ulanmak üçin olary suwly gurşawa döredilýän signalyň spektriniň merkezi ýygylgynyň tolkunynyň uzynlygynyň $\frac{1}{4}$ böleginde ýerleşdirilmelidir. Akwoterialarda çeşmäni suwly gurşawa ýerleşdirilýändigini sebäpli döredilýän çeşmelere görä has ýokarydyr.

Gömülýän we ýerüsti çeşmeleri az artykmaçlygyna we kemçiligine eýedir. Gömülen çeşmeleriň artykmaçlygy olaryň üst tolkunlary döretmeýänligi we ýokary peýdaly koeffisientiniňbolmagydyr. Şunuň ýaly çeşmeler üçin olary guýylarda amatly şert döredip, gowy netije alyp bolýar. Kemçilik tarapy bolsa olary ýerleşdirmek üçin buraw işlerini geçirmeli, diýmek işleriň bahasyny we wagtynyň artmagydyr. Üst çeşmeleriň artykmaçlygy olar üçin buraw geçirmek hökman däl, olaryň topraga täsir edişi pes bolanlygy sebäpli olary ýaşaýyş hem-de senagat territoriýalaryň ýanynda ulanyp bolmagydyr. Kemçilik tarapy bolsa gömülen çeşmelere görä

pes effektiwligi, döredilýän tolkunlaryň güýjenmesiniň we şekiliniň dörediş şertlerine we gurşawa bagly bolmagy we köp sanly üst tolkunlaryň döredilmegidir.

Meýdan seýsmiki gözleg işlerini geçirmek üçin seýsmiki stansiýalardan we yrgyldylary döretmegiň çeşmelerinden başga-da dürli kömekçi tehniki serişdeler gerek bolýar: seýsmiki kabeller (kosalar), kosalar ýazyp – dolama üçin saraýjy maşynlar, buraw desgalary we beýlekiler gerekdir.

Seýsmiki gözegçilik boýlaýyn ýa-da boýlaýyn däl ugrularda geçirilýär. Baýlaýyn ugr bolanda yrgyldy ojagy bilen ony kabul ediji bir göni çyzykda ýerleşendir, boýlaýyn däl ugurda bolsa yrgyldy ojagy umumy göni çyzyga perpendikulýar otnositel süýşürlendir. Seýsmiki gözegçilik gurluşyň ýatyş ýaýbaňlanmagyna ugry boýuça baglandyryjy profillerde geçirilýär. Kesiji profil gurluşyň nusgasyny we onuň gatlaklaýyn suratlandyrylmasy gurmakda esasy maglumatlary berýär. Kesiji profile perpendikulýar bolan baglandyryjy profil alnan maglumatlary baglanyşdyrmaga niýetlenendir.

Seýsmiki yrgyldylary kabul edijiniň gözegçilik nokadynda ýere berk galtaşdyrylmagy olaryň uly energiýasyny özüne almaga kömek edýär. Seýsmiki kabul edijileriň aralary seýsmogeologiki şerte, agtaryş çuňluga we seýsmobarlagusulyna baglydyr. Gözegçilik aralygy kiçi

çuňluklar öwrenilende ýa-da jikme-jik işlerde birnäçe metr bolsa, uly çuňluklar öwrenilende, esasanam, tolkunlaryň döwürme usuly peýdalanda, olaryň aralygy 100-200m etýär. Olaryň aralygy köplenç 20-30m bolýar.

Seýsmiki kabul ediji toprakdaky mehaniki yrgyldyny elektrik güýjenme öwürýär. Bu ujypsyz güýjenme simler üsti bilen elektron güýçlendirijä gowuşýar, ondan seýsmiki ossillografe baryp magnit plýonkasynda ýa-da surat kagzynda bellenilýär.

Seýsmiki kabul edijileriň elektromagnit, elektrodinamiki we pýezoelektriki görnüşleri bardyr. Elektrodinamiki kabul ediji (SP-16, SPED) magnitiň arasynda pružinde duran sim saramly alýumin katuşkadan ybaratdyr. Masýyşgak tolkunlaryň täsirinde magnitiň süýşme inersiyasy, oňa görä katuşkanyň ýütgemegine getirýär we güýçlendirijä barmaly elektrik signallary indusirleýär. Pýezoelektrik kabul ediji kristal (titanit, bariýa) granlarynda basyşyň döremeginde elektrik hereket güýji döwürýär.

Güýçlendirijiniň esasy borjy pes elektrik güýjenmäni bir näçe esse artdyrmagydyr. Programmalaýyn güýçlendirmek düzümdä yzan aralygy geçmegi sebäpli, belleniş wagty uzalan yrgyldylara güýçlendiriş koeffisiýenti artdyrylýar. Awtomatiki güýçlendirmek düzümdä pes signallary güýçlendirmek we beýik signallary peseltmek bilen seýsmogrammadaky

ýazgylaryň hemmesini amplitudasy boýunça birmeňzeşligini gazanylýar. Iki düzümem bilelikde ulanylyp ýazgynyň başyny programmalaýyn düzümi, soňyny awtomatiki düzümi bilen seýsmiki yrgyldylary sazlaşdyrylýar. Seýsmiki signallary SKE-ň çykyşyndan stansiýanyň girişine geçirmek üçin ýörite aragatnaşyk magistrallary (kosalary) ulanylýar. Olaryň gurluşy jübüt kanaldan ybarat kosalarda ulgamlaryň gurluşyna görä kesgitli mukdarda seýsmiki kabul edijiler berkidilýär.

5.6. Maýyşgak tolkunlary kabul ediş we dörediş interferension ulgamlary.

Birnäçe sany kabul edijiler (seýsmiki kabul edijiler we gidrofonlar) ulanylanda ugrukdyrylan işe eýe bolan kabul ediş ulgamlary döredip bolar. Şunuň ýaly ulgamlar ol ýa-da beýleki ugra tarap ýaýraýan tolkunlary belläp ýa-da basyp ýatyryp bilýärler. Ugrukdyrylan kabul ediji ulgamlar döredilende ulanylýan prinsip örän sadadyr: onuň üçin bir ugurda ýa-da meýdanda ýerleşdirilen kabul edijileriň çykyşyndan gelýän güýjenmeleri jemleýärler. Kabul edijileriň toparlarynyň ugrukdyrylan işini nädip gazanylýandygyny düşünmek üçin profiliň ugurynda ýerleşdirilen, Δ_x ädimli aralygy bolan, n kabul edijileriň hatarly toparyna seredip geçeliň. Eger-de toparyň uzynlygy (toplama topary) (L) uly bolamsa we onuň

çäklerinde tolkunyny frontuny tekiz diýip hasp edip bolýan bolsa, onda yzygider berkidilen kabul edijileriň çykyşyndaky impuls her bir kabul edijiniň çykyşyndan gelýän impulsalaryň yzygiderligini göz önüne getirer. Bu impulsalaryň arasyndaky aralykdan, gaçma burçundan we tizlige baglydyr. Haçan-da gaçma burçy nula deň bolsa, tolkun hemme kabul edijilere bir wagtda gelýär we toparyň çykyşyndaky güýjenme her bir kabul edijä görä n gezek uly bolar. Eger-de togtama belleniýän tolkundaky impulsdan uly bolsa, onda toparyň çykyşynda signalyň amplitudasy her bir kabul edijiniň çykyşyndaky amplituda deň bolar, ýöne signalyň umumy uzaklygy toparyň çykyşynda belleniýän tolkunyny impulsynyň uzaklygyndan uly bolar. Şeýlelik bilen toparyň çykyşynda signalyň amplitudasy, şekili we uzaklygy kabul edijilere tolkunyny geliş burçuna we üste düşýän tolkunyny impulsynyň şekiline bagly bolar. Edil şu prinsipi köp sanly nokatlaýyn çeşmelerden gelýän maýyşgak tolkunlaryň ugrukdyrylan çeşmeleri üçin hem ulanýarlar. Onuň üçin Δx ädimi bolan n çeşmeleri hatarlaýyn ýa-da meýdanlaýyn ýerleşdirilen topary döredýärler. Toparyň hemme çeşmeleri bir işläp başlasa döredilýän tolkunlaryň maksimal güýjenmesi tolkunlar bir wagtda gelýän we biri-birini güýçlendirýän gurşawyň nokatlarynda syn ediler. Hatarlaýyn topar üçin bu toparlama hatarynyň merkeziniň normalyna ugrukdyrylmasynda bolup geçýär. Ýşyklandyrylan

energiýanyň maksimumyny başga ýere ugrukdyrmak üçin, biri-birine baglylykda hemişelik togtamasy bolan çeşmeler yzygider işlemelidir.

5.7. Seýsmiki stansiýalar.

Seýsmiki kabul edijileriň gurnalan nokatlarynda topragyň süýşmesi we maýyşgak tolkunlar tolkun döredilen suwdaky basyşlar örän pesdir. Diýmek kabul edijileriň çykyşynda hem döreýän güýjenmeler pesdir. Pes derejede bolan adaty päsgeller birnäçe mikrowolt güýjenme döredýärler, uly bolan onlarça mikrowolt. Bular ýaly yrgyldylary geljekki öwreniliş üçin gerek bolan şekilde, mysal üçin assillograf bilen bellemek mümkin däl. Ondan başga-da adaty adaty päsgeller 50Gs ýygylykly elektrik geçirijilerden gelýär. Bu yrgyldylar peýdaly tolkunlary bölmekde çylşyrymlyklary döredýärler, olary tolkunlary bölmezden ön aýyrmalydyr.

Seýsmiki stansiýasy özbaşyna köp kanally güýçlendirijini göz önüne getirýär. Ol filtrlar bilen düzülendir, onuň çykyşyna bolsa her bir kabul ediji bilen bellenen yrgyldylary ýatda saklamaga mümkinçilik berýän köp kanally belleýji – ýazyjy – toplaýjy gurnaw berkidilýär, şeýle hem ol göni meýdan işleriniň dowamynda tolkunlary ýazma prosesini synlap durmaga mümkinçilik berýär. Seýsmiki stansiýalary

kanallyk boýunça belleýji kanallarynyň sany; özüniň ses derejesi, ýagny güýçlendiriji enjamlaryň sesleri bilen; goýberiji penjiresi, ýokarky we aşaky ýygylygy (f_a , f_y) bilen; signalyň maksimal mümkin bolan amplitudasynyň kesgitleýän dinamiki diapazony bilen, onda belleme ýoýulmasyz bolup geçýär; güýçlendirijileriň giriş garşylygy, güýçlendirijileriň maksimal güýçlenme koefisienti we olaryň laýyklygy bilen häsiýetlendirilýär.

Hemme häzirki zaman seýsmiki stansiýalary san taýdan işleýän seýsmiki stansiýalaryna degişlidir. San taýdan işleýän seýsmiki stansiýalarynda siguallar sanly görnüşde işleýär, ýagny üznüksiz üýtgeýän signaly Δt wagt aralygy (diskretizasiýa ädimi) bilen ölçeyärler we alnan bahany ikilik kody bilen ýazýarlar. Sanly belgileri almazdan öň signaly minimal mümkin bolan işläp taýýarlama sezewar edýärler. Ýygylyklaryň dispazony (5-10) – (125-150) Gs aralyk bilen çäklendirilýär. Ýazgynyň T dowamlylygynda belgileriň mukdary $T/\Delta t$ bolýar. San ýazgynyň aýratynlygy goýberme penjiresiniň ýokarky çäk ýygylygynyň bahasy Δt diskretizasiýa ädimi bilen $f_y=1/4\Delta t$ gatbaşygy bilen berk baglylygynda bolup durýar. Diňe şu ýagdaýda diskret getirmesi ilkinji signaly ýoýmaýar. Häzirki zaman san taýdan işleýän seýsmiki stansiýalary 10^7 – 10^8 esse üýtgeýän signallaryň

amplitudalaryny bellemeklige mümkinçilik berýär (dinamiki diapazoný – 140-160 desibel).

Diskretizasiýadan (diskret belgileriň yzygiderliginden) soňra üzniksiz signala islendik maglumat göterijide (disk, fleşka, kartrij) ikili kod bilen ýazylan sanlaryň toplумы gabat gelýär. Bu maglumat geljekki çylşyrymly programma üpjünçiligi bolan kompýuterler, stansiýalar we ş.m. bilen göwrümleýin we çylşyrymly işläp taýýarlama sezewar edilýär. Hemme seýsmiki stansiýalar çeşmäni we kabul ediji bir wagtda işläp başlar ýaly we ýazgyny başlar ýaly mümkinçilik berýän gurnaw bilen üpjün edilendir. Şol wagtdan başlap seýsmiki stansiýanyň girişine kabul edijilerden gelýän signallaryň ýazgysy wagtyň bellik ýazgysy – takyk ýygylykly periodik signal bilen parallel alnyp barylýar. Sanly ýazgyda durnukly ýygylygy bolan signal seýsmiki signalyň diskretizasiýasyny geçirýän gurnawy dolandyrýar. Şeýlelik bilen, häzirki zaman san taýdan işleýän seýsmiki stansiýalar – öz manysynda köp sanly giriş bolan ýöriteleşdirilen kompýuterlerdir. Her bir kabul ediji kanaldan alynýan maglumatlar ýazgysyny wizual seljermek üçin, olary grafiki görnüşe getirýärler. Her bir kabul ediş nokadynda bellemek $U(t)$ signal wagt boýunça üýtgeýän güýjenmedir. Wagt funksiýasy hökmünde signaly görmek dürli usullar bilen mümkindir. Esasy üç sany usullary bardyr –

gyşarma, giňişlik üýtgemesi, dykzlyk üýtgemesi usullary. Kāwagtlar garyşyk usullaryny hem ulanýarlar.

Gyşarma usuly boýunça seretmek üçin signaly göniburçly korrdinatar ulgamynda grafik görnüşinde şekillendirýärler, absissa boýunça wagty, ardinata boýunça güýjenme ululygyny ýerleşdirýärler. Üýtgeýän giňişlik usulynda signal birpolýarly, nul liniýasyna görä reňklen edilip şekillendirilýär. Üýtgeýän dykzlygy usulynda güýjenme ululygy wagt okunyň ugurynda garalmagyň dykzlygyny dolandyryr. Ol setirlerden düzülip, ýagtylygyň ýaýramasy gorizontol bolup geçýär. Garşylyk usulynda signal bir belginiň belgilerini reňklemek bilen şekillendirilýär.

Her bir kabul edijiden gelýän signal döredilen wagtyndan başlap ýazylýar. Bu momenti berlen ýazgynyň hasabatynyň başy hasaplanýar (wagt okunda şertli nul). T uzakly bir kanalyň ýazgysyna seýsmotrassa diýilýär. Şol bir çäkden serpigem ýa-da döwülen tolkunlar oňat şekil döreder ýaly, seýsmotrassalary ýörite görnüşde ýerleşdirýärler: $O x z$ tekisliginde göniburçly koordinatar ulgamynda goýýarlar, hemme seýsmogrammalaryň hasaplamalarynyň başy O_x okunda ýerleşýär, ol syn profiliniň ugurynda gorizontol ugrukdyrlan, seýsmotrassalar bolsa wertikal aşak ugrukdyrylan. Berlen ululykda O_x okunda her bir

seýsmotrassanyň başky nokadynyň ýerleşşi profilde kabul edijiniň ýerleşşi bilen baglydyr.

San taýdan işleýän köp kanally stansiýalar – awtoulagyň kömegi bilen transportirlenýän çylşyrymly elektron enjamlar. Pes çuňluklary öwrenmek üçin elde göterilýän stansiýalar bu sanawa degişli dälär.

San taýdan işleýän stansiýalar öz işi üçin temperatura şertlerini talap edýär. Seýsmiki stansiýanyň iýmitlenmesi akkomulýator batareýalarynyň kömegi bilen amala aşyrylýar. San taýdan işleýän seýsmiki stansiýalary güýçli awtoulaglarda ýörite gurnawlarda berkidilýär.

Suwda geçirilýän seýsmiki barlaglarda ulanylýan seýsmiki stansiýalary gury ýerde ulanylýan seýsmiki stansiýalardan bir tapawudy olaryň çyglylykdan gowy goranmagydyr.

Kömekçi enjamlaryň düzümine girýän gurnawlar işleriň şertine we maýyşgak tolkunlary döretmeklige baglylykda giň gerimde üýtgeýär. Köplenç ýagdaýlarda oňa 30-50m. çuňluga burawlar ýaly buraw gurnawlary, buraw gurnawa suw daşaýjylar, traktorlar we çekijiler, radiostansiýalar, kabul ediji gurnawy daşar ýaly awtoulaglar, işgärleri daşar ýaly awtoulaglar girýär. Suwlarda işler geçirlende kömekçi enjamlar başga-da kabul edijini we çeşmäni suwa goýberýän gurnawy öz içine alýar.

5.8. Ýer titremeler. Ýer titremeleriň öwrenişi.

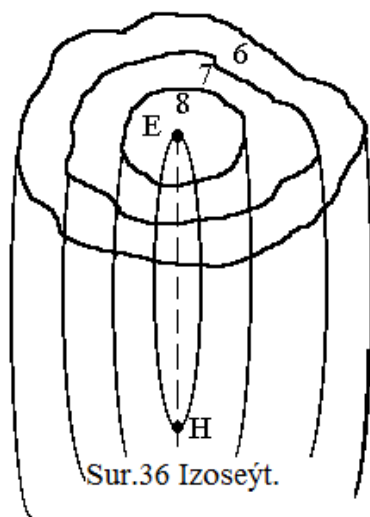
Tektoniki hereketleriň täsirinde ýer titremeleri döreýär. Ol öz gelip çykyşy boýunça geologiki faktorlara baglydyr. Ýer asty çuňluklardaky hereketler ýer ýüzüne dürli güýçe ýüze çykyp, ýer gabygynda düýdansyz we çürt-kesik ýer titremelerini döredýär. Ýer titremeleriň döremeginde ýüze çykýan ýer üsti we asty özgerişlere seýsmiki hadysalar diýilýär. Seýsmiki hadysalar özüniň intensiwligi boýunça mikroseýsm (ýörite abzallaryň duýgyrlygynda), makroseýsm b(adam duýgurlygynda) we megaseýsm (emeli gurnamalaryň ýykylmagyda) görnüşleri bardyr. Ýer titremedäki silkmeler ýer gabygynda maýyşgak tolkunlaryň döremegine we ýaýramagyna täsir edýär. Ol tolkunlaryň ýer gabygyndan geçende, onuň üstünde we içinde dürli deformasiýalaryň döremegine getirýär. Ýer titremeleri çalt gaýtalanyp durýar. Olar tutýan meýdany we intensiwligi boýunça, seýsmiki sebitlere, zolaklara we çuşaklyklar bölünýärler. Bu çäklendirmeler gelip çykyşy boýunça ýaş relýew döremeleriň tutýan ýerine (kawkaz, köpetdag), ondan başsgada uly seýsmoaktiwlik ýaş ýer gabyk çökmekliginde baglydyr. (Orta ýer deňiz çökmegi, Ýuwaş okeandaky suw asty ýyrtylmalar).

Adam duýmaýan ýa-da çala duýýan, ýöne ýykgyňçylyksyz ýer titlerme sebitlere aseýsmiki sebitler

diýilýär (alp platformalary). Ýer titremede döreýän seýsmiki tolkunlar sebitden daşlaşdygyga öz güýjüni gaçyrýarlar. Mikroseyşimler çalt gaýtalanýar. Ýumuryjy ýer titremeler selçen bolýarlar. Ýer ýüzüne orta hasap bilen her minutda 1-2 seýsmiki silkinmeler bolýar. Ýyl boýunça katastrofiki ýer titreme -1 gezek, güýçli ýurulmalar – 10 gezek, ýumrulmalar – 100 gezek, desgalara zyýan salýan – 1000 gezek bolýar. Hasaplamalara görä, soňky 3-4 müň ýyllykda ýer titremeden 15mln adam heläk bolupdyr. Güýçli ýer titremeler töweregiň relýefini ýeterlikli üýtgedip biler.

Ýerin çindäki belli giňişlikden energiýanyň duýdansyz boşamagy ýer titremäniň fiziki tebigatdyr. Toplanan energiýa başanda ojagynda galyndy defformasiýa döredýär. Boşan energiýa deformirlenen ojagyň çäginde daşary maýyşgak tolkun görnüşinde ýaýraýar.

Ýer titreme ojagynyň merkezine – giposentr (H) we onuň Ýer üstündäki proyeksiýasyna – episentr (E) diýilýär (Surat 36). Ol ikisiniň aralygy ojagyň çuňlugydyr. Episentr bilen. Ölçeg bilen nokadynyň arasyna episentral aralyk diýilýär.



Ýer titreme güýjüniň birmeňzeş nokatlaryna izoseýsmiki (izoseýt) diýilýär. Dagynlyk ýa-da pes metomorfilenen jynslara görä magmatiki we intensiw metomorfirlenen jynslarda silkinmeler gowşak geçýär. Ýer ýaryklarda we ýer gatlaklyk ugrunda seýsmiki yrgyldylaryň ýaýramagyna päsgelçik pes bolýar. Täsir ediji impuls materiýany maýyşgak deformirmek bilen onuň göwrüm (P) we forma (S) üýtgemelerine getirýär. Boý tolkun kese tolkun da 1,7 esse çalt ýaýraýar. Bu tapawud ýer titremäniň episentrini kesgitlemäge kömek edýär. Seýsmiki tolunlaryň ýer gatlaklarynda döwürmegi we serpilmeği täze tolkunlaryň döremegine getirýär (boý-kese serpilme, boý-kese döwürme). Ýer üsti episentre ilki etýän, aşakdan ýokary urýan boý tolkundyr. Onuň güýji episentrde maksimaldyr. Bu tolkun öz

gezeginde uly periodly ýüzleý kese tolkunly döredýär. Onuň tizligi beýleki kese tolkunlardan 2 – esse pesdir, ýöne maksimal ýumrujylygy döredýär.

Ýer titremäniň episentriň koordinatalaryny kesgitlemekde kese we boý (S-P) ýä-da we boý (L-P) tolkunlaryň fazalasynyň geliş wagtyndaky tapawudy ulanylýar. Daşky ýer titremeleriň episentr kesgitlenende $\Delta=(S-P)-1$ deňlik ulanylýar (eger $S-P=4,3\text{min.}$ bolsa, onda $\Delta=3300\text{km}$ bolar). Golaý ýer titremelerde bolsa $\Delta=(L-P)/3$ deňlik ulanylýar. Ölçeg birligi megametrdir (1 megametr=1km). Episentr takyk kesgitlemekde üç ölçeg nokady ýeterlikdir, ýagny olaryň kesişme nokady episentriň koordinatdyr. Onuň takyklygy goloý ýer titremelerde $\pm 10\text{km}$ bolsa, daşky ýer titremelerde $\pm 50\text{km}$ -dir.

Golaýdaky ýer titremelerde ojagyň çuňlugy kesgitlenende göni giposentrden gelýän “ P_{ind} ” we birinji bölüji üstden gelýän “ P_n ” tolkunlaryň fazalarynyň tapawudy ulanylýar. Maddalaryň maýyşgaklygy aşaky gatlakda ýokarky gatlagla görä ulydyr. Episentral aralyk 200km çenli bolanda, ýokarky gatlakdaky hereket edýän P_{ind} ilkinji bolup kabul edijä gelýär. Episentral aralygyň artmagyndan 600km uzyklykda ojagyň çuňlugyny P we P_n fazalaryň tapawudyny ulanylyp, ýörite deňlik bilen kesgitlenýär. Köplenç ýer titremeleriň çuňlugy 60km barabardyr. Aralyk ýer titremeleriň çuňlugy 60-dan 300km

çenli bolýar. Çuň fokusly ýer titremeler 300-den 700km synda ýerleşendirler.

Ýer titremeler 12 bal-ly sistemada kesgitlenýär (1953ý.). Ýer titrimelerden boşan energiýanyň güýjüni magnituda0da ölçenýär. Ol ojakdaky hadysanyň kuwwatyny aňladýar. Bal cistemasy, ýer titremäniň magnetudasyna, ojagyň çuňlugyna wegeologiki şertde baglydyr, ýagny $M=1,3+0,6\text{Bal}$.

Özüniň gelip çykyşy boýunça ýer titremeler tektoniki wulkaniki we denutasiýa görnüşleri bolýar.

Tektoniki ýer titreme daşky (ekdoge) sebäplere görä döreýär, ýagny ýer bölekleriniň ondaky ýarynlar zolagy boýunça döremeginde emelegelýär. Ol hemme ýer titremeleriň 95% tutýarlar. Bu hadysa jaýryklar ugrunda ýer böleginiň bir tarapyny peselme (sbros) ýa-da gyşartma (sdwig) bilen töweregiň topografiýasyny üýtgedip; gazlaryň, suwlaryň we läbikleriň çogup çykmagyna hem-de emeli gurnamalaryň ýyklykmagyna getirýär.

Ýer titremäniň çaklamasy, ýer titremäni habar beriji gaýtalanýan gowşak silkmeleri bellemegine, geofiziki meýdanlaryň parametrleriniň üýtgemegine, ýer üstüniň deformirlenmegine, geljeki ojagyň zolagynda maddalaryň ýagdaýynyň we häsiýetiniň üýtgemelerine esaslandyr.

5.9. Seýsmiki barlagyň ösüş ýollary.

Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2000-2010-njy ýyllar döwri üçin Meýilnamasy, Türkmenistanyň Prezidenti «Türkmenistanyň nebitgaz toplumyny ösdürmekligiň 2020-nji ýyla çenli esasy ugurlary» maksatnamasyna laýyklykda işlenilip düzüldir. Bu meýilnamada uglewodorod çig-mal binýatlaryny gözlemegiň, çykarmagyň, gaýtadan işlemegiň we olardan alynan girdeýjileri ýokarlandyrmagyň, onuň bilen içerki we daşarky bazarlary üpjün etmekligiň üstünde durulýar, şeýle hem Türkmenistanyň aýry-aýry sebitlerinde ösüşiniň meselelerine seredilýar.

Meýilnamada bellenişi ýaly Türkmenistanyň ähli ýerinde diýen ýaly nebit we gaz gözleg-barlag işlerini geçirmeklik nukdaý nazaryndan amatlydyr. Uglewodorod binýatlaryny ösdürmegiň iň bir oňaly derejesini gazanmak bolsa, geologiýa-gözleg işleri üçin gelejegi uly bolan ugurlary kesgitlemäge bagly bolup durýar.

Bu babatda, seýsmobarlag işleriniň netijesinde nebitgazyň täze ýataklaryny (antiklinal we antyklinal däl gabawlary) tapmakda we taýýarlamakda, Türkmenegeologiýa DK-nyň wajyp orny bolup, onuň düzümindäki dört sany meýdan geofiziki ekspedisiýalary, ýurdumyzyň çäginde

seýsmobarlag işleri alyp barýarlar. Bilşimiz ýaly, gazuw işleriniň netijeliligi seýsmiki işleriň netijesine göniden-göni bagly bolup durýar. Şonuň üçin meýdan işlerinde, işläp taýýarlamakda we teswirlemekde tehnikanyň, tilsimatlaryň hem-de usulýetiň kämilleşmegi zerur bolup durýar. Merhemetli atamyz Beýik Saparmyrat Türkmenbaşynyň 1999-njy ýylda Fransiýa döwletiniň Sercel şereketi bilen şertnama baglaşyp, täze tilsimatlary satyn almaga pul serişdelerini göýbermegi hem, bu şertleri kanagatlandyrýar. Häzirki wagtda meýdan geofiziki ekspedisiýalary köp kanally SN-388, 409seýsmostansiýalary, täze tolkun çeşmeleri NOMAD-65 ýer sandyradyjylary, seýsmiki tanaplar we kabul edijiler bilen üpjün edildi. Şol täze tilsimatlar arkaly alynan maglumatlary işläp taýarlamak we teswirlemek üçin täze paket programmalar satyn alyndy. Ýagny men bu ýyllyk işimde kartrija SEG-Y formatda ýazylan seýsmiki maglumatlary “Omega” programmada işläp taýarlamagyň barada beýan etmekçi. Ulanylaýan täze tehnologiýalar we tilsimatlar öz gezeginde meýdan maglumatlarynyň hiliniň ýokarlanmagyna şelede gelejekde gazuw-agtaryş işlerine çykarylýan çykdajyly azaltmaga ýardam berýär.

Şol alynan tilsimatlarda 2000-nji ýyldan bäri Türkmengeologiýa DK-sy tarapyndan Amyderýanyň sag kenarynda Altyn Asyr blogynda, ýurdumyzyň Günorta-

Gündogarynda Ýaşlar meýdançasynda, ýurdumyzyň Günbatarynda bolsa, Akpatlawuk, Körpeje, Ekerem, Gamyşlyja we Goturdepe nebitgaz kânlerinde 3D seýsmobarlag işleri geçirildi. Hâzirki wagtda bolsa, Günorta Ýolöten we Çeleken meýdançalarynda bu işler dowam etdirilýär.

EDEBIÝATLAR

1. Türkmenistanyň Konstitusiyasy. Aşgabat, 2008.
2. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. I tom. Aşgabat, 2008.
3. Gurbanguly Berdimuhamedow. Ösüşiň täze belentliklerine tarap. Saýlanan eserler. II tom. Aşgabat, 2009.
4. Gurbanguly Berdimuhamedow. Garaşsyzlyga guwanmak, Watany, Halky söýmek bagtdyr. Aşgabat, 2007.
5. Gurbanguly Berdimuhamedow. Türkmenistan – sagdynlygyň we ruhubelentligiň ýurdy. Aşgabat, 2007.
6. Türkmenistanyň Prezidenti Gurbanguly Berdimuhamedowyň Ministrler Kabinetiniň göçme mejlisinde sözlän sözi. (2009-njy ýylyň 12-nji iýuny). Aşgabat, 2009.
7. Türkmenistanyň Prezidentiniň “Obalaryň, şäherleriň, etrapdaky şäherçeleriň we etrap merkezleriniň ilatynyň durmuş-ýaşayyş şertlerini özgertmek boýunça 2020-nji ýyla çenli döwür üçin” Milli maksatnamasy. Aşgabat, 2007.
8. “Türkmenistany ykdysady, syýasy we medeni taýdan ösdürmegiň 2020-nji ýyla çenli döwür üçin Baş ugry” Milli maksatnamasy. “Türkmenistan” gazetiniň, 2003-nji ýylyň, 27-nji awgusty.
9. “Türkmenistanyň nebitgaz senagatyny ösdürmegiň 2030-njy ýyla çenli döwür üçin Maksatnamasy”. Aşgabat, 2006.
10. Богословский В.А., Горбачев Ю.И., Калинин А.В., Кузьмина Э.Н., Попов М.Г., Фадеев И.Е. Геофизический методы исследование / под ред. В.К. Хмелевского. М.: Недра, 1988.
11. Бондаренко В. М., Демура Г. В., Савенко Е. И. Общий курс разведочной геофизики: Учебник для вузов. М.: норма, 1998.

12. Вахромеев Г.С., Ерофеев Л.Я., Канайкин В.С., Номоконова Г.Г., Петрофизика: Учебник для вузов. Томск: Изд-во Том. ун-та, 1997.
13. Горбачев Ю. И. Геофизический исследования скважин: Учебник для вузов. М.: Недра, 1990.
14. Никитин А. А., Хмелевской В. К. Комплексирования геофизических методов: Учебник для вузов. Допущено УМО в области прикладной геологии для студентов вузов. М.: Тверь: ООО «ГЕРС», 2004.
15. Хмелевской В.К. Геофизические методы исследований земной коры: Учебное пособие. Дубна: Изд-во Международного ун-та природы, общества и человека «Дубна». Кн. 1, 1997. Кн. 2, 1999.
16. Богданов А.И. Сейсморазведка методом отраженных волн. - М.: Недра, 1982.
17. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование. - М.: Недра, 1982.
18. Гогоненков Г.Н. Прогнозирования геологического разреза по сейсмическим данным. – Геология нефти и газа, 1980, № 1. – С. 48 – 55.
19. Гольдин С. В. Интерпретация данных сейсмического метода отраженных волн. - М.: Недра, 1979.
20. Гурвич И. И., Боганик Г. Н. Сейсмическая разведка. 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Недра, 1980.
21. Клаербоут Д. Ф. Теоретическое основы обработки геофизический информации. Пер. с англ. - М.: Недра, 1981.

22. Комплексирования методов разведочной геофизики. Справочник геофизика/Под ред. В. В. Бродового, А. А. Никитина. - М.: Недра, 1984.
23. Мешбей В. И. Методика многократных перекрытий в сейсморазведке. - М.: Недра, 1985.
24. Морская сейсморазведка методом преломленных волн/Под ред. А. М. Епинатьевой. - М.: Недра, 1984.
25. Ризниченко Ю. В. Сейсморазведка слоистых сред. - М.: Недра, 1985.
26. Сейсмическая стратиграфия. Под ред. Ч. Пейтона. - М.: Недра, 1982.
27. Сейсморазведка. Справочник геофизика. Под ред. И. И. Гурвича, В. П. Номоконова. - М.: Недра, 1981.
28. Старобинец А.Е., Старобинец М. Е. Цифровая обработка и интерпретация данных метода преломленных волн. - М.: Недра, 1983.
29. Урупов А.К., Левин А.Н., определение и интерпретация скоростей в методе отраженных волн. - М.: Недра, 1985.
30. Шехтман Г.А. Использование кратного-отраженных волн для изучения разреза при ВСП. – Разведочная геофизика, вып. 99. – М.: Недра, 1984.- С. 20 – 24.
31. Шехтман Г.А. Помехи технического характера при скважинных сейсмических исследованиях и способы их подавления. – Обзор. Регион. разв. и промыслов. Геофизика. – М.: ВИЭМС, 1975.

MAZMUNY

Giriş.....	7
Uglewodorodlary gözlemekde seýsmiki barlagy.....	11
Dürli geologiki meseleleri çözmekde seýsmiki barlagynyň ulanylşy.....	14
I BÖLÜM.	
1.1. Seýsmiki tolkunlaryň döreýşi we ýaýraýşy. Boý we kese tolkunlar: Maýyşgak deformasiýa we dargynlyk, olaryň arabaglanyşygy; Tolkun deňlemeleri; Üst tolkunlary.....	15
1.2. Boý we kese tolkunlary. Maýyşgak deformasiýalar we güýjenmeler, olaryň arasyndaky arabaglanşyk.....	18
YUNG moduly we PUASSON koeffisenti.....	20
1.3. Geometriki seýsmikanyň esaslary: eýkonalyň deňlemesi. Seýsmiki tolkunyň wagt meýdany. Wagt meýdanynyň deňlemeleri; Tolkunyň hakyky we hyýaly tizlikleri, olaryň arabaglanşygy.....	22
1.4. Kirhgofyň integraly. Freneliň zonasy. Güýgens Freneliň we Fermanyň prinsipleri.....	27
1.5. Seýsmiki tolkunlaryň serpikmesi, döwülmesi we difraksiýasy: Ýiti burçly we tekiz araçäklerde seýsmiki tolkunlaryň geçişi we serpikmesi; Döwülme tolkunlaryň döreýşi.....	32
1.6. Maýyşgak tolkunlaryň yrgyldylarynyň deňlemeleri: Sferiki görnüşli we tekiz tolkunlar.....	39
1.7. Maýyşgak boý we kese tolkunlaryň kesgitlemeleri.....	43
1.8. Egriçyzykly we бүдүр-сүдүр çäkler. Difraksiýa....	44
1.9. Interferensiyon tolkunlar we tolkun geçirijiler.....	51
1.10. Gradiýent gurşawda refragirlenen tolkunlar.....	54
1.11. Dag jynslarynda boý we kese tolkunlaryň ýaýrama tizlikleri.....	56
Päsgel tolkunlary. Üst tolkunlar.....	58

Seýsmiki tolkunynyň siňmesi.....	61
II BÖLÜM	
2.1. Seýsmogeologik şertler. Üst seýsmogeologik şertleri.....	63
Çuňluk seýsmogeologik şertler.....	64
2.2. Seýsmiki barlagy esaslandyrmak.....	65
2.3. Seýsmiki barlaglaryň usulyýetleri. Çuňluk seýsmiki zondirlemesi (ÇSZ).....	71
Regional seýsmiki gözleg işleri. Gözleg seýsmiki işleri.....	72
Takyklama seýsmiki barlag işleri.....	73
Deňizde yrgyldylary döretmegiň aýratynlyklary.....	74
2.4. Seýsmiki synlaryň ulgamlary. Syn ulgamlarynyň synplanmasy.....	75
2.5. Syn ulgamlarynyň dürlülükleri we ululyklary.....	77
2.6. Ugur boýunça synlar.....	80
2.7. Döwülen (baş) tolkunlar usuly.....	82
Döwülen tolkunlar usulynda göni kinematiki meseleler.....	83
2.8. Döwülen tolkunlar usulynda syn ulgamlary.....	85
2.9. DTU meýdan synlarynyň usulyýeti.....	89
2.10. Serpigen tolkunlar usuly.....	91
Serpigen tolkunlar usulynda syn ulgamlary.....	92
2.11. Synlaryň usulyýetleri we ulgamlary. Köp gezek serpigen tolkunlaryň kinematikasy.....	98
Umumy çuňluk nokady usuly boýunça synlar.....	100
2.12. 2D seýsmiki barlaglaryň setirli syn ulgamlary...	102
2.13. 3D seýsmiki barlagyň meýdan syn ulgamlary. Göwrümleýin seýsmiki syn ulgamlary.....	122
2.14. Syn ulgamlaryň ululyklaryny saýlamak.....	128
III BÖLÜM.	
3.1. Tolkunlaryň godograflaryny gurmak.....	142
3.2. Maglumatlary işläp taýýarlamak. Maglumatlary işläp taýýarlamanýň aýratynlyklary.....	145
Üznüksiz we Diskret seýsmiki signallar.....	148

KÝB bellenilýän seýsmiki meýdana täsir. KÝB täsiriniň faktorlary.....	149
3.3. Statiki düzedişler.....	154

IV BÖLÜM.

4.1. Seýsmiki gurşawlaryň modelleri we olaryň häsiýetleri.....	160
Seýsmiki barlagynda teswirleýiş modelleri.....	162
4.2. Gurşawyň tizlik modelini kesgitlemegiň iteratiw usullary.....	166
Ýarymgiňişlikde durnukly gatlak.....	168
Izotrop gurşawlaryň tizlik ululyklary.....	170
4.3. Seýsmiki araçäkleri gurmakda tizlikleri ulanmak..	172
Gatlak (aralyk) tizligi.....	175
Orta we ýşyk tizlikleri.....	176
Hakyky tizligi.....	178
Hyýaly tizlik.....	178
Effektiw tizligi.....	179
4.4. Daýanç gorizontlar boýunça izohron we gurluş kartalary gurmak. Izohronlar kartasy.....	182
Gurluş kartasy.....	183
Seýsmiki çäkleri, dinamiki çuňluk kesimleri we gurluş kartalary gurmak.....	185
4.5. Wagtlaýyn dinamiki kesimleri kompýuterleriň kömegi bilen gurmak.....	188
4.6. Seýsmiki gözlegiň we beýleki geofiziki usullaryň maglumatlaryny toplumlaýyn teswirlemek.....	190
4.7. Statiki teswirleme.....	192
4.8. Seýsmiki stratigrafiýa.....	203
Seýsmostratigrafiki modeli. Seýsmiki toplumlar.....	204

V BÖLÜM.

5.1. Pes çuňlukly (inžener) seýsmiki gözlegi.....	215
5.2. Çuňluk seýsmiki gözlegleri.....	218
5.3. Guýy seýsmiki barlagy.....	221
5.4. Magdan meseleleri çözmekde seýsmiki gözlegi.....	224

5.5. Seýsmiki barlag usulynyň esasy abzallary we gurallary bilen tanyşmak. Seýsmiki gözleg usulynyň abzallarynyň we enjamlaryň häsiýetnamasy.....	226
5.6. Maýyşgak tolkunlary kabul ediş we dörediş interferensionulgamlary.....	238
5.7. Seýsmiki stansiýalar.....	240
5.8. Ýer titremeler. Ýer titremeleriň öwrenişi.....	245
5.9. Seýsmiki barlagyň ösüş ýollary.....	250
Edebiýatlar	253